



Okul Öncesinden Ortaöğretime Farklı Disiplinlerde STEM Eğitimi Uygulamaları

Millî Eğitim Bakanlığı
Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü

Eylül 2021

Başlık	Okul Öncesinden Ortaöğretime Farklı Disiplinlerde STEM Eğitimi Uygulamaları
Versiyon	Kitap
Editör	Dr. İpek SARALAR-ARAS
Proje Koordinatörü	Dr. Tunç Erdal AKDUR
Genel Yayın Koordinatörü	Mustafa Hakan BÜCÜK
Hakemler	Özge TAŞTAN, Nevzat ÜNSAL, M. Firdevs TÜRK, Ayşe SAYLIK
Değerlendirme Ekibi	İlkay Buket ATAÇ, Fatma AVCI, Pelin BAĞDU-SÖYLER, Sevda BAYDAR, Gonca COŞKUN, Meryem EĞRİOĞLU, Aynur ENGİN, Kaan KAYIKÇIOĞLU, Şule KOÇYİĞİT, Şerife UYGUN-TAKMAZ, Hatice DİNÇ YORULMAZ, Uğurcan TOGAY, Gülsüm ATİLE, Selime GÜNDOĞAN, Gülcan KAPLAN, Emine KUTLU, Burçin OKUR, Mustafa Talha SOYSAL, Sena ŞİMŞEK
Tasarım	Merve DİLEK-EFE, Emre TURAN
ISBN	978-975-11-5770-6
Yayın Tarihi	Eylül 2021

Bölüm Yazarları

Bölüm Numarası	Bölüm Adı	Bölüm Yazarı/Yazarları
1	Scientix: STEM Eğitimi	Şerife UYGUN TAKMAZ, Nurcan MANDAL, Sezai OĞULLUK & Özgü ÖZTÜRK
2	STEM Okulu Etiketleri ve Platformu	Gülsüm ATİLE, Gizem GÜÇLÜ, Hatice ÇANAKÇI & Umut ŞENCAN
3	Yirmi Birinci Yüzyıl Becerileri	Nasiye YAMAÇ ŞAHİN & Ceyda ÖZDEMİR
4	Kanıt Temelli STEM	Dr. Gonca COŞKUN TERBORG, Sena ŞİMŞEK, Zeher Dilek ÖZTÜRK & Pelin AYHAN
5	eTwinning Projelerine STEM Entegrasyonu	Muhammet TUNÇOĞLU, Şebnem YAŞAR KİP, Meryem EĞRİOĞLU, Gizem MORAN & Havva KÜÇÜKBAŞ
6	Uygulamada eTwinning ve Scientix STEM Çalışmaları	Sibel KOÇYİĞİT, Didem KÖSE, Bilge YILMAZ, Sergin ŞAHİNOĞULLARIGİL & Arzu A. ÇALIK SEYDİM
7	Teknoloji, Tasarım Odaklı Düşünme, Mühendislik Tasarım Süreci ve STEM Projeleri	Ali TURAN, Mustafa Talha SOYSAL, Türkan DÜMBÜLLÜ & Özlem ÇELİKKOL
8	STEM Yaklaşımının Öğrencilere Enerji Okuryazarlığı Kazandırmadaki Etkisi	Semra AYATA & Mehmet YILDIZ

9	Müfredata STEM Entegrasyonu ve STEM Kariyerleri	Betül ESEN, Fatma AVCI, Gökhan ARIKAN, Meryem KARAGÖZ, Öznur DEMİRCAN, Pınar ARISOY, Salim AÇIKGÖZ & Zeynep KALINCI
10	Okul Öncesinde STEM Çalışmaları	Merve Bengü ERDOĞAN, Nurdoğan ÇEVİK, Emine YILDIRIM, Hülya EREN, Esra Duygu ERKOL, Havva DÜZENLİ, Merve YAĞCI, İpek ÖZEK, Ülkü KALE KARAASLAN & Ayşin KAHRAMANTEKİN
11	Edebiyat Eğitiminde STEM Çalışmaları	Özlem SENAN & Nurdan ÖZEL
12	Matematik Eğitiminde STEM Çalışmaları	Havva KIRGIZ, Ersin GENÇOĞLU, Şule KOÇYİĞİT & Hatice GÜNAY
13	Geometri Eğitiminde STEM Çalışmaları	Dr. İpek SARALAR-ARAS & Betül ESEN
14	Fen Bilimleri Eğitiminde STEM Çalışmaları	Emine KUTLU, Umut GÜZEL, Ceyda Nur YILMAZ, Fatma Şükriye OKŞAR & Aynur ENGİN
15	Sosyal Bilimler Eğitiminde STEM Çalışmaları	Zeynep TANER & İnci AYRANCIOĞLU
16	Yabancı Diller Eğitiminde STEM Çalışmaları	Özlem BENLİGİL & Sıddıka Nur ERGÜN
17	Scientix Araştırma Projeleri ve STEM	Selda TOPAL, Sabriye KARAHAN, Ayşe ARSLANHAN, Betül KARABUDAK, Ergün KARACA, Enise ULU ÇOĞALAN, Yusuf KAPLAN, Nagehan BAYKAN AFŞAR & Burçak ÖZYURT ÇANKIRILI

18	İlkokullarda STEM Çalışmaları	Dr. Hasan UŞTU, Melek GÖKSU, Elif Pınar KUZZU, Nilüfer ALTINDAĞ SÖNMEZ, Esra BİLGİN & Yasemin SÜNGÜBAZ TOK
19	STEM Öğretmen Yeterlilikleri	Yeşim GÖRGÖZ & Dr. Büşra BOZANOĞLU
20	STEM’de Ölçme ve Değerlendirme; Ölçek Geliştirme	Burçin OKUR, Pelin BAĞDU SÖYLER & Süleyman KALE
21	STEM Projeleri ve Tasarım Odaklı Düşünme	Zeynep SARIKOÇ, Sevda BAYDAR, Selin SARIÇA, Tuğçe EKİCİ, Kısmet TÜRKAN KURNAZ & Işıl GÜNEŞ TORUN
22	Proje Tabanlı Öğrenme	Tuba GÜLER, Kaan KAYIKÇIOĞLU & Nevzat ÖZDEMİR
23	Proje Tabanlı Öğrenme Modelinin Uzaktan Eğitime Entegre Edilmesi	Gülümser ŞENTÜRK AKKOYUN
24	5E Modeli ile Ders Planı ve Senaryo Yazım Aşamaları	Serkan TOPBAŞ, Pınar ALTINKAYA, Nurhan BOYACIOĞLU, Funda TALAY, Cem MORAN & Nalan YAVUZ
25	STEM’de Kodlama Uygulamaları	Aycan KAVAKLI, Vahap ALBAYRAK, Elif ŞİMŞEK, Zeynep ÖZTOPRAK & Seda COŞKUN ELİKÜÇÜK

İçindekiler

Okul Öncesinden Ortaöğretime Farklı Disiplinlerde STEM Eğitimi Uygulamaları	1
İçindekiler	6
Özet.....	10
BÖLÜM 1: SCIENTIX PROJESİ VE SCIENTIX PORTALI.....	11
BÖLÜM 2: STEM OKULU ETİKETİ VE PLATFORMU	19
BÖLÜM 3: YIRMİ BİRİNCİ YÜZYIL BECERİLERİ	31
BÖLÜM 4: KANIT TEMELLİ STEM.....	49
BÖLÜM 5: ETWINNING PROJELERİNE STEM ENTEGRASYONU	62
BÖLÜM 6: UYGULAMADA ETWINNING VE SCIENTIX STEM ÇALIŞMALARI	81
BÖLÜM 7: TEKNOLOJİ, TASARIM ODAKLI DÜŞÜNME, MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ VE STEM PROJELERİ.....	99
BÖLÜM 8: STEM YAKLAŞIMININ ÖĞRENCİLERE ENERJİ OKURYAZARLIĞI KAZANDIRMADAKİ ETKİSİ.....	131
BÖLÜM 9: MÜFREDATA STEM ENTEGRASYONU VE STEM KARİYERLERİ	142
BÖLÜM 10: OKUL ÖNCESİNDE STEM ÇALIŞMALARI	160
BÖLÜM 11: EDEBİYAT EĞİTİMİNDE STEM ÇALIŞMALARI	183
BÖLÜM 12: MATEMATİK EĞİTİMİNDE STEM ÇALIŞMALARI.....	190
BÖLÜM 13: GEOMETRİ EĞİTİMİNDE STEM ÇALIŞMALARI.....	207
BÖLÜM 14: FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİNDE STEM ÇALIŞMALARI.....	233
BÖLÜM 15: SOSYAL BİLİMLER EĞİTİMİNDE STEM ÇALIŞMALARI	254
BÖLÜM 16: YABANCI DİLLER EĞİTİMİNDE STEM ÇALIŞMALARI	272
BÖLÜM 17: SCIENTIX ARAŞTIRMA PROJELERİ VE STEM.....	287
BÖLÜM 18: İLKOKULLARDA STEM ÇALIŞMALARI	321

BÖLÜM 19: STEM ÖĞRETMEN YETERLİKLERİ.....	333
BÖLÜM 20: STEM'DE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME, ÖLÇEK GELİŞTİRME	343
BÖLÜM 21: STEM PROJELERİ VE TASARIM ODAKLI DÜŞÜNME	355
BÖLÜM 22: PROJE TABANLI ÖĞRENME.....	371
BÖLÜM 23: PROJE TABANLI ÖĞRENME MODELİNİN UZAKTAN EĞİTİME ENTEĞRE EDİLMESİ.....	388
BÖLÜM 24: 5E MODELİ, DERS PLANI VE SENARYO YAZIM AŞAMALARI	425
BÖLÜM 25: STEM'DE KODLAMA UYGULAMALARI.....	441

Sunuş

Günümüzde pek çok ülkenin eğitim sisteminde öğrencilerin; üreten, ekonomik ve sosyal gelişmelere katkı sağlayan, 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler olarak yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Çağın gereklilikleri ve teknolojideki gelişmelerle birlikte düşünen, sorgulayan, araştıran ve buluş yapabilen öğrencilere olan ihtiyaç gün geçtikte artmaktadır. Bu nedenle günümüzde öğrencilerin Fen bilimleri, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik derslerinde öğrendikleri bilgileri bir bütünün parçaları olarak görmelerini sağlayan STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi dünyada birçok ülkenin eğitim programlarına dâhil edilmektedir. STEM eğitimi; teorik bilginin uygulamaya, ürüne ve yenilikçi buluşlara dönüştürülmesini amaçlayan, disiplinler arası bir yaklaşımdır.

Günümüzde STEM, birçok ülkenin eğitim sisteminde bütüncül bir eğitim reformu hareketi olarak görülmektedir. STEM yaklaşımının eğitim ortamlarına entegrasyonu hedefi doğrultusunda ülkemizde de birçok çalışma yapılmaktadır.

Genel Müdürlüğümüz Eğitim Teknolojileri Geliştirme ve Projeler Daire Başkanlığı tarafından yürütülen projelerden özellikle Scientix ve eTwinning çalışmaları bu yaklaşım kapsamında birçok projeye ev sahipliği yapmaktadır. Scientix Projesi kapsamında, her sene ülke genelinde öğretmenlerimiz için çalıştaylar düzenlenmektedir. Bugüne kadar 11 ilde toplam 14 adet Scientix Bilgilendirme Çalıştayı ve 33 ilde toplam 42 adet STEM Eğitimi Çalıştayı düzenlenmiştir. Bu çalıştaylarda katılımcı öğretmenlere, Scientix Portalı ve Avrupa Birliği ülkelerinde öğretmenlere ve öğrencilere yönelik gerçekleştirilen STEM eğitimi projeleri tanıtılmış, STEM Eğitimi Çalıştayları'na katılan öğretmenlerle STEM proje etkinlikleri hazırlama aktiviteleri yapılarak, öğretmenlerimizin öğrencilerini bilim insanlığına, mühendisliğe yönlendirici STEM eğitimi projeleri hazırlamaları sağlanmıştır.

Anaokulundan ortaöğretim düzeyine kadar STEM örnekleri ve uygulamaları içeren "Okul Öncesinden Ortaöğretime Farklı Disiplinlerde STEM Eğitimi Uygulamaları" kitabı teorik bilgileri aktarmış, aynı zamanda iyi örnekler vererek öğretmenlerimize rehberlik edecek bir kaynak niteliğinde hazırlanmıştır. Bu kitapla, örnek projeler ve öğretmen görüşleri ortaya konulmuş, farklı kademelerdeki farklı disiplinlerden öğretmenlerin derslerinde kullanabileceği materyallere ve ders planlarına örnekler verilmiş, yeni fikirler ve projeler geliştirmeye yönelik teori ve uygulamalar bütünlük olarak sunulmuştur.

Kitap bölümlerinin yazımında, düzenlenmesinde ve tasarımında aktif olarak yer olan Genel Müdürlüğümüz Eğitim Teknolojileri Geliştirme ve Projeler Dairesi çalışanlarımıza ve değerli Scientix elçilerimize içtenlikle teşekkür eder, bu çalışmanın öğretmenlerimiz ve öğrencilerimize faydalı olmasını temenni ederim.

Anıl YILMAZ

Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü
Genel Müdür

Ön Söz

Okul Öncesinden Ortaöğretime Farklı Disiplinlerde STEM Eğitimi Uygulamaları kitabı Bakanlığımız Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Eğitim Teknolojileri Geliştirme ve Projeler Daire Başkanlığı koordinesinde hazırlanmıştır. Bu kitabın STEM Eğitiminin ülkemizde yaygınlaşması için tüm öğretmenlerimize rehber olması hedeflenmektedir.

Geleceğin meslek alanları STEM eğitiminin önemini ortaya koymaktadır. STEM Eğitimi genel anlamda öğrencilerin sorgulama, araştırma, buluş yapma ve üretim yapma becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Öğrencilerimizi gerçek dünya problemlerini çözebilmeleri için Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik derslerinde sorgulayıcı, araştırmacı üretici ve buluşçu ders etkinlikleri ile yetiştirmek her geçen gün önemini artırmaktadır.

Bakanlığımızı temsilen Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü olarak Avrupa Okul Ağı (European SchoolNet) tarafından Scientix Projesine davet edilip 2014 yılında Eğitim sistemimizde sorgulayıcı, araştırmacı, ürün geliştirici ve buluşçu disiplinler arası STEM eğitiminin yaygınlaştırılması için 32 Avrupa ülkesiyle birlikte dâhil olunmuştur. STEM eğitiminin eğitim sistemimizde yaygınlaşması için bugüne kadar birçok etkinlik yapılmıştır. Scientix Projesi kapsamında yapılan etkinlikler “<https://scientix.eba.gov.tr>” web adresinde yayınlanmaktadır.

Şu anda ülkemizde 304 Scientix Elçisi görev yapmaktadır. Scientix Elçilerinin tüm dünya üzerindeki sayısının 850 olduğunu düşünürsek ülkemizdeki Scientix Elçisi sayısının çok sevindirici olduğunu söyleyebiliriz. Scientix Elçileri, Scientix portalını ve STEM eğitimi projelerini ülkemizdeki öğretmenlere tanıtmakta, STEM öğrenme senaryoları hazırlama konusunda eğitim aldıkları için çevrelerindeki öğretmenlere öğrenme senaryolarını hazırlama konusunda yardımcı olmaktadır. Ayrıca, Scientix Elçilerinden öncelikle kendi okullarında olmak üzere çevrelerindeki okullara STEM Okulu Etiketini alabilmeleri için yardımcı olmalarını tavsiye edilmektedir. Tüm bu çalışmalara rehber olmak üzere kitabımızın okunmasını öneririm.

Milli Eğitim Bakanlığımıza STEM Eğitimi yaygınlaştırma faaliyetlerine yardımcı olması amacıyla, Okul Öncesinden Ortaöğretime Farklı Disiplinlerde STEM Eğitimi Uygulamaları kitabını hazırlayan, başta kitap editörü Dr. İpek Saralar-Aras olmak üzere kitabın hazırlanmasında emeği geçen tüm öğretmenlerimize çok teşekkür ederim.

Dr. Tunç Erdal AKDUR

Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü
Scientix Projesi Türkiye Koordinatörü

Ön Bilgi

Bu yayın Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK) tarafından Scientix Projesi kapsamında hazırlanmıştır. Scientix Projesi hakkında daha fazla bilgi <http://scientix.eba.gov.tr> adresinde mevcuttur.

Yayının içeriği tamamen yazarların sorumluluğundadır ve burada yer alan bilgilerin herhangi bir şekilde kullanımından YEĞİTEK sorumlu tutulamaz. Olası intihali önlemek için tüm bölümler benzerlik testinden geçmiş ve %20'nin altında oran alınmıştır. Yayın, Creative Commons License Attribution-Non Commercial (CC-BY-NC) koşulları altında kullanıma sunulmuştur.

Özet

Covid-19 ile birlikte öğrencilerin derse etkili katılımlarının sağlanması ve bu bağlamda doğru teknoloji ve pedagojilerin seçilmesi gibi konular daha da öne çıkmıştır. Türkiye’de de bu kapsamda halihazırda katılımcısı olunan Scientix Projesi ile ilgili proje ekibi ve proje elçileri tarafından bir kitap hazırlama gereği duyulmuştur. Bu kitap, Scientix Projesi ve ilgili portalların tanıtımının yanı sıra farklı disiplinlerin STEM’e yaklaşımı, STEM aktivite örnekleri ve ilgili pedagojiler ile ilgili detaylı bilgileri de sunmaktadır. Okul Öncesinden Ortaöğretime Farklı Disiplinlerde STEM Eğitimi Uygulamaları kitabının akademisyenlere, eğitimcilere, araştırmacılara, öğretmenlere ve öğretmen adaylarına katkı sunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Scientix, STEM Eğitimi, Fen Bilimleri, Matematik, Mühendislik, Teknoloji

BÖLÜM 1: SCIENTIX PROJESİ VE SCIENTIX PORTALI

Şerife UYGUN TAKMAZ, Nurcan MANDAL, Sezai OĞULLUK & Özgü ÖZTÜRK

Bölüm Özeti: İçinde yaşadığımız 21. yüzyılın gereksinimleri yaratıcı, iletişimsel ve eleştirel düşünce becerileri yüksek ve takım çalışmasına yatkın bireyler yetiştirmektir. İşte bu yetkinliklere sahip bireyler yetiştirme hedefiyle başlayan ve disiplinlerarası bir bakış açısıyla fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematiği bir araya getiren STEM yaklaşımı, Avrupa’da Scientix projesinin hayata geçirilmesiyle daha da yaygın ve tanınır hale gelmiştir. Scientix Projesi, Avrupa’da STEM öğretiminde sorgulama temelli eğitimi Scientix Portalı ile sağlamakta ve böylece STEM eğitiminin yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Bu amaçla ana paydaşları olan akademisyenlere, öğretmenlere, yöneticilere, ailelere ve bu alanda ilgilenen herkese açıktır. Elinizdeki kitabın bu bölümünde Scientix projesinin tanıtımı yapılmıştır. Tanıtıma projenin amacı ile başlanmış sonrasında ise projenin resmi portalı olan Scientix Portalı ve portalın özellikleri ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

1.1. Giriş

Geçtiğimiz yirmi yılda, dünya genelinde fen bilimleri eğitimine artan bir ilgi olmuştur. Pek çok ülkede tüm öğrenciler arasında bilim okuryazarlığının gelişmesine katkıda bulunmak, kişileri bilime teşvik etmek amacıyla bazı politikalar geliştirilmiştir. Bu politikaların bir sonucu olarak da STEM (fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik- Science, Technology, Engineering, Mathematics), günümüz dünyasında temel okuryazarlığın giderek daha önemli bir parçası haline gelmektedir. STEM eğitimi; öğrencileri 21. yüzyıl geleceğine hazırlamaktadır. Onları farklı, yaratıcı ve yenilikçi eylemlere dahil ederek iş birliği ve iletişim içinde çalışmalarını, problem çözme becerilerini geliştirerek iş dünyasına nitelikli bir şekilde atılmalarını sağlamaktadır. Bu eğitimin Avrupa çapında desteklenmesi, geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması amacıyla başlatılan Scientix Projesi bu anlamda büyük önem taşımaktadır. Bu bölümde Scientix Projesi ve Scientix Portalına genel bir bakış sunulmuştur.

1.2. Scientix Projesi Tanıtımı

Scientix Projesi, Avrupa’da STEM öğretiminde sorgulama temelli eğitimi Scientix Portalı aracılığıyla yaygınlaştırmayı amaçlayan, öğretmenlere, akademisyenlere, yöneticilere, ailelere ve fen bilimleri-matematik eğitimi ile ilgilenen tüm kişilere açık bir projedir. Scientix Portalı, 2010 yılı Mayıs ayında kullanıma açılmış olup portala şu adresten ulaşılabilir: www.scientix.eu. Portalda, tüm öğretmenlerin derslerinde kullanabilecekleri, öğrencilerin

sorgulama, bilimsel düşünme, araştırma, buluş yapma ve üretim becerilerini geliştirmeye yönelik STEM eğitimi projeleri ve materyalleri paylaşılmaktadır. Scientix projesinin 4. fazı Scientix 4, 2020 yılında başlamış olup 2022 yılına kadar devam edecektir (MEB, 2021). Avrupa Komisyonu tarafından yürütülen bu projenin merkezi Brüksel’de bulunmaktadır.

Ülkemiz, Avrupa Okul Ağı tarafından yürütülen Scientix Projesine, Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü ile 2014 yılından itibaren ulusal destek noktası olarak dâhil olmuştur. Scientix Projesi kapsamında Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü tarafından STEM eğitiminin ülkemizde tanıtılmasını ve yaygınlaşmasını sağlamak amacıyla ülkemiz genelinde ilgili öğretmenlerin katılımı ile çalıştaylar ve konferanslar düzenlenmektedir. Son yıllarda dünyada hızla yayılan hatta ülkemizde oldukça popüler hale gelen STEM eğitimleri ile ilgilenen öğretmenlerimiz için birçok fırsat sunan Scientix programına ve projelerine tüm alan ve branş öğretmenlerinin katılması mümkündür. 2021 Mart itibari ile ülkemizde 304 Scientix elçisi ve 8 elçi yardımcısı bulunmaktadır.

1.2.1. Projenin Amacı

STEM; bilimsel düşünme, araştırma, problem çözme ve bu çözümleri ürünlere dönüştürebilme becerilerini geliştirmeyi hedefleyen, sorgulamaya dayalı, öğrenci merkezli eğitim yaklaşımıdır. Genel anlamda Scientix projesinin amacı; STEM yaklaşımını geliştirmek ve yaygınlaştırmaktır. Güncel Scientix projesi, 2020-2022 yıllarını kapsamakta ve Scientix4 olarak devam etmektedir.

Scientix 4’ün amaçlarını, European Commission (2021a) aşağıdaki beş ana başlıkta özetlemiştir:

- a) Portal: Avrupa STEM projelerini ve sonuçlarını bir araya getirmek ve bunları kullanıma sunmak için önceki Scientix programlarınca geliştirilen portal, projelere kalıcı erişim sağlamak ve yaygınlaştırmak amacıyla çağdaştırılarak sürdürülecektir (EC, 2021b). Scientix Portalı’nda en az 3 yeni ek AB dilinin olması için çalışılacaktır. Scientix Portalı’na erişen öğretmenlerin ve diğer kullanıcıların sayısını büyük oranda arttıracak yeni stratejiler geliştirilecektir.
- b) Mesleki Gelişim: Scientix önceki programlarında iş birliği ve yenilikçi öğretim yöntemlerini destekleyerek eğitimcilerin kendi dillerinde kaliteli kaynaklara ulaşmalarını temin etmiştir. Öğretmenler ve öğretim yöntemleri ve sonunda öğrenciler üzerinde kayda değer etkiler oluşturmuştur. Bu sürece tüm öğretmenleri dahil etmenin önemi ortadadır. Bu nedenle mesleki gelişim için düzenlenecek faaliyetler, tüm öğretmenlerin katılımını sağlayacak şekilde arttırılarak sürdürülecektir.

- c) Topluluk Oluşturma: Topluluk oluşturma yönleri devam ettirilecek ve yüz yüze yapılan toplantı sayısında artışa gidilecektir. Bilgi ve tecrübeleri paylaşma adına yürütülen faaliyetlerin geliştirilmesi için çalışılacaktır. Scientix4; Ulusal Temas Noktalarının ve Eğitim Bakanlıklarının STEM temsilcileri ve Scientix Elçileri aracılığıyla büyüyeceğini öngörmektedir.
- ç) STEAM Avrupa Ortaklıkları: Scientix, önceki programlarında elde ettiği deneyim ve başarılarla mesleki gelişim etkinliklerini artırmak ve topluluğu büyütmek için STEAM Avrupa ortaklıklarının kurulmasını ulusal düzeyde deneyecektir. Böylece yeni öğrenme ve öğretim yaklaşımları geliştirilecek, bu yaklaşımlar geleceğin sınıflarında deneyimlenecektir. Elde edilen sonuçlar, STEAM Avrupa ortakları ağında paylaşılacaktır. Deneyimlenen yeni eğitim yaklaşımlarının genele yayılması için uygun ve gerekli şartlar araştırılacaktır.
- d) Konferans: Konferanslar, Avrupa'da STEAM eğitimiyle ilgili en dikkate değer ağ oluşturma faaliyetlerinden biridir. Avrupa'daki büyük STEAM öğretmen topluluklarını buluşturan konferanslar devam ettirilecektir.

1.3. Scientix Portalı Tanıtımı

1.3.1 Scientix Portalına Genel Bakış

Scientix Portalı'nın STEM eğitimindeki öğretmenler, araştırmacılar ve proje yöneticileri ile politika uygulayıcıları ana paydaşlardır. Bütün paydaşlar için portalda ayrı ayrı etkinlikler bulunmaktadır.

Scientix Portalı'nda tüm bölümlerdeki öğretmenlerin derslerinde kullanabilecekleri STEM eğitimi ile ilgili çeşitli alanlarda projeler, materyaller ve uygulamalar bulunmaktadır (EC, 2021b). Ayrıca öğretmenlerin yararlanabileceği ulusal çalıştaylar ve Avrupa çalıştayları ile mesleki gelişim kurslarını içermektedir. Portala üye olan öğretmenler, eşleştirme araçlarının yardımıyla Avrupa STEM projelerine katılım sağlamaktadır. Bunlara ek olarak çevrimiçi eğitimler ve web seminerleri bulunmaktadır. Bu eğitimler, materyaller ve projeler öğrencilerin sorgulamaya dayalı bilimsel düşüncelerini ve araştırma yapmalarını amaçlamaktadır. Bununla beraber öğrencilerin buluş yapmasını ve üretim becerilerinin gelişmesini desteklemektedir.

Araştırmacılar ve proje yöneticileri, iş birliği yapacağı öğretmenleri ya da okulları Scientix Portalı aracılığı ile bulmaktadır (European Commission, 2021b). Proje raporları kısmı ile diğer meslektaşlarının çalışmaları hakkında fikir almaları sağlanmaktadır. Projelerini yaygınlaştırmak ve katılımcıları arttırmak için portal aracılığı ile etkinlikler düzenlenebilir veya eğitimler verilebilir. Projeler bittiğinde konferans olarak sunulabilir ayrıca diğer araştırmacıların fikir almaları sağlanabilir.

Kural koyucular ise STEM eğitiminde ulusal stratejiler hakkında bilgi almak ve STEM eğitimi hakkında son gelişmelerden haberdar olmak için Scientix Portalını kullanmaktadırlar.

Ayrıca STEM topluluklarıyla iletişime geçerek etkinlikleri takip edebilmeleri sağlanmaktadır (European Commission, 2021a)

1.3.2. Scientix Portalı Bölümleri

İlk bölüm Anasayfa (Home)'dır. Scientix portalının ana sayfasında genel duyurular bulunmaktadır. Düzenlenecek yarışmalar hakkında özet bilgiler, Scientix portalına kaydolmuş en son projeler ile en güncel haberler yine buradan öğrenilebilir. Bunun yanı sıra aşağıda her paragrafta belirtilen bölümler bulunmaktadır.

Hakkında (About) kısmında, Scientix ile ilgili ana bilgilere yer verilmektedir. Kimlerin Scientix projesine katılabileceğine, projenin ve portalın kısa bir tarihçesine, geçmişte yapılan ulusal ve uluslararası etkinliklere yer verilmektedir. Ayrıca Scientix projesinin amacından, projenin koordine edildiği kurumlardan ve daha fazla bilgi için başvurulabilecek diğer kaynaklardan bahsedilmektedir.

Anasayfa butonunun hemen altında yer alan Scientix Canlı (Scientix Live) bölümünde, Scientix tarafından Avrupa Okul Ağı (European Schoolnet - EUN)'nın Future Classroom Lab (Geleceğin Sınıf Laboratuvarı)'nda ya da diğer mekanlarda düzenlenen yüz yüze atölyelere, ve Scientix'in konferanslara, çalıştaylara ve diğer etkinliklere katkıları hakkında bilgiler bulunur. Ayrıca geçmiş etkinliklerin sunumları, programları vb. burada bulunabilir, gelecekte Scientix'in hangi etkinlikleri ne zaman gerçekleştireceği de görülebilir.

Bilim Topluluğu (Networking Events for Science Education Projects) bölümü, Bilim Eğitimi projeleri için ağ oluşturma etkinlikleri hazırlanmasını sağlayarak, Avrupa ve ulusal bilim eğitimi projelerinin ve STEM eğitiminde yer alan kuruluşların proje koordinatörlerini, yöneticileri ve diğer temsilcileri bir araya getirir. Bu etkinliklerin amacı, projelerden edinilen deneyimlerin paylaşılması, çalışmaların sunulması ve ortaklıkların kurulmasını kolaylaştırmaktır. İlgili alt bölümler şu şekilde listelenebilir:

- a) Çevrimiçi Toplantı Odası (Online Meeting Room): Bu araç ile Scientix proje kitaplığında bulunan herhangi bir proje için, 200'e kadar katılımcı ile çevrimiçi bir toplantı, web semineri, çevrimiçi atölye vb. etkinliklerin planlanması yapılabilir.
- b) Herkese Açık Profiller Dizini (Public Profiles Directory): Bu araçta, Scientix portalında herkese açık profili oluşturma ve proje ortakları arama; diğer Avrupa ülkelerindeki benzer düşünen meslektaşlar ile iletişim kurma ve ortaklık kurma çalışmaları yapılmaktadır. Scientix genel profiller dizini, benzer geçmişe ve ilgi alanlarına sahip potansiyel AB proje ortaklarının veya STEM eğitim profesyonellerinin belirlenmesine yardımcı olan yeni bir ağ oluşturma ve ortak arama aracıdır. Kişiler ülkeye, uzmanlığa, konulara, pozisyona hatta anahtar kelimelere göre aranabilir. Hizmetten tam olarak yararlanmak için Scientix portalına kaydolunması, Profil sayfasında yer alan bilgilerin güncel olması gerekir.

- c) Scientix Eşleştirme Aracı (Scientix Match- Making Tool): Bu araç, araştırmacıların ve proje yöneticilerinin Scientix topluluğunun üyeleriyle (öğretmenler ve diğer eğitim uzmanları) iletişim kurmalarına ve onları STEM eğitim projeleri ve girişimleri üzerinde iş birliği yapmaya davet etmelerine olanak tanır. Araç öncelikle fen bilimleri öğretmenleri ve fen bilimleri eğitimi projeleri arasındaki iletişimi kolaylaştırmak için tasarlanmıştır. Ancak ilgili herhangi bir meslek (örn. orta öğretim öğretmenleri, müdürler, vb.), ülke veya uzmanlığa göre de genel profil dizininde arama yapılabilir. Seçilen üyelerle doğrudan iletişime geçilebilir.
- ç) Scientix Uygulama Toplulukları (Communities of Practice, CoP): STEM öğretmenlerinin bilim ve teknoloji konularını tartışabilecekleri, belirlenmiş bir uzman tarafından yönetilen çevrimiçi bir forumdur. Bu alanda, konu yönergeleri olarak bir dizi faydalı kaynakla eşleştirilmiş konuyla ilgili temel bir sunum bulunur. Katılımcılar, sorgulamak ve tartışmak için bir dizi açık soru bulurlar. Bu aracın amacı, katılımcıların bir dizi nihai fikir veya sonuç formüle etmeleri için daha çok ilgilendikleri sorular üzerinde birbirleriyle etkileşim kurmalarını ve tartışmalarını sağlamaktır.

Tartışma Forumu (Discussion Forum) ile fen bilimleri eğitimindeki en son girişimler hakkında tartışmalara katılım sağlanır. Scientix forumlarında her proje ve her ülke için ayrı tartışmalar vardır. Talep üzerine yeni tartışma kategorileri oluşturulabilir. Forumlar herkese açıktır; ancak tartışmalara katılabilmek için Scientix portalına kaydolmak gerekmektedir. Yeni bir yazı göndermek için, bir kategori seçmek ve "Yeni konu gönder" düğmesini tıklamak gereklidir. Gönderiler herhangi bir dilde yazılabilir.

Scientix Sohbet (Scientix Chat), diğer kullanıcılarla doğrudan etkileşim kurma yöntemidir. Sohbet başlatmak için portalda kayıtlı olmak gereklidir. Kayıttan sonra, sohbet aracı otomatik olarak sayfanın sağ alt köşesinde belirir. Hangi kullanıcıların çevrimiçi olduğunu görmek için "Çevrimiçi arkadaşlar" düğmesi tıklanır. "Sohbet" penceresini açmak ve konuşmayı başlatmak için kullanıcının adını tıklamak yeterlidir. Scientix Blogu (Scientix Blog), Scientix ağına dahil olan kişilerin ve projelerin Avrupa'daki güncel fen bilimleri eğitimi konularında kişisel hikayeler yayınlaması için bir alan olarak tasarlanmıştır. European Schoolnet'in temsilcileri ve Scientix Elçisi Gönüllüleri bloga ana katkıda bulunanlar olsa da dünyada STEM eğitimine dahil olan Scientix topluluğunun diğer tüm üyeleri, deneyimlerini Scientix ile paylaşmak isteyen herkes bu bloga katkıda bulunabilir. Yazılar editörlerin kontrolünden geçtikten sonra yayımlanır. Scientix blogu, Scientix etkinliklerinden STEM eğitimi araştırma ve uygulamasındaki son gelişmelere ilişkin görüşler ve yorumlara, haber dizileri veya yayın incelemeleri dahil olmak üzere bir dizi farklı öğeye sahiptir. Scientix blogunda yayınlanan makalelerin görüşleri yalnızca ilgili yazarların sorumluluğundadır ve Avrupa Komisyonu, Avrupa Okul Ağı veya Scientix'in görüşlerini temsil etmemektedir.

Etkinlikler (Events) bölümünde Scientix tarafından düzenlenen canlı veya yüz yüze etkinliklerin (seminer, çevrim içi seminer, atölyeler vb.) takvimine ve bu etkinliklerin detaylarıyla ilgili bilgilerin verileceği linklere erişim sağlanmaktadır. Ayrıca sayfanın altında

bulunan arama butonundan anahtar kelime, tarih, ülke, çeşit, dil ve konuya göre arama yaparak da etkinlikler hakkında bilgi edinmek mümkündür.

Scientix portalının ana dizinlerinden biri de Projeler'dir. Bu kısımda, bizzat dâhil olunabilecek veya proje yaparken ilham alınabilecek birçok proje örneği bulunmaktadır. İstenilen projeye; ülke, konu, hedef gruplar, finansman ve zaman aralığı filtreleri kullanılarak kolayca ulaşılabilmektedir. Tamamlanmış veya devam eden projeler arasında istenen kriterlerde arama yapılabilen ve sisteme kayıtlı projelerden hangilerinin öğretmen aradığı bilgisi görülebilmektedir. Arama sonucu bulunan projenin; temel bilgilerine, araştırma ve öğretmen bilgilerine sayfa üzerinden ulaşılabilmektedir. Portal, STEM eğitimi ve ilgili alanlarda ulusal ve Avrupa ölçeğinde çok sayıda projeyi bünyesinde barındırmaktadır (European Commission, 2014). Sayfanın sağ sütununda, proje ve proje yöneticilerine ilişkin önemli bilgiler bulunmaktadır. STEM projeleri, Proje Gönder (Submit Project) butonu kullanılarak Scientix projeler havuzuna kaydedilebilmektedir. Çevrimiçi Toplantı Odası (Online Meeting Room) ile sistemde kayıtlı olan projeler için, çevrimiçi toplantı, atölye ve webinar planlama olanağı sunulmaktadır. Ağ Etkinliği (Networking Events); deneyimleri paylaşmak, sorunlara çözüm bulmak, yeni iş birlikleri ve ortaklıklar oluşturmak için proje koordinatörlerini, yöneticileri ve diğer temsilcileri bir araya getirmektedir. Proje yöneticileri, projeleri için Scientix Elçilerinden yardım alabilmektedirler. Scientix; sistemde kayıtlı projelerde, literatür taraması, çeviri, inceleme, geri bildirim gibi belirli görevler için elçilerinin desteğini sunmaktadır.

Konferanslar (Conferences) bölümünde geçmişte düzenlenen 1., 2. ve 3. Scientix Konferansları hakkında bilgiler yer almaktadır. Ayrıca Scientix Ulusal Konferansları ile ilgili güncel bilgiler de yine bu bölüm üzerinden takip edilebilmektedir.

Haberler (News) bölümünde, en güncel Scientix projelerine, Scientix etkinliklerine, kampanyalara, girişimcilere, yaygın çevrimiçi kurslara ve ilgili konulardaki son dakika bilgilerine ulaşılır. Ayrıca arama butonu ile geçmiş haberlere de ulaşmak mümkündür.

Scientix portalı Kaynaklar dizini, her yaş grubu için faydalı materyaller sunan kapsamlı bir arşive sahiptir (EC, 2021c). Konuya ilişkin anahtar kelime girilerek kaynaklara, doğrudan, çevrimiçi erişim sağlanabilir. Gelişmiş arama seçeneği kullanıldığında ise; konu, yaş aralığı, tür, dil gibi sınırlamalar ile kaynak için arama alanı daraltılır. Burada, sanattan teknolojiye, ekonomiden mühendisliğe kadar 38 farklı konu alt başlığı bulunmaktadır. İhtiyaç duyulan kaynağın türüne göre; sunum, video, deney gibi 40 ayrı seçenek arasından arama yapılabilir. Arama sonuçları, tam açıklamaları ile anlaşılır şekilde görüntülenir. Böylece indirilecek materyallerin, gereksinimleri karşılayıp karşılayamayacağı net olarak anlaşılır. Scientix portalına üye olmadan indirilebilen bu kaynaklar ücretsizdir. STEM strateji kriterlerine, türüne ve yaş grubuna göre; içinde Türkçe'nin de bulunduğu birçok dilde kaynak taraması yapılabilir. Kaynaklar havuzunda; 2500'ün üzerinde öğretim materyali, 800'e yakın araştırma raporu, 60'ın üzerinde eğitim kursu ve 3000'e yakın öğrenim materyali bulunur.

Scientix Kaynak Aracı (Scientix Resources Widget), portala yeni eklenen bir özelliktir. Kullanıcıların herhangi bir web sayfasından Scientix kaynaklarına ulaşmasına olanak sağlar. Kişisel web sayfanıza veya portalınıza bu aracı ekleyerek, ziyaretçilerinizin doğrudan Scientix kaynaklarına erişimini sağlayabilirsiniz.

Scientix Kaynaklar sayfasına eklenen özelliklerden bir tanesi de yeni çeviri hizmetidir. Diyelim ki, Scientix öğretim materyallerinden sınıf ortamında kullanılabileceğiniz, yararlı olacağını düşündüğünüz bir kaynak buldunuz. Bulduğunuz kaynağa; çevrilmesini istediğiniz dil seçeneği ile oy verebilir ve kaynağın 37 dilden birine çevrilmesini sağlayabilirsiniz. Çoğu kullanıcının oyunu alan ve sayfada belirtilen kriterlere uygun olan kaynaklar tercüme edilecektir. Ücretsiz olan çeviri hizmeti Scientix portalına üye olarak kullanılabilir (European Commission, 2021a)

Diğer Kaynak Havuzu (Other Repositories) altında bulunan; okullar için öğrenim kaynağı değişimi (Learning Resource Exchange for Schools) ile okullar arasında eğitim materyali değişimi sağlayan zengin içerikli projelere ulaşılabilir.

Açık Keşif Alanı (Open Discovery Space) ile öğretmenler ve her yaş grubundan öğrenciler için çok sayıda yenilikçi pedagojik eğitim materyaline ulaşmak mümkündür (MEB, 2021).

Son olarak da Kaynakları Yükle (Upload Resources) ile Scientix proje havuzunda sunulan STEM projelerini, eğitim materyallerini Scientix kaynak havuzuna yüklemek mümkündür. Görüldüğü üzere kaynaklardan ve sunulan hizmetlerden tam anlamıyla yararlanabilmek için Scientix portalına üye olmak gerekmektedir.

1.4. Sonuçlar

Sonuç olarak; Scientix Projesi, Avrupa'da STEM öğretiminde sorgulama temelli eğitimi Scientix Portalı ile sağlamakta ve STEM eğitiminin yaygınlaşmasını hedeflemektedir. Bu amaçla ana paydaşları olan akademisyenlere, öğretmenlere, yöneticilere, ailelere ve bu alanda ilgilenen herkese açıktır.

Projenin amacı, STEM becerileri olan bilimsel düşünmeyi, araştırmayı, problem çözmeyi ve bu çözümleri ürüne dönüştürme becerisini kazandırmanın yanında STEM yaklaşımını geliştirmek ve yaygınlaştırmaktır. 2020-2022 yıllarını kapsayan Scientix 4 projesi; portal, mesleki gelişim, topluluk oluşturma, STEAM Avrupa ortaklıkları ve konferanslar olarak 5 ana başlıkta amaçlarını açıklamıştır.

Scientix Portalı'nın öğretmenler, araştırmacılar ve proje yöneticileri ile politika uygulayıcıları olmak üzere 3 ana paydaşı bulunmaktadır. Her bir paydaş için portalda farklı etkinlikler düzenlenmektedir. Genel olarak öğretmenler için materyaller, uygulama ve eğitimleri kapsarken, araştırmacılar ve proje yöneticileri için fikir sağlama, yaygınlaştırma ve

ekip bulmak için etkinliklerini anlatabileceği bölümler bulunmaktadır. Politika uygulayıcıları ise son gelişmeleri takip etmek için portalı kullanmaktadırlar.

Scientix Portalı'nın bölümleri; ana sayfa, Scientix (Canlı), topluluk, etkinlikler, projeler, konferanslar, haberler, kaynaklar ve hakkında olarak gruplandırılmıştır. Ana sayfa; özet bilgiler, son projeler ve güncel haberleri içermektedir. Scientix (Canlı) ise yüz yüze etkinlikleri kapsamaktadır. Topluluk bölümünde proje koordinatörlerini, yöneticileri ve diğer temsilcileri bir araya getirerek deneyim paylaşımına olanak sağlanmaktadır. Ayrıca çevrimiçi toplantı odası, herkese açık profiller, eşleştirme aracı uygulama toplulukları, tartışma forumu, sohbet ve blog kısımları da bu bölümdedir. Etkinlik kısmı yapılan canlı veya yüz yüze etkinliklerin detaylarını duyurmaktadır. Projeler, projeler hakkında bilgilerin verildiği kısımdır. Konferanslar ise geçmişte yapılan konferanslar ile güncel konferanslar hakkında bilgilendirir. Haberler bölümünde güncel olarak portalda bulunan kurslar, etkinlikler, son dakika bilgileri bulunmaktadır. Kaynaklar ise STEM öğretiminde kullanılacak materyalleri içermektedir. Hakkımızda kısmı da portal ile ilgili bilgileri içermektedir.

Ülkemiz Scientix Projesi'ne Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü'ne bağlı olarak Scientix Portalı'ndaki çalışmalarla katılmaktadır. 2021 Mart ayından itibaren Scientix Projesi'nde 304 elçi ve 8 elçi yardımcısı ile etkin rol almaktadır.

1.5. Kaynaklar

European Commission (EC). (2014). Scientix the community for science education in Europe. Retrieved from: http://www.scientix.eu/c/document_library/get_file?uuid=6c22a98f-9c5f-4e49-b24e-6f5d2ad9ee5e&groupId=10137

European Commission (EC). (2021a). About Scientix. Retrieved from: <http://www.scientix.eu/about>

European Commission (EC). (2021b). Projects. Retrieved from: <http://www.scientix.eu/projects>

European Commission (EC). (2021c). Resource Repository. Retrieved from: <http://www.scientix.eu/resources>

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2021). Scientix Avrupa'da Fen Bilimleri Eğitimi için Topluluk. Ankara, Türkiye: MEB-Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. <https://scientix.eba.gov.tr/>

BÖLÜM 2: STEM OKULU ETİKETİ VE PLATFORMU

Gülsüm ATİLE, Gizem GÜÇLÜ, Hatice ÇANAKÇI & Umut ŞENCAN

Bölüm Özeti: Bu bölümde nasıl STEM Okulu Etiketini alınması gerektiğine ve STEM Okulu olma yollarına yer verilmiştir. Sisteme nasıl kaydolunması gerektiği, niçin STEM Okulu Etiketini alındığı hakkında bilgilendirme, yüklenmesi gereken örnek okul uygulama kanıtları ve vaka kayıtları hakkında bilgi verilmektedir. Özdeğerlendirme formu ve kriterler hakkında ayrıntılı bilgilendirme metinleri yer almaktadır (EC, 2021c). STEM Okulu Etiketini ile ilgili bilgilerin tamamı portaldan yararlanılarak yazılmıştır.

2.1. Giriş

STEM Okulu Etiketini; STEM çalışmaları yapan okullar için motivasyon kaynağı ve olumlu dönütler sağlayan bir çalışma olarak yer almaktadır. Okulların STEM okulu etiketi olarak çalışmalarını portalda yayınlamaları ve Avrupa Okul Ağında tanınırlık ve görünürlüğünü artırmaları, ilham almaları ve ilham kaynağı olmaları açısından çok önemli bir faktördür.

STEM Okulu Etiketinde amaç, portalda belirtildiği üzere; “Okullarda öğrencilerin STEM konularına ilgi ve becerilerini artırma konusunda rehberlik edilmesi ve uygun bir STEM stratejisi geliştirerek okullarda öğrencilerin, öğretmenlerin ve diğer paydaşların ilgili faaliyetlere odaklanmalarını sağlamak için gerekli araçları sağlamaktır” (EC, 2021).

2.2 STEM Okulu Etiketini

Bir STEM Okulu, farklı disiplinler ve kriterler ile karakterize edilen açık bir STEM stratejisine sahip eğitim öğretim veren bir okul olarak tanımlanır. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitimindeki dört ana paydaş grubuyla kapsamlı bir işbirliği sürecine dayanan [Avrupa STEM Okulları Raporunun](#) sonucu olarak Avrupa Okul Ağı tarafından verilen bir etikettir. Kilit paydaşlar; okullar, STEM öğretmenleri, Eğitim Bakanlıkları ve STEM Endüstrileridir.

Bir okulun STEM Okulu Etiketini başvurması için birkaç neden vardır:

1. Avrupa STEM Okulu Etiketini portalında uyumlu iletişim ve yaygınlaştırma faaliyetleri yoluyla ulusal ve Avrupa düzeyinde yüksek görünürlük.

2. STEM eğitim düzeyini iyileştirmeye ve uzmanlığını paylaşmaya istekli bir okul olarak tanınması.
3. STEM Okulu Etiketini okulun tüm tanıtım ve bilgi materyallerinde gösterme imkânı sağlaması.
4. Okul düzeyinde STEM stratejilerinin geliştirilmesine ilham vermek için Avrupa STEM okulları ağına üyelik.
5. Okulların STEM uygulamasına yönelik çalışmaları ile öğrencilerin STEM becerileri elde etmelerine olanak sağlayacak ortamı bulmalarını kolaylaştırmasıdır.

STEM Okulu Etiketini, 2017'de başlatılan [European Schoolnet](#), [Ciencia Viva](#) (Portekiz), [Maison pour la Science d'Alsace](#) (Fransa), [Bilim Teşvik Merkezi](#) (Sırbistan) ve [Ulusal Eğitim Ajansı'nın](#) (Litvanya) ortak girişimidir. Erasmus+ projesi olarak ortaya çıktı ve 2021 itibarıyla STEM Okulu Etiketini faaliyetleri, Avrupa Birliği'nin Horizon 2020 araştırma ve inovasyon programı tarafından finanse edilen SCIENTIX altında devam etmektedir.

Avrupalı okullara, öğrencilerin STEM konularına ilgilerini ve becerilerini arttırmaları konusunda rehberlik etmek ve okullara uygun bir STEM stratejisi geliştirerek öğrencilere, öğretmenlere ve diğer aktörlere ilgili faaliyetlerde bulunmaları için gerekli araçları sağlamak hedeflenmektedir. Bir STEM Okulu, farklı kilit unsurlar ve kriterler ile karakterize edilen açık bir STEM stratejisine sahip bir okul olarak tanımlanmaktadır.

Ülkemizin 10. Kalkınma Planı içinde “yenilikçi üretim, istikrarlı yüksek büyüme” bölümünde yer alan “bilim, teknoloji ve yenilik” maddesinde, araştırmacı insan gücünün nitelik ve nicelik olarak geliştirilerek özel sektörde istihdamının artırılması ihtiyacına vurgu yapılmaktadır (Kalkınma Bakanlığı, 2014, s.209). Öte yandan, 64. Hükümet programında da “Yenilikçi ve yüksek teknolojiye dayalı bir biçimde dönüşümü gerçekleştirmeyi, girişimcilik kapasitemizi güçlendirmeyi, bilgi tabanlı ekonomiye dönüşüm için nitelikli bir istihdam alt yapısı oluşturmayı öncelikli olarak görüyoruz.” ifadesi yer almaktadır. Bu anlamda, STEM eğitiminin amaçlarıyla 64. Hükümet programının amaçlarının da aynı doğrultuda olduğu görülmektedir (T. C. Başbakanlığı, 2015, s.86).

Bakanlığımız Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü; “Avrupa Okul Ağı disiplinler arası STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimini yaygınlaştırmak amacıyla çeşitli projeler yürütmektedir. Avrupa Okul Ağı tarafından okullarda sorgulama, araştırma, üretme ve buluş yapma becerilerini geliştirmeye yönelik STEM eğitimi stratejisi belirleyen okullar için STEM Okulu Etiketini projesi başlatılmıştır” (MEB, 2021). Bakanlığımızın 2023 Vizyon Hedeflerinde yer alan “Öğrenme Süreçlerinde Dijital İçerik ve Beceri Destekli Dönüşüm” temasının gerçekleşmesine doğrudan katkı sağlayacağı öngörülen bu uygulama ile öğrencileri bilim insanlığına ve mühendisliğe yönlendirmek amacıyla STEM

kapsamında 21.yüzyıl becerilerini geliştirmek amacıyla yapılan etkinlikler Avrupa Okul Ağı'nda paylaşılmıştır (MEB, 2016, s.30).

Avrupa Okul Ağı (European Schoolnet-EUN) tarafından yürütülen ve Erasmus+ programı tarafından finanse edilen bir organizasyon olan STEM yaklaşımının tüm dünyada kabul görmesi ile birçok ülke ulusal STEM stratejilerini açıklamaya başlamıştır. STEM Okulu Etiket (STEM School Label) projesi de okul bazında STEM stratejileri geliştirmek amacıyla okulları cesaretlendirmektedir. STEM Okulu Etiket projesi belirlenen kriterlere göre, okul temsilcilerinin çevrimiçi bir öz değerlendirme aracı kullanarak okullarının STEM performansını değerlendirebilecekleri bir çerçeve sunmaktadır. Bu öz değerlendirme aracı, okulların gerekli gelişim alanlarını belirlemelerine yardımcı olacak ve başvuran okullara okul düzeyinde STEM etkinliklerini iyileştirmeleri için kaynak önerileri de sağlayacaktır. STEM Okulu Etiket kriterlerinin geliştirilmesi bir dizi çalışma sonunda gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada STEM Okulu'nu tanımlayan ilk temel bileşenler ve kriterler kümesini belirlemek için literatür taraması yapılarak STEM Okulu konseptinin mevcut tanımları, çerçeveleri ve sınıflandırmaları analiz edilmiştir. İkinci adımda ise, STEM eğitiminde kilit aktörler olarak tanımlanan ve ilgili anlayışlara sahip olan dört paydaş grubu (okullar, STEM öğretmenleri, Eğitim Bakanlıkları ve STEM endüstrisi) ile ortak çalışmalar yapılmıştır. Son aşamada ise, STEM okulunu tanımlayacak bir anket geliştirilmiştir.

Yapılan ilk denemeler, bir STEM okulunu tanımlayan temel bileşenler ve kriterler değerlendirildiğinde büyük oranda bir memnuniyet olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulguların STEM eğitiminin verilmesi ve geliştirilmesinde kilit paydaşlardan toplandığı düşünüldüğünde, bu sonuçlar oldukça önemlidir. Yine de bu kriterlerin iyileştirilebileceği düşünülmektedir. Farklı müdahalelerin, tartışmaların ve değişikliklerin ardından, bir okulun STEM stratejisinin bir STEM Okulu olarak kabul edilebilmesi için yerine getirmesi gereken son bileşenler ve kriterler şunlardır; öğretim süreçleri, müfredat uygulamaları, ölçme ve değerlendirme, okul personelinin mesleki gelişimi, okul liderliği ve kültürü, paydaşlarla iletişim ve okul alt yapısı. Tüm bu ana kriterlerin bir dizi alt kriterleri de mevcuttur.

Değerlendirme formu yedi kategoride, 21 sorudan oluşmaktadır (EC, 2021c).
Kategoriler:

- Öğretim
- Müfredat Uygulama
- Değerlendirme
- Personelin Profesyonelleşmesi
- Okul Liderliği ve Kültürü
- Bağlantılar

- Okul Altyapısı

2.2.1 STEM Okulu Etiketini Tanıtımı

STEM Okulu Etiketini ile okul temsilcileri, okullarını bir STEM Okulunu tanımlayan kriterlere göre çevrimiçi bir öz değerlendirme aracıyla değerlendirebileceklerdir. Bu öz değerlendirme aracı, gerekli gelişim alanlarını tanımlayacak ve başvuru sahibi okullara STEM faaliyetlerini okul düzeyinde geliştirmeleri için eğitim ve kaynak sağlayacaktır.

Projenin amacı, Avrupalı okullara genç Avrupalıların STEM konularına ilgilerini ve becerilerini arttırmaları konusunda rehberlik etmek ve okullara uygun bir STEM stratejisi geliştirerek öğrencilerini, öğretmenlerini ve diğer aktörleri ilgili faaliyetlerde bulunmaları için gerekli araçları sağlamaktır.

STEM Okulu Etiketini, Erasmus+ Programı tarafından finanse edilen çok paydaşlı bir proje olarak başlatılmıştır. STEM Okulu Etiketini, Avrupa Okul Ağı, Ciencia Viva (Portekiz), Maison pour la Science d' Alsace (Fransa), Bilim Tanıma Merkezi (Sırbistan) ve Eğitim Geliştirme Merkezi'nin (Litvanya) ortak girişimidir

STEM Okulu etiketini alma; aldıktan sonra ve uygulama sürecinde okullar, bulunduğu bölgedeki tüm yerel paydaşlar ile iş birliği yaparak yaygınlaştırma çalışmaları yapmaktadırlar.

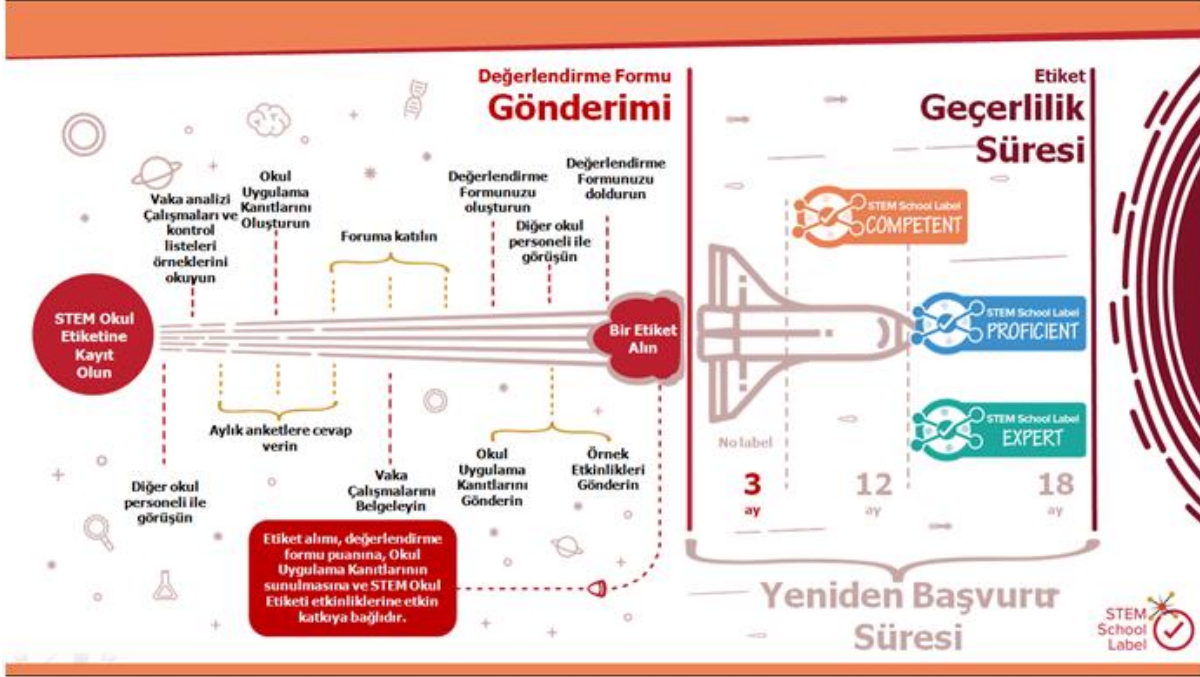
Şimdiki ve gelecekteki aktiviteler ise portalda şu şekilde listelenmiştir (EC, 2021):

- STEM okullarını tanımlamak için uluslararası ölçütler seti geliştirmek.
- Okullara ve paydaşlarına sınıfta STEM eğitim aktivitelerinin seviyelerini iyileştirmede rehberlik etmekle birlikte, STEM paydaşlarıyla okul dışındaki bağlantıları tercih etmek.
- Mevcut yenilikçi STEM eğitim kaynaklarını, STEM faaliyetlerinin seviyesini arttırmak amacıyla okullar için faydalı bir şekilde derlemek.
- Eşler arası öğrenme etkinliklerine olanak sağlamak için uluslararası bir ağ ve STEM okulları topluluğu geliştirmek.

2.2.2. STEM Okulu Etiket Alma Süreci

Tablo 2.1.

STEM Okulu Etiket Alma Süreci



STEM Okulu Etiket, bir okulun çevrimiçi güvenlik seviyesini değerlendirmek için farklı faktörleri dikkate alır. Okulunuzu sertifikalandırmak için adım adım süreç hakkında bilgi edinin ve öz değerlendirmenizi hazırlamaya başlayın. Dikkatli biçimde, platformdaki tüm katkılarınız (Okul Uygulama Kanıtları, Vaka Çalışmaları vb.) İngilizce, Fransızca, Litvanca, Portekizce veya Sırpça yüklenmelidir. Etiket almak için Öz değerlendirme sürecinizi hazırlama sizin okulunuzun STEM stratejisini geliştirmenizi sağlar. Platformdaki diğer okul katılımcılarıyla bilgi alışverişi yapmak, okulunuzun stratejisini geliştirmenize yardımcı olabilir. Akreditasyonunuz için başvuracağınız zaman daha iyi bir sonuç elde etmek için bu araçlardan ve kaynaklardan yararlanılması gerekmektedir.

Stem Okulu Etiket için Sisteme Nasıl Kayıt Olunur?

1. www.stemschoollabel.eu adresine girilir ve sağ üst köşede bulunan (login) giriş sekmesine tıklanarak en altta "Create an account" kısmına tıklayarak yeni bir profil oluşturulur.
2. Profili Düzenle (Edit Profile) kısmına tıkladığımızda isminizin yanındaki düzenle (Edit) kısmına tıklayarak kişisel bilgilerinizi düzenleyebilirsiniz.
3. Profil Düzenle kısmının alt tarafında turuncu renkli Ekle (Add) yazısına tıkladığımızda "Select your organisation. Please select your organisation, by selecting its

country, region and town.” (Kuruluşunuzu seçin. Ülke, bölge ve ilçe seçerek kuruluşunuzu seçin) kısmını tıkladığınızda kurumunuz çıkmıyorsa alt tarafta yeşil çerçevede “I did not see my organisation in the list” (Organizasyonumu listede göremedim) sekmesine tıklayarak kurumunuzu kayıt etmelisiniz.

Öz Değerlendirme Sürecinizi Hazırlayın

www.stemschoollabel.eu adresinden platforma katılarak ve öğretmenlerle, müdürlerle ve STEM uzmanlarıyla iletişim kurarak okulunuzun STEM stratejisini geliştirme yolunda ilk adımı atmışsınız demektir.

Başvuruyu okul adına kimler doldurabilir?

Öğretmen misin yoksa okul müdürü mü? Bir okulda çalışan herhangi bir paydaş STEM Okulu Etiket platformuna kaydolabilir ve okulları adına başvuru sürecine okul katılımcısı olarak katkıda bulunabilir. Başvuruda okuldan yalnızca bir temsilci “okul temsilcisi” olarak kayıtlı başvuru formunu gönderebilir ancak aynı okuldan birkaç katılımcı “okul katılımcısı” olarak kayıtlı olabilir. Bununla birlikte, okul temsilcisi olacak öğretmen ya da idarecinin, değerlendirme ve akreditasyona devam etmek için, okul müdürü tarafından başvuruyu onaylayan resmi bildirgeye ihtiyacı vardır.

Adım 1: Hazırlık Aşaması

Öncelikle, bu alandaki uzmanlar tarafından sağlanan portalda bulunan bilgi ve kaynakların zenginliğinden yararlanın. Bir STEM Okulunu tanımlayan farklı kilit unsurlar hakkında mevcut kontrol listelerinden en iyi şekilde yararlanın. Her kontrol listesi, okulunuzun bir STEM Okulunu tanımlayan temel unsurlardan biri ile ilgili uygulayabileceği somut faaliyetlere karşılık gelen on ifade içermektedir. Başvuru sürecini izleyeceğiniz gibi, okulunuzun iç planlamasını hazırlamanıza yardımcı olacak ve başvurunuzu sunarken iyi bir puan almak için ne tür faaliyetler uygulayabileceğinizi göreceksiniz.

Kontrol listelerine aşına olduktan sonra, okulunuzun bu alandaki uzmanlığını göstermek için kendi “okul uygulama kanıtınızı” nasıl toplayacağınızı düşünmeye başlayabilirsiniz. Gönderdiğiniz okul uygulama kanıtı, öz değerlendirme formunun cevaplarını ve belirli bir kritere ilişkin faaliyetlerinizi (örneğin basın bültenleri, videolar, etkinlik gündemleri, fotoğraflar, web sitelerinde haberler, katılım sertifikaları, vb.) Kanıtlayabilecek herhangi bir belge olabilir.

Ayrıca, okulunuzun farklı STEM Okulu kriterlerine bağlı olarak yürüttüğü geçmiş olayları veya etkinlikleri ve bu faaliyetlerin bazı kısa özetlerini geliştirerek okulunuzun onlarla nasıl başa çıktığını da düşünmeniz gerekecektir. Bu portalda, bu özetlere “vaka çalışmaları” denir.

Hala “okul uygulama kanıtı” veya “vaka çalışması” nedir emin değil misiniz?

Okul uygulama kanıtı öz değerlendirme formuna verilen cevaplara delil sağlar, vaka çalışmaları ise okulunuzun geçmiş çalışmalarını içeren bazı kısa raporlardır. Her ikisi de bir sonraki daha büyük etikete geçmek istiyorsanız öz değerlendirme süreci için çok önemlidir, bu nedenle, Okul Uygulama Kanıtları Galerisi ve Örnek Olay Galerisi içindeki örneklerden ilham almaya başlayın ve daha da önemlisi diğer üye okullarla tartışmaya katılın.

Adım 2: İletişim Kurun, Katılım Sağlayın, Katkıda Bulunun

Kontrol listelerini ve kılavuzu okuduysanız, STEM Okullarındaki kaynakları araştırdıysanız ve kendi vaka çalışmalarınızı ve okul uygulama kanıtlarınızı hazırlamaya başladıysanız, platforma katılma zamanı!

Bunları yapabilirsiniz:

- Aylık ankete cevap verme
- Forum üzerinden diğer STEM Okulu Etiketli katılımcılarıyla etkileşime girme
- Blog alanından okulunuzdan, şehrinizden veya ülkenizden haber paylaşımı
- Portalda, sizin veya başka bir okul katılımcısının yaptığı her şey, öz değerlendirme formunuzla birlikte vereceğiniz final puanına sayılır.

Şimdi değerlendirme formu için hazırsınız!

Gönderiminizi onaylayan okul müdürünüzden resmi bir beyanınız varsa ve yukarıda önerilen tüm aktiviteleri ve yansıtma alıştırmalarını yaptıysanız, platformda mevcut olan öz değerlendirme formunuzu başlatma zamanı gelmiştir.

Değerlendirme formu yedi kategoride 21 sorudan oluşmaktadır:

- Öğretim
- Müfredat Uygulama
- Değerlendirme
- Personelin Profesyonelleşmesi
- Okul Liderliği ve Kültürü
- Bağlantılar
- Okul Altyapısı

Cevaplarınıza göre, gönderdiğiniz kaynaklar ve vaka çalışmaları ile platformdaki etkinliğinizin kalitesine ek olarak, okulunuza bir puan verilecek. Bu puana bağlı olarak, okulunuz aşağıdaki etiketlerden birini alabilecektir:

Etiket yok: 25 puandan az puan alırsanız, size bir Etiket verilmez. Yine de endişelenmeyin! Uygulama mükemmelleşir, kişiselleştirilmiş Eylem Planınıza dahil edilen öneriler üzerinde çalışma yapılır, kontrol listeleri yeniden okunur, okul uygulama kanıtları ve STEM Okulu Etiket portalındaki vaka incelemeleri incelenerek üç ay sonra tekrar denenebilir.

Yetkili Etiket: Değerlendirme formunuz yedi kategorinin her birinde en az 3 puan olmak üzere en az 25 puan alırsa, okulunuz bir Yetkili Etiket kazanacaktır. Bu, okulunuzun bazı yönleri uygun olan bir STEM Okulu stratejisi geliştirme konusunda kararlılık gösterdiği, ancak daha yapılması gerekenler olduğu anlamına gelir.

Eylem Planında önerilen değişiklikleri uygular ve platforma yeterince katkıda bulunursanız, Yetkili Etikete hak kazandıktan on iki ay sonra değerlendirme formunu tekrar gönderebilirsiniz.

Yeterli Etiket: Yeterli Etiket alabilmek için değerlendirme formunuzun yedi kategoriden her birinde en az 4 olmak üzere en az 37 puan ve her soru için 1 puan alması gerekir. Bu, değerlendirme formunda en az 28 puana ve Topluluk yönleri için en az 9 puana karşılık gelir (Blog, Forum veya aylık anket ve en önemlisi okul uygulama kanıtı ve vaka çalışmaları).

Yetkinlikten Yeterli Etikete geçme incelemesi, STEM eğitiminde atanmış bir uzman olan bir STEM Okulu Etiket Koordinatörü tarafından yapılır. Bu incelemeler, her ayın son beş iş günü boyunca yapılır.

Son olarak, Uzman Etiket; değerlendirme formunda en az 52, yedi kategoriden her birinde en az 5 puan ve her soru için 1 puan alan okullar içindir. Bu, değerlendirme formunda en az 35 puana ve Topluluk yönleri için en az 17 puana karşılık gelir (Blog, Forum veya aylık anket ve en önemlisi okul uygulama kanıtı ve vaka çalışmaları).

Platformdaki kaynaklar, vaka çalışmaları ve faaliyetler, bir STEM Okulunun tüm kriterlerinde olağanüstü bir uygulama sergilemeli ve bir STEM Okul stratejisinin tüm öğrenciler için okula dahil edildiğini göstermelidir.

Yine, Yeterlik Alanından Uzman Etikete geçme incelemesi bir STEM Okulu Etiket Koordinatörü tarafından yapılır. Bu incelemeler, her ayın son beş iş günü boyunca yapılır.

Uzman STEM Okulu ödüllü bir okul, ebeveynleri aktif olarak destekleyecek ve diğer okullardaki meslektaşları için sosyal yardım sağlayacak.

Adım 3: Skor Sistemi

STEM Okulu Etiket değerlendirme aracının puanlama sistemi, aşağıdaki iki ana unsura dayanmaktadır: Başvuru formuna verilen cevaplar ve her soru ile ilgili faaliyetlerin seviyesine bağlı olarak puan 0 ile 3 arasında değişmektedir.

Adım 4: Eylem Planı

Kişiselleştirilmiş Eylem Planınız nasıl oluşturulur?

Başvurunuzu okulunuz adına STEM Okulu Etiket'i'ne gönderdiğiniz için tebrikler. Artık her kriter için puanınız hakkında bilgi sahibi olduğunuza göre, okulunuzun STEM stratejisini geliştirmenize ve bir sonraki Etiket için başvurmanıza yardımcı olacak kişisel bir Eylem Planı da aldınız! Bu kişiselleştirilmiş Eylem Planı, seçtiğiniz cevaplara bağlı olarak daha fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyabilecek kriterler hakkında okul düzeyindeki faaliyetlerinizi geliştirmenize rehberlik edebilecek türden kaynaklardan oluşmaktadır.

Tüm bu talimatları izlerseniz, şüphesiz okul düzeyinde ilgili bir STEM stratejisine sahip olacak ve Uzman Etiket'i'ne erişebileceksiniz!

Denetim Listeleri

Her kontrol listesi, sizin ve okulunuzun bir STEM Okulunu tanımlayan yedi temel unsurun her birinde uygulayabileceğiniz somut faaliyetlere karşılık gelen on ifade içermektedir. Başvuru sürecini izleyeceğiniz gibi, okulunuzun iç planlamasını hazırlamanıza yardımcı olacak ve başvurunuzu sunarken iyi bir puan almak için ne tür faaliyetler uygulayabileceğinizi göreceksiniz. Denetim listeleri portalda erişilebilir durumdadır.

2.3.1. Portalın Bölümleri

2.3.1.2. Forum ve Blog

STEM Okulu Etiket forum alanı, okul düzeyinde STEM stratejileriyle ilgili iyi uygulamaların, deneyimlerin ve fikirlerin alışverişi için bir fırsat sağlar. Okul temsilcilerini ve katkıda bulunanları ağ kurmaya, etkileşim kurmaya ve sahip olabilecekleri ortak endişeleri ele almaya teşvik eder. Bu çevrimiçi tartışma panosunun amacı, kullanıcılara akranlarıyla düşünmeye iten, yapıcı tartışmalar yapma ve geri bildirim alma fırsatı sağlamaktadır (EC, 2021b).

2.3.1.3. Forumun Kuralları

Forum için bazı kurallar belirlenmiştir (EC, 2021). Bunlardan en önemlisi forumu kullanırken dilin İngilizce olmasıdır.

Ayrıca, konuya göre kategori seçip oraya yorum yapılmalıdır. Forumu kullanırken bu kurallara uymanız beklenmektedir. Forum aşağıdaki kategoriler kısmından oluşmaktadır. (Form-Form Kuralları,2021) Bloga katılım stem etiketi için +2 puan getirmektedir. Foruma katılım ise +0,5 puan getirmektedir.

1. STEM Okulu stratejileri ve kriterleri üzerine tartışmalar (Lütfen bu alanı STEM Okulu kriterleriyle ilgili haberleri veya bunlarla ilgili okulunuzda karşılaştığınız ilgili şüpheleri, soruları veya durumları paylaşmak için kullanın. Alt kategoriler: Aktiviteler, etkinlikler ve kampanyalar için fikirler.)

2. Tanıtımlar ve genel yorumlar [Lütfen bu alanı kendinizi tanıtmak veya olabilecek genel yorumlarınız için kullanın. Alt kategoriler: Tanıtımlar ve öğretmen buluşma yeri (Fransızca), Tanıtımlar ve öğretmen buluşma yeri (Litvanca), Tanıtımlar ve öğretmen buluşma yeri (Portekizce), Tanıtımlar ve öğretmen buluşma yeri (Sırpça).]

3. STEM School Label ve Ambassador STEM Okulları (Forumun bu bölümü Ambassador STEM Okullarına adanmıştır. Projeye katılımınız hakkında tartışmak ve fikir alışverişinde bulunmak için lütfen bu alanı kullanın.)

4. STEM Okulu Etiket girişi (Lütfen bu alanı değerlendirme süreci hakkında konuşmak, ilerlemeniz hakkında konuşmak, STEM School Label üyelerine sorular sormak için kullanın. Alt kategoriler: Akreditasyon süreci, Portal soruları ve teknik konular, Okul Uygulama Kanıtları ve Başvuru süreciyle ilgili Vaka Çalışmaları şüpheleri.)

2.3.1.4. Okul Uygulama Kanıtı

Tanım: Okul Uygulama Kanıtı öz değerlendirme formunda okuldan gelen cevaplarla ve bir veya daha fazla STEM Okulu kriterlerine ilişkin gerçekleştirilen faaliyetler ile kanıt sağlar.

Okul Uygulama Kanıtı, tüm temel bilgileri içeren İngilizce dilinde çok iyi bir açıklama ve ayrıca bir dosya veya web bağlantısı içermelidir. Herhangi bir dilde olabilen basın kupürleri, videolar, etkinlik gündemi, fotoğraflar, web sitelerindeki haberler, katılım sertifikaları vb. de okul uygulama kanıtına dahil edilebilir.

Okul Uygulama Kanıtı Değerlendirme Kriterleri

- 1- Title (Başlık) ve Description (açıklama) orijinal olmalıdır.
- 2- Sunulan kanıt, ele aldığı iddia ettiği STEM Okulu Etiket kriterleriyle ilişkili olmalıdır.
- 3- Okul tarafından yüklenen başlık, açıklama ve yorumlar İngilizce yazılmalıdır.
- 4- Yüklenen kanıt Türkçe olabilir.

5- Açıklama: konu / başlık ile ilgili açık, iyi yazılmış en az bir cümle olmalı ve kanıtları kapsamlı bir şekilde özetlemelidir.

Durum Çalışmaları Değerlendirme Kriterleri

1- Başlık ve içerik orijinal olmalıdır.

2- Çalışma, ele aldığı iddia ettiği STEM Okulu Etiketleri kriterleriyle ilişkili olmalıdır.

3- Başlık ve diğer tüm alanlar İngilizce doldurulmalıdır.

4- Summary (Özet): konu / başlık ile ilgili açık, iyi yazılmış en az bir cümle olmalı ve çalışmaları kapsamlı bir şekilde özetlemelidir.

5- Description (Açıklama): İlgili olduğu temalar / konular ve kullanılan kaynakların kullanımına dair çalışmanın açıklamasını içerir.

6- Motivation and Aims (Motivasyon ve Amaçlar): Belli bir kaynağın / faaliyetin seçimi ve kullanımının arkasındaki nedenlerin yanı sıra amaç ve faydalarının kısa bir özetini içerir. Ne tür bir değişiklik yapmak niyetindeydi? Hangi sorunu çözmek için tasarlandı? Yazılması gerekir.

7- Lessons learnt (Alınan dersler): Neyin işe yaradığının yanı sıra karşılaşılan belli zorlukların ve bunların nasıl ele alındığının kısa bir özetini içerir.

Yüklenen çalışmalar;

- STEM uygulamalarında gerçek dünya problemine çözüm aramalıdır,
- Birden fazla disiplini içermelidir: Fen, Matematik, Teknoloji, Mühendislik derslerini kapsamalıdır.
- Yaparak yaşayarak öğrenme, proje tabanlı öğrenme gibi öğretim yöntemleri kullanılarak öğrenciyi aktif tutmalı ve motive edici olmalıdır.
- Öğrencilerin STEM'e karşı olumlu tutum geliştirmesini sağlamalıdır.

2.4. Kaynaklar

European Commission. (EU). (2021). Forum Kuralları. Erişim: <https://www.stemschoollabel.eu/group/community/collaborate/forum>

European Commission. (EC). (2021b). STEM School Label. Erişim: www.stemschoollabel.eu

European Commission. (EC). (2021c). STEM School Label. Erişim: <https://www.stemschoollabel.eu/criteria-definition>.

Kalkınma Bakanlığı. (2014). 10. Kalkınma Planı. Kalkınma Bakanlığı, Ankara, Türkiye.

Millî Eğitim Bakanlığı. (MEB). (2016). STEM Raporu. Millî Eğitim Bakanlığı, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.

T. C. Başbakanlığı. (2015). 64. Hükümet Programı. Başbakanlık, Ankara, Türkiye.

BÖLÜM 3: YİRMİ BİRİNCİ YÜZYIL BECERİLERİ

Nasiye YAMAÇ ŞAHİN & Ceyda ÖZDEMİR

Bölüm Özeti: Eğitimde kaliteyi yakalamak için, çağın gereksinimlerinin kavranabilmesi, çocukların birey olarak kabul edilmesi ve hayatın sorunları üzerinde düşünmeye özendirilmesi gerekmektedir. Eğitim programlarının sahip olduğu bileşenlerden biri olan beceriler; eleştirel düşünme, iş birliği çalışması, iletişim, yaratıcılık olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde ise bu kavramlara; kendiliğinden öğrenme, problem çözme, iletişim, paylaşma, sorumluluk alma, çevre farkındalığı, dijital ve finansal okuryazarlık, vatandaşlık, kültür, karakter eğitimi, bağlanabilirlik öğeleri eklenerek 21. yüzyıl becerileri adıyla anılmaktadır. Bu beceriler kişilerin sorumluluk sahibi vatandaş ve nitelikli iş gören bireyler olmalarını sağlayan nitelikleri ifade etmektedir. 21. yüzyıl becerileriyle bağlantılı olarak ülkemizde STEM eğitimini bilim dünyasının temel öğreti ve uygulamalarıyla uyumlu hale getirmek, günümüz iş dünyasının bilgi birikimine sahip, kalifiye işgücü ihtiyacını yetiştirmek, disiplinler arası STEM eğitimiyle öğrencilerin alan bilgi ve becerilerini harmanlayarak güncel sorunlara yaratıcı çözümler geliştirmek için fırsatlar sağlanmalıdır. Bölüm hem becerileri hem de olası fırsatları aktarmaktadır. Bunun yanında, bölümde iş hayatında başarı için gerekli olan yumuşak beceriler tanıtılacak olup STEM eğitimindeki önemi vurgulanacaktır. STEM eğitimi sunduğu kariyer fırsatları ile öğrencileri geleceğin iş dünyasına hazırlamaktadır. Modern iş dünyasında sadece teknik ya da akademik bilgiye sahip olmak yetersiz kalmakta nitelikli işgücü için tamamlayıcı nitelikte olan yumuşak beceriler ön plana çıkmaktadır. Bu yüzden de küresel ekonomide rekabet gücünü artıracığına inanılan STEM eğitime yumuşak becerilerin dahil edilmesi son derece önemlidir. Bu becerilerin edinilmesinde öğrenci ve öğretmenlerdeki farkındalık düzeyi artırılmalı, okuldaki eğitim öğretim faaliyetleri destekleyici bir şekilde düzenlenmelidir. Bu bölüm yumuşak becerilerin geliştirilmesi için uygun yöntem ve teknikleri tanıtacak olup STEM eğitime bu becerilerin dahil edilmesi için öğretmenlere rehberlik edecektir.

3.1. Giriş

Alışıl gelmiş eğitim sisteminden farklı ve verimli bir eğitimden bahsetmek için çağın gereksinimlerinin kavratılabilmesi ve çocukların yaşadıkları ortamlarda bir birey olarak onaylanması, yaşamın gerçek problemleri üzerine düşünmeye özendirilmesi gerekmektedir.

Eğitim kavramı, insanın var olan beceri ve yeteneklerini geliştirmeye odaklanır. Bu odaklanma formal etkinliklerle olabileceği gibi informal etkinliklerle de gün yüzüne

çıkılmaktadır. Eğitim faaliyetlerinin gerçekleştiği ortam olarak okullar birden fazla değişkeni barındıran ve birden fazla değişkeni etkileyen yapılar olarak eğitim sistemlerinde yerini almıştır. Okullar hem bir eğitim birimi hem de bir eğitim ortamıdır (Balcı, 2013). Bu eğitim ortamında birden fazla değişkenin bulunuyor olması, devletlerin geleceğin vatandaşlarını yetiştirme amacıyla sürekli müdahil halde bulunmasının yanı sıra yönetici, öğretmen, öğrenci, fiziki ortam, eğitim programı, küreselleşme gibi kavramlarını da barındırması, okulları karmaşık bir sosyal sisteme dönüştürmektedir. Bu karmaşık yapının tek ve biricik hedefi öğrencinin öğrenmesidir, bu öğrenmenin yol haritası da eğitim programıdır.

Eğitim programları sadece ders kavramını barındırmaz. Aynı zamanda devletler (merkezi yönetim) tarafından yetiştirilmek istenilen vatandaşlara yönelik genel amaçları, öğretme-öğrenme etkinliklerinin niteliklerine ve nasıl gerçekleştirileceğine yönelik yönergeleri ile ölçme ve değerlendirme etkinliklerini barındırır (D'Hainaut, 1981). Legendre'ye (1993) göre eğitim programı;

“Tasarımlanmış, planlanmış ve öngörülen eğitsel amaçlara ulaşılması amacıyla bir eğitim kurumunun kontrolünde yürütülen eğitim durumlarının (öğretim hedefleri, özel beceriler, çeşitli uygulamalar ve bunların yolları, araç-gereçler, öğrenme öğretme etkinlikleri, destek hizmetler ve önlemler, ölçme-değerlendirme, başarı ölçütleri, ortam, insani kaynaklar, ders çizelgeleri vs.) bütününden ibarettir (s. 289).”

Eğitim programları (curriculum) şu bileşenleri içerir:

- Gerçekleştirilecek öğrenmeler,
- Öğrenme-öğretme stratejileri ve uygulanacak süreçler (öğrenme-öğretme süreçleri),
- Öğretim kaynakları veya hem öğretmenler hem de öğrencilere sağlanan eğitsel kaynaklar (ders kitapları, yardımcı kaynaklar, araç-gereçler) ve bunların kullanımına ilişkin yönergeler,
- Ders içerikleri,
- Gerçekte beklenen sonuçlar ve öğrenmenin ne derece gerçekleştiğini kontrol etme amacıyla yönelik sınav koşulları; ölçme ve değerlendirme araçları
- Eğitim programının uygulanmasına (yönetimine) ilişkin düzenlemeler.

Eğitim programlarının sahip olduğu bileşenlerden biri olan beceriler konusunda eleştirel düşünme, iş birlikçi çalışma, iletişim, yaratıcılık ve problem çözme olarak karşımıza çıkan günümüzde ise bu kavramlara vatandaşlık, kültür, karakter eğitimi, bağlanabilirlik öğelerinin eklendiği 21. yüzyıl becerileri devreye girmektedir.

21. yüzyılda rekabetçi küresel ekonomi koşullarında öğrenciler özellikle Endüstri 4.0 ile yapay zekâ teknolojisinin kullanıldığı günümüzde okuma, yazma, okuduğunu anlama matematik, fen bilimleri, sosyal bilimler, spor, sağlıklı beslenme ve sanat alanlarında temel becerilere sahip olmalıdır. Eğitim alanında öğrencileri vatandaş, hane halkı bireyi ve çalışan olarak karşılaştıkları sorumluluklara uygun şekilde 21. yüzyıl becerilerine hazırlamak gerekmektedir. Bu nedenle, 21. yüzyıl okulları ve eğitim kurumlarını, küresel pazarda rekabet edebilir öğrenciler yetiştirmeye hazırlamak, öğretmen ve öğrencilerin dijital teknolojiler ve dijital öğrenme ortamlarını kullanmalarını sağlamak için uygun müfredatlar geliştirilmelidir (Özçelik ve Tuğluk, 2019). Okulların başarısı, çevrenin okula bakış açısı ya da çalışanların iş birliği içinde hareket etmeleri, okul yöneticisine bağlıdır. Okul müdürlerinin lider olarak, öğretmen, öğrenci, veli ve diğer bileşkeleriyle koordineli şekilde eğitimde uygulanabilirliği arttırmak için ortam yaratmaları gerekmektedir. Bunun için de sınıfta gerçekleştirilen etkinlikler; amaç ve hedefler, kazanımlar, öğretmenin rolü, ders içi araç ve gereçler, kimlerin öğreneceğine ilişkin konular, becerilerin geliştirilmesi bağlamında önem arz eder. Paydaşlar olarak öğretmenlerin rehberlik eden ve yönlendiren konumda olmaları beceri kavramlarının uygulanması ve öğretilmesi bakımından kritik öneme sahiptir.

Bu çalışmada beceri kavramı, beceri kavramının tarihsel gelişimi ve 21. yüzyıl becerileri ile doğrudan etkileşim halinde bulunan öğretmen, öğrenci ve okul yöneticisi değişkenleri ile bağlantısı ortaya konulacaktır.

3.2. 21. Yüzyıl Becerileri

Türk eğitim bilimleri literatüründe İngilizcesi Curriculum olan eğitimsel kavramın karşılığı tam olarak açıklanmış, anlaşılabilir değildir. Nitekim curriculum bazı yazarlar tarafından müfredat (Arslan, Akpunar ve Erdamar, 2018), bazı yazarlar tarafından öğretim programı (Demirel, 2012; Gümüşeli, 2014) bazıları tarafından da eğitim programı (Bayirli, 2021) olarak ifade edilmiştir.

Türk Dil Kurumuna (TDK) göre (2021) beceri, kişinin yatkınlık ve öğrenime bağlı olarak bir işi başarma ve bir işlemi amaca uygun olarak sonuçlandırma yeteneğidir. Tanım incelendiğinde bireyden öğrenme deneyimleri ile becerilerini geliştirmesi beklenmektedir. Bunun yanı sıra var olan becerileri geliştirmesine ek olarak daha önce sahip olmadığı becerileri de kazanması beklenebilmektedir. Beceri, Rychen ve Salganik'e (2003, akt. Ananiadou ve Claro, 2009) göre sorunları halledebilme, çalışma hayatındaki sorumlulukları yerine getirebilme; sahip olduğu bilgi ve niteliği muayyen durumlarda kullanarak karmaşık sorunları çözebilme kavramını içerir. Nitekim bu anlam kendi içinde toplumun yeterli talebini ister. Beceri tanımı, bir öğrencinin bilirkişi olduğunu göstermek için vakıf olması gereken eğilimlerin, bilgi ve kabiliyetlerin yelpazesini önemsemeyi muhtemel kılar (Lamb, Jackson ve Rumberger, 2015, ss. 11-12).

Özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısındaki soğuk savaş döneminde uluslar gelecekte nasıl bir zamanda yaşayacaklarını, yaşamak istediklerini sorgulamaya başlamıştır. Bu sorgulamalar

sonucunda 21. yüzyıl kavramı ortaya çıkmıştır. 21. yüzyıl becerileri bu yüzyılın bilgi toplumunda bireylerin iyi vatandaşlar ve nitelikli iş görenler olmalarını sağlayan özellikleri ifade etmektedir (Ananiadou ve Claro, 2009). Nitekim beceriler insanlık tarihi kadar eski olsa da 21. yüzyıl kavramı yeni icat edilmiş bir kavram gibi bir algı oluşmuştur.

3.2.1. 21. Yüzyıl Becerilerinin Önemi

Örgüt kavramının açıklanmasında mecazlar (metaforlar) sıkça başvurulan yöntemlerden biridir. Örgüt mecazları, toplumsal hakikatin, metaforik biçimde uyarlanması veya yansıtılması olarak ifade edilebilir (Balcı, 2008). Nitekim örgütler de birer organizmaya benzetilebilir. Nasıl ki organizmaların hayatta kalma dürtüleri mevcutsa, belirsizlik ile başa çıkma konusunda harekete geçebiliyorsa, örgütler de yaşamlarını devam ettirmek için daha yaşanabilir bir gelecek oluşturmaya/tasarlamaya çabalamaktadır. Bu açıdan bakıldığında örgütlerin yaşanabilir bir gelecek için üyelerinden beklentileri ve üyelerin de örgütlerden beklentileri vardır. Örgütlerin yüzünü geleceğe döndürüp bir planlama yapması vizyon kavramı ile ilişkilidir. Vizyon kavramı, TDK'ya göre (2021) insanı duyular dünyasının üstüne yükselten ve hiçbir zaman tam olarak gerçekleştirilemeyecek olan, yalnızca erişilmesi istenen amaç olarak kalan kılavuz ilkedir. Yönetim literatüründe bu kavram, liderlik ve örgütsel kültürle birlikte ele alınmıştır. Başarılı yöneticilerin her şeyden önce bir vizyon sahibi oldukları ileri sürülmüştür (Çelik, 1995).

Eğitim alanında öğrencileri; vatandaş, hane halkı bireyi ve çalışan olarak karşılaşacakları sorumluluklara uygun şekilde 21. yüzyıl becerilerine hazırlamak gerekmektedir. Bu nedenle, 21. yüzyılda okulları ve eğitim kurumlarını küresel pazarda rekabet edebilir öğrenciler yetiştirmeye hazırlamak ve öğretmen ve öğrencilerin dijital teknolojiler ve dijital öğrenme ortamlarını kullanmasını sağlamak için uygun müfredat geliştirilmelidir. Bundan dolayı güncellenen dünyaya, sürekli gelişime, yükselişe, bilgiyle yol gösteren devletlerin öğrenim yöntemleri, öğrencilerin sorularını yanıtlamak yerine onların soru sormalarını özendirilmelidir.

3.2.2. 21. Yüzyıl Becerilerinin Tanıtımı

21. yüzyılda rekabetçi global ekonomi koşullarında öğrenciler okuma, yazma, okuduğunu anlama, yorumlama ve matematik, fen bilimleri, sosyal bilimler, spor ve sanat alanlarında temel beceriler konusunda yetkin olmalıdır. OECD (2018) tarafından hazırlanan bir raporda günümüzde var olan mesleklerin yakın gelecekte kaybolacağı ve yeni mesleklerin ortaya çıkacağı belirtilmektedir. Bu bakımdan okullarda kaliteli öğrenme zamanları oluşturularak öğrencilerin yeni ortaya çıkacak mesleklere hazırlanmaları ve bu becerileri kazanmalarının önemli olduğu belirtilmektedir. 21. yüzyıl becerileri, bireylerin iyi vatandaşlar ve nitelikli iş görenler olmalarını sağlayan özellikleri ifade etmektedir (Ananiadou ve Claro, 2009). Crane, Wilson, Mausrizio, Bealkowski, Bruet ve Couch (2003: Akt: Çepni, 2016, s.8) 21. yüzyıl becerilerinin oluşması için gerekli olan altı kritik elemanı şu şekilde ifade etmiştir:

- Konunun özüne vurgu yapmak,
- Öğrenme becerilerine vurgu yapmak,
- Öğrenme becerilerini geliştirmek için 21. yüzyıl araçlarını kullanmak,
- 21. yüzyıl içeriğinde öğrenmek ve öğretmek,
- 21. yüzyıl içeriğini öğrenmek ve öğretmek,
- 21. yüzyıl becerilerini ölçmek için 21. yüzyıl değerlendirmelerini kullanmak.

21. yüzyıl becerilerine yönelik alanyazın incelendiğinde farklı yazar ve kuruluşların sınıflandırmalar yaptığı, bu sınıflandırmalara bağlı olarak raporlar hazırlandığı görülmektedir. Bu sınıflandırmalara ait bilgiler Ekteki Tablo 3.2’de yer almaktadır.

Bu becerilere yeni nesiller eğitim yaşamları içinde sahip olduklarında ve hayatın tüm alanlarını kapsadığında başarı kaçınılmazdır. Bu sebeple onları, karşılaştıkları problemleri çözebilmek için öğrenme ortamına odaklanmış, çoğunlukla probleme dayalı, takım ruhu olan, sorup merak eden ve de hayal kurabilen yaşam boyu öğrenenler olmalarına özendirilen bir eğitim sisteminde geliştirebilmek mühimdir.

3.3. 21. Yüzyıl Becerileri ve Okullar

21. yüzyılda teknoloji ve insanlık tarih boyunca hiç olmadığı kadar yakınlaşmıştır. Bu yakınlaşma bilim ve teknolojinin gelişmesine olanak vermiş, iletişim araçlarının yaygınlaşması ile bilgiye erişimi kolaylaştırmıştır. Bu etkileşim sonucunda ulaşılan bilgiyi eleştirel düşünme, karşılaştırma, bilginin güvenilirliği hakkında karar verebilme yetisine ehil olabilmek becerileri önem kazanmıştır. Çünkü 2023 Eğitim Vizyonu’nun esas gayesi “çağın ve geleceğin becerileriyle donanmış ve bu donanımı insanlık hayrına sarf edebilen, bilime sevdalı, kültüre meraklı ve duyarlı, nitelikli, ahlaklı bireyler yetiştirmek” biçimindedir (MEB, 2019).

Okulların yönetiminden okul müdürleri sorumludur. Okulların birer öğrenme ortamı olarak eğitim öğretim etkinliklerine devam etmesi, ilgili yasa ve yönetmelikler ile okul müdürünün yetki ve sorumluluğuna verilmiştir. Okul yöneticilerinin liderlik özelliğini taşıyabilmesi için, yönettikleri kişilerin duygu ve düşüncelerini etkileyebilmeleri ve yeni fikirler üretmeleri için onları teşvik edip yönlendirmesi gereklidir. (Tahaoğlu ve Gedikoğlu, 2009).

Okul müdürleri birer eğitim lideri olarak okullarda öğrencilerin yetenek ve becerilerinin bütüncül bir şekilde gelişmelerini sağlayacak ortamlar temin etmekten sorumludur. Bu öğrenme ortamında öğretmen, veli ve diğer değişkenler koordineli şekilde öğrenciye bu becerileri kazandırmaya çalışmaktadır. Bu eğitim bileşenleri hem bir okulun bütünü olarak hem de bireysel olarak becerilerin gelişiminden sorumludur. Nieveen ve Plomp (2018) sınıf, okul

ve sistem düzeyinde yapılacak çalışmalarla bu yetilerin kazandırabileceğini belirtmektedir. Bu becerilerin eğitimde uygulanabilirliğini artırmak için sınıfta gerçekleştirilen etkinlikler; amaç ve hedefler, kazanımlar, öğretmenin rolü, ders içi araç ve gereçler, kimlerin öğreneceğine ilişkin konular, becerilerin geliştirilmesi bağlamında önem arz eder.

Bunlara ilaveten bazı uluslararası raporların sonuçlarına göre okul yönetimi tarafından yapılabilecek yenilikler için şunlara önem verilmesi belirtilmektedir (MEB, 2015):

- Okul içindeki öğrenmeye ayrılan zamanın kalitesi artırılmalıdır.
- Sosyoekonomik açıdan dezavantajlı öğrencilere öğrenme eksikliklerini giderebilmesi için yardım sağlanmalıdır.
- Öğrencilerdeki akademik beklentiler üst düzeyde tutulmalıdır.
- Öğretmenlerin derslere iyi hazırlanmaları sağlanmalıdır.
- Öğretmenlerin öğrenme konusunda bireysel farklılıkları göz önünde bulundurmaları ve ona göre hazırlanmaları sağlanmalıdır.
- Öğretmenler mesleki gelişim çalışmalarına daha fazla katılmalıdır.
- Öğretmenler program içeriklerini hazırlamada ve öğrenci değerlendirme süreçlerinde daha fazla söz hakkı almalıdır.
- Nitelikli öğretmenler sisteme dahil edilmelidir.
- Okul programları ve öğrenci değerlendirmeleri 21. Yüzyıl temalarına uygun olmalıdır.
- Bu okullar öğretmenleri, öğrencileri, aileleri, sivil toplum örgütlerini ve bölgedeki liderleri, işletmeleri, diğer okulları ve üniversiteleri okul faaliyetlerine dahil ederler.
- Toplum katılımı projeye dayalı öğrenme, stajlar, kariyer akademilerine katılım biçiminde kuruluşlar ve işletmelerle olan ortak faaliyetlere kadar uzanır.

Türkiye gibi eğitimin merkezden yönetildiği sistemlerde eğitim programları bakanlık tarafından hazırlanmaktadır. Bu programların hazırlanmasında bazı durumlarda paydaşlardan görüş alınmaktadır. Paydaşlar olarak öğretmenlerin hem karar verici hem de uygulayıcı konumda olmaları, beceri kavramlarının uygulanması ve öğretilmesi/kazandırılması bakımından kritik öneme sahiptir.

Sosyal öğrenme konusunda önemli çalışmalara imza atmış olan Bandura'ya göre (1989) insanlar başkalarının davranışlarını ve bu davranışların sonuçlarını gözlemleyerek öğrenebilirler. Diğer bir ifade ile bir kavramın öğretilmesi/kazandırılması için eğitimci pozisyonundaki kişinin de bu kavram, bilgi ve beceriye sahip olup kullanması gerekmektedir.

Türkiye’de Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) 21. Yüzyıl Öğrenci Profili (2011) araştırması 21. yüzyıl eğitim sistemi ile ilgili bazı ipuçları vermektedir. Bu çalışmada öğrenci, öğretmen ve yöneticilere anketler yapılmıştır. Dikkat çeken bazı bulgularda; ankete katılan 10912 öğretmenden %65’i “Türkiye Eğitim Sisteminin Küreselleşme Sürecinde Gerektiği Gibi Olmadığını” düşünmektedir (MEB, 2011). Bu çalışmada Türk eğitim sisteminde öğretmenlerin 21. yüzyıl becerilerine yönelik görüşleri, aslında olması gerektiğinden daha düşük düzeyde olduğunu ortaya koymuştur.

MEB Eğitim Araştırma ve Geliştirme Daire (EARGED) Başkanlığının 2001 yılında bir araştırma ekibine yaptırdığı “21. yüzyıla girerken Türk Eğitim Sisteminin ihtiyaç duyduğu çağdaş öğretmen profili” çalışmasında; öğretmen adaylarında var olan “mevcut durum ve olması gereken durum” çözümlenmiştir. Neticesinde, (alan hakimiyeti, öğrenci gelişimi, planlama, öğretim stratejileri, sınıf yönetimi, bilimsellik, etkinlikler, mesleki gelişim, sosyal çevre, kişilik özellikleri gibi) farklı parametreler sonucunda “var olan ve olması gereken durum” arasında ayrımlar belirgin olmuştur. (EARGED, 2001).

3.4. Yumuşak Beceriler

Yumuşak beceriler; kişisel gelişim, sosyalleşme ve iş hayatında başarı için gerekli olan sosyo-duygusal becerilerdir (*Kechagias, 2011*). Bunlara örnek olarak iletişim, yaratıcılık, liderlik, sorumluluk, özyönetim, empati, profesyonellik, zaman yönetimi, etik ve esneklik becerilerini verebiliriz. Tüm bunlara beceri dememizin temeldeki sebebi eğitim aracılığıyla “öğrenilebilir ve geliştirilebilir” olmasıdır, ayrıca karmaşık durumlarda bu beceriler birleştirilebilir niteliktedir (*Kechagias, 2011, s.33*). Yumuşak beceriler; teknik, mesleki ve akademik becerileri tamamlayıcı özellikte olup insanların verimli çalışmasını ve diğerleriyle uyumlu çalışmasını sağlayan yeterlilik, davranış, tutum ve kişisel nitelikleri kapsar (Lippman, Ryberg, Carney, Moore, 2015). Yumuşak becerilerin belirli bir listesi yoktur, sınıflandırılması ise kaynağa göre değişiklik göstermektedir:

Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü OECD’nin (2018, 2019) “Eğitimin Geleceği 2030” projesinde öğrencilerin potansiyellerini gerçekleştirmek, sağlıklı ve üretken bireylerden oluşan toplumlar inşa etmek, küresel refah ve sürdürülebilirliği sağlamak için bireylerin ihtiyaç duydukları yumuşak beceriler tanımlanmaktadır. Uluslararası alanda yürütülen ve içinde Türkiye’nin de yer aldığı OECD Eğitimin Geleceği 2030 çalışmalarındaki yumuşak beceriler çerçevesi diğer çerçevelerden faydalanarak oluşturulmuş olup aşağıdaki tabloda detaylı olarak ele alınmaktadır.

Tablo 3.1.

OECD Sosyal ve Duygusal Beceriler Çerçevesi (MEB, 2020, s.21)

Alan	Beceriler
İş/Görev performansı	Özdenetim, sorumluluk, azim
Duygu dengeleme / düzenleme	Strese dayanıklılık, duygu kontrolü, iyimserlik
Başkalarıyla etkileşime geçme	Enerjik olma, kendinden emin olma, sosyal olma
İş birliği	Empati, ortaklık/uyumluluk, güven
Açık fikirlilik	Merak, yaratıcılık, esneklik/anlayış
Birleşik beceriler	Özyeterlik, başarıma güdüsü

Akademik, Sosyal ve Duygusal Öğrenme için İş birliği Platformu CASEL'e (2017) göre yumuşak beceriler; öz farkındalık, öz yönetim, sosyal farkındalık, ilişki becerileri ve sorumlu karar verme olmak üzere 5 yeterlik alanına ayrılır.

Petrides ve Furnham'e göre en önemli 15 yumuşak becerinin listesi şudur: uyum becerisi, atılganlık, kendini ve başkalarını duygusal olarak değerlendirme, duygusal ifade, başkalarının duygu yönetimi, duygusal düzenleme, düşük dürtüsellik, ilişki kurmak için gerekli beceriler, özsaygı, öz motivasyon, sosyal beceri, stres yönetimi, empati, mutluluk ve iyimserliktir (Petrides ve Furnham, 2001).

Uluslararası insan kaynakları danışmanları için çalışma konusundaki uluslararası deneyimlerini ve Hay Group danışmanlığı için yapılan daha önceki araştırmaları kullanarak, iş hayatındaki başarı için gerekli olan temel 20 yumuşak beceri belirlenmiş olup 4 ana başlıkta gruplandırılır. Bunlar: duygusal öz-farkındalık, öz-yönetim (öz kontrol), sosyal farkındalık (empati) ve sosyal becerilerin yönetimidir (Boyatzis, 1982; Boyatzis, D. Goleman ve Rhee, 2000).

Workforce Connections projesi kapsamında yapılan araştırmada genç işgücü başarısını artıran kilit yumuşak beceriler (a) sosyal beceriler, (b) iletişim, (c) üst düzey düşünme becerileri (problem çözme, eleştirel düşünme, karar alma gibi), (d) özkontrol, (e) pozitif benlik algısıdır (Lippman, Ryberg, Carney, Moore, 2015). Sosyal beceriler iş yerindeki diğer kişilerle iyi geçinmeyi, başkalarına saygı duymayı, ortama uygun davranmayı ve uzlaşmacı tavrı kapsar. Sosyal beceriyi destekleyici nitelikte olan iletişim becerileri yazılı, sözlü, beden dili ve dinleme becerilerini odak noktasına alarak paydaşlarla, diğer çalışanlarla ve işverenlerle iletişimi temel alır. Rasyonel kararlar almak için kritik öneme sahip olan üst düzey düşünme becerileri problem çözme, eleştirel düşünme, karar almadır. Özkontrol becerileri, duygularını kontrol etme ve davranışlarını düzenleme becerisidir. Pozitif benlik algısı farkındalık, özgüven, motivasyon, inanç, sağlık, özsaygı becerilerini içerir.

Sonuç olarak yumuşak becerilerin listesi kaynağa göre farklılık gösterse de becerilerde 5 ortak unsur bulunmaktadır (NCVER, 2003; *Kechagias*, 2011):

- **Kişisel beceriler ve nitelikler:** sorumluluk sahibi olma, kendi zamanını yönetebilme, özsaygı ve özgüvene sahip olma, esnek olma becerileri örnektir.
- **İnsanlarla ilgili beceriler:** iletişim, kişiler arası, ekip çalışması, müşteri hizmetleri becerileri, vb.
- **Toplumla ilgili beceriler:** vatandaşlık bilgisi ve sorumlulukları gibi.
- **Kavramsal/düşünme becerileri:** araştırma, bilgi toplama, problem çözme, planlama ve organize etme, öğrenmeyi öğrenme becerileri, yenilikçi ve yaratıcı düşünme gibi.
- **İş dünyası ile ilgili beceriler:** girişimci ve yeniliğe açık olma, vb.

3.5. Yumuşak Becerilerin STEM Eğitimindeki Önemi

STEM eğitimi ülke ekonomisindeki gelişmelerin ve gelecekteki refah düzeyinin belirleyicisidir. Örneğin, ABD Ulusal Fen, Mühendislik ve Tıp Akademileri'nin bir raporu olan *Rising Above the Gathering Storm* (2007), ülkenin yetersiz hazırlanmış işgücü nedeniyle küresel ekonomide rekabet edemeyeceğini ortaya koydu. Bu raporun ardından işgücünü nitelikli yetiştirmenin önemi ortaya çıktı ve tüm dikkatler fen, matematik ve teknoloji araştırmalarına odaklandı. Ekonomi ve eğitim politikalarında STEM eğitimi ön plana çıkarılarak iş dünyasındaki ihtiyaçları yakalamak amaçlandı.

STEM eğitimi işgücü niteliğini artırması ve ülke ekonomisine katkıları göz önüne alınarak tüm dünyada yaygınlaştı. Türkiye'de ise PISA (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı) ve TIMMS (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması) sınavlarında istenilen performansların gösterilememesine karşın STEM eğitime yönelim olmuştur (Özdemir, 2021). Ayrıca Millî Eğitim Bakanlığı'nın STEM eğitiminin eğitim sistemine entegre edilmesine yönelik yürüttüğü çalışmada öğretmenlerin %91,96'sı ülkenin ekonomisinin gelişmesi bakımından STEM eğitiminin gerekliliğini savunmuştur (MEB, 2016).

Nitelikli işgücü için öğrenciler STEM eğitime yönlendirilirken yenilenen ve modernleşen iş dünyasındaki çalışanlarda yumuşak beceriler ön plana çıktı (Balcar, 2014; Carnevale, 2013; Eger & Grossmann, 2004; International Labour Organization, 2008). Bu yüzden STEM eğitimi alan bir öğrenci sadece teknik veya akademik becerilerini değil yumuşak becerilerini de geliştirmelidir. Böylece mezun olduğunda parlak bir kariyere sahip olacaktır. Üniversiteden yeni mezun olan ve kariyerinin başındaki bireylerin iş hayatındaki en temel kaygıları istenilen performansı sergilemek ve iş ortamına uyum sağlamaktır (Ajit and Deshmukh, 2013). Bu bireylerin performansı aldığı eğitimdeki teknik bilgilere dayanmakta iken iş ortamına uyum sağlayabilmesi için yumuşak becerilerinin gelişmiş olması gerekmektedir. Örneğin, önemli yumuşak becerilerden olan iletişim becerisi yeterli değilse birey teknik bilgisini bile yansıtmakta problem yaşayacaktır. Bu yüzden de iş dünyasında ve STEM eğitiminde yumuşak becerilerin önemi yadsınamaz.

İş dünyasındaki rekabet ortamında ön plana çıkmanın yolu yumuşak becerilerin gelişmiş olmasıdır. Avustralya'daki İş Kurumu tarafından yapılan bir araştırmada, bir işte istihdam edebilmek için istenilen becerilerin sadece %15'i teknik beceriler, %85'i ise yumuşak becerilerdir (Monarch Institute, 2015). Bu yumuşak beceriler çalışanların kişisel ve profesyonel gelişimi sağlar, performansını ve üretkenliğini artırır ve iş yerinde olumlu bir iklimin oluşmasına katkıda bulunur. Bu beceriler sayesinde çalışanlar yenilik ve değişimlere karşı etkili stratejiler belirler, zaman yönetiminde daha yetkin hale gelir ve iş birliği içerisinde çalışır (Sekhar, 2019). Örneğin, yumuşak becerilere sahip mühendisler; kişisel değerler, profesyonel hedefler ve sosyal bakış açısı doğrultusunda mesleki becerilerini geliştirmeye olan bağlılığını yansıtır, toplumun beklentilerine uygun sürdürülebilir teknolojik gelişme ve altyapı gibi inovasyonda daha iyi performans yakalar (Bates ve diğerleri, 2019; Kulkarni vd., 2017). Sonuç olarak iş dünyasında parlak bir kariyer için bilgi birikimi kadar büyük önem sahip yumuşak becerilerin geliştirilmesine eğitim sürecinde başlamalı ve işgücü niteliğini artıracığına inanılan STEM eğitiminin kazanımlarına yumuşak becerilerin geliştirilmesi dahil edilmelidir.

3.6. STEM Eğitiminde Yumuşak Becerilerin Kazandırılması ve Geliştirilmesi

1990'larda ortaya çıkan yumuşak beceriler kavramı, iş dünyasında bugün hem kazandırılması hem de geliştirilmesi gereken en önemli becerilerdendir (Remedios, 2012). STEM eğitiminin sunduğu kariyer fırsatları ve iş sektörleri göz önünde bulundurularak öğrenciler sektöre adım atmadan eğitim öğretim süresince yumuşak becerilerin geliştirilmesine başlanmalıdır. STEM eğitimi ile geleceğin mesleklerinde yer alacak öğrencilere halihazırda problem çözme, araştırma ve üretme gibi önemli beceriler kazandırılmaktadır. Yumuşak beceriler ise bu becerilerin önemli tamamlayıcılarıdır.

Öğrencilerin yumuşak becerilerini geliştirmenin ilk adımı, yumuşak becerilerin önemi hakkında farkındalıkları artırmak ve bu becerilerin eksikliğindeki olası sonuçlar hakkında bilgilendirmektir (Schulz, 2008). Yumuşak becerilerin önemine dair bilinç arttıkça kazandırılması ve geliştirilmesi yönünde daha fazla emek harcanacaktır. Yumuşak becerilerin geliştirilmesi için bir başka önemli adım ise öğretim programına dahil edilmesidir. Ancak öğretim programları çoğu zaman akademik ve teknik beceriler ile fazlasıyla doludur ve yumuşak beceriler için yer ayrılmaz. Oysaki yumuşak becerilerin öğretim programında yer alması verilen değeri artıracaktır.

Yumuşak beceriler örgün ve yaygın eğitimde, bir fiil iş yerinde ve kişisel gelişim yoluyla geliştirilebilir. Örgün eğitim kurumları olan okullarda yumuşak becerilerin kazandırılması için çeşitli metot ve teknikler kullanılmaktadır. Sekhar (2019)'a göre yumuşak becerilerin kazandırılmasında uygulanan metotlar etkileşimli öğretim, işyerinde koçluk ve sınıf içi faaliyetlerdir.

Etkileşimli öğretimde öğretmenler, öğrenciler için yumuşak becerileri kullanabileceği deneyim ve uygulama fırsatları sunar ve bu becerilerin kullanılmasında onları deneyim

kazanması için destekler. Proje tabanlı öğrenme, akran öğrenmesi, problem temelli öğrenme, oyun tabanlı öğrenme, sorgulamaya dayalı öğrenme gibi metotlar yumuşak becerilerin geliştirilmesi için daha fazla fırsat sunar. Örneğin, matematik derslerinde geleneksel öğretim metotları yerine iş birlikçi öğretim yaklaşımını kullanan öğretmen öğrencilerin iletişim, iş birliği gibi yumuşak becerilerinin gelişmesine katkıda bulunur. Teknoloji tasarım dersinde öğrencilerinden 3D model geliştirmelerini isteyen öğretmen öğrencilerinin takım çalışması, liderlik, esneklik gibi yumuşak becerilerinin gelişmesini sağlar. Bir başka örnek; Fen ve teknoloji derslerinde öğrencileri eşleştirerek deney yapmalarını isteyen öğretmen; iş birliği, planlama, organize etme gibi yumuşak becerilerinin gelişmesini destekler.

İş yerinde koçluk sisteminde, iş başında eğitim ve staj programları kapsamında öğrenci hem teknik becerilerini hem de yumuşak becerilerini etkin bir şekilde geliştirir. Bu sistemde öğrenciler iş yerinde koçların rehberliği ile deneyim kazanır, karşılaştıkları sorunlarda koçlardan destek alır. Bu kişiler öğrenciler için önemli rol modeldir, sosyal ya da akran öğrenme yöntemiyle öğrenciler yumuşak becerilerini önemli ölçüde geliştirir. İş yerindeki bu koçlar bazen dışarıdan hizmet verirken bazen de aynı işi yapan daha deneyimli biri olabilir. Örneğin, staj yapan bir öğretmen adayı, okuldaki rehber bir öğretmenden destek alarak okul kültürüne uyum sağlama becerilerini geliştirir ve üniversitedeki bir başka öğretmenden de profesyonellik becerilerini geliştirmek üzere destek alır.

Öğretmenler **sınıf içi faaliyetleri** düzenlerken özellikle Matematik, Fen ve Teknoloji, Meslek dersleri, Teknoloji ve Tasarım derslerinde öğrencilerin yumuşak becerilerini geliştiren takım çalışmaları, açık uçlu sorular, beyin fırtınası, sunum, tartışma, drama gibi tekniklere öncelik verir. Takım çalışmalarında öğrenciler akranlarından birçok şey öğrenirken ortak bir hedef doğrultusunda kendi bireysel gelişimlerine de katkıda bulunur. Açık uçlu sorularla fikirlerini, duygu ve düşüncelerini paylaşarak iletişim becerilerini geliştirirler. Sunumlar ve tartışmalar sayesinde toplum önünde konuşma ve iletişim becerileri gelişir. Drama etkinliklerinde ise iş görüşmesi, proje sunumu, pazarlık gibi iş yerinde olası senaryolar ya da diyaloglar canlandırılır.

Yumuşak beceriler, yaygın eğitim aracılığıyla da geliştirilebilir. Yumuşak becerilerin kazandırılmasında ve geliştirilmesinde girişimcilik, risk yönetimi, liderlik, kurumsal iletişim, beden dili, marka yönetimi, etkili sunum teknikleri, pazarlama stratejileri gibi kurslar önemli rol alır (Dharmarajan, Pachigalla ve Lanka, 2012). Bu kursların sonunda katılımcılar sertifika alarak bu becerilerini geliştirdiğine dair belge alır ve bu belgeyi iş yerinde sunarak çalışma koşullarında nitelikleri ile kendini ön plana çıkarır. Ancak bu kurslara katılmak bu becerilerin kazanılmasında kesin çözüm değildir. Bireysel farklılıktan dolayı kurstan alınacak verim kişisel düzeyde farklılık göstermektedir. Yine de iş dünyasında yumuşak becerileri kapsayan bu sertifikalar önemli bir role sahiptir.

Öğrenciler ya da çalışanlar yumuşak becerilerini geliştirmek için sadece dışarıdan destek beklememeli, kendi iç motivasyonunu kullanarak bireysel çalışmalarını düzenlemelidir. Bu çalışmalara örnek olarak şunları sıralayabiliriz: kişisel gelişim kitaplarını okumak, ilgili

blogları takip etmek, elektronik ortam aracılığı ile yapılan eğitimlere katılmak, yapılan araştırmaları incelemek, kendine model alabileceği kişileri gözlemlemek, topluluk önünde konuşmak ve liderliği teşvik etmek amacıyla eğitim ve uygulama imkanları sağlayan Toast Masters gibi bir kulüp ya da topluluğa üye olarak tartışma ve sosyalleşme becerilerini geliştirmektedir (Dharmarajan, Pachigalla ve Lanka, 2012; Remedios, 2012).

Özetle yumuşak becerilerin kazandırılması ve geliştirilmesi öğrencilerin gelecekteki kariyerleri için büyük önem arz etmektedir. Ülke kalkınmasına ve işgücü niteliğine büyük ölçüde katkı sağlayacağı inanılan STEM eğitimine yumuşak beceriler entegre edilmeli, öğrencilere iş hayatına başlamadan bu becerilerini geliştirmeleri için fırsat sunulmalıdır. Yumuşak becerilerin geliştirilmesinde öğretmenlere önemli sorumluluklar düşmektedir. Öğretmenler sınıfta kullandığı yöntem ve tekniklerle bu becerilerin gelişmesinde etkin rol alır. Ayrıca yumuşak beceriler sadece okul ortamında değil; yaygın eğitim, iş başında eğitim ve kişisel gelişim yoluyla geliştirilebilir.

3.7. Sonuç

Bu bölümde 21. yüzyıl becerileri ve yenilenen ve modernleşen iş dünyasında başarının anahtarı olarak yumuşak beceriler ele alınmıştır. STEM kariyer fırsatları göz önünde bulundurularak STEM eğitimine yumuşak becerilerin dahil edilmesinin önemi vurgulanmıştır. Yumuşak becerilerin kazandırılması ve geliştirilmesi için uygulanacak yöntem ve teknikler üzerine öğretmenlere öneriler sunulmuştur.

Günümüz bilgi çağında bireylerin edinmesi gereken becerilerin kazandırılması için ilk önce eğitim-öğretim programları 21. yüzyıl becerileriyle donatılmalı ve öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının konunun önemini kavraması, bu konuda farkındalık kazandırılması ve bu yetilerle önce kendilerinin olgunlaşması sağlanmalıdır.

Yükseköğretim kurumlarının akademik içerikleri; küresel rekabete, teknolojik değişim ve gelişime uygun becerilerin geliştirilmesine uygun olarak sürekli yenilikleri takip etmelidir. Yaşam boyu öğrenme düşünce yapısı tüm bireylere verilmelidir. Toplumlar ve bireyler arasında var olan dijital uçurum, dijital eşitsizlik, dijital beceri eksikliği gibi konularda çözümler üretilmelidir. Ülkemizde 2017 yılından beri programlarda değişiklikler yapılmıştır ve fen programlarında STEM anlayışına doğru bir yönelim olduğu gözlemlenmektedir.

Ülkemizde STEM eğitimini bilim dünyasının temel öğreti ve uygulamalarıyla uyumlu hale getirmek, STEM eğitimi ile günümüz iş dünyasının bilgi birikimine sahip, kalifiye işgücü ihtiyacını yetiştirmek, disiplinler arası STEM eğitimiyle öğrencilerin alan bilgi ve becerilerini harmanlayarak güncel sorunlara yaratıcı çözümler geliştirmek için fırsatlar sağlanmalıdır.

3.8. Kaynaklar

Ajit, V., & Deshmukh, P. B. (2013). Factors Impacting Employability Skills of Engineers. *International Journal of Science and Research*, 2, 30-32.

Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. *OECD Education Working Papers*, No. 41, Page, 8. OECD Publishing. Doi: 10.1787/218525261154

Aslan, O, Akpunar, B. ve Erdamar, F. (2018). Okul Yöneticilerinin Program Liderliği Algılarının Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi. *Electronic Journal of Education Sciences*, 7(14), 139-153.

Balcar, J. (2014). Soft skills and their wage returns: Overview of empirical literature. *Review Of Economic Perspectives*, 14(1), 3-15.

Balcı, A. (2008). Örgüt Mecazları (2. Basım). Pegem Akademi.

Balcı, A. (2013). Etkili Okul ve Okul Geliştirme (7th ed.). Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Bandura, A. (1989). Social Cognitive Theory. IN: *Annuals of Child Development*, 6, 1-60. Greenwich, CT: Jai Press Ltd.

Bates, G., Rixon, A., Carbone, A., & Pilgrim, C. (2019). Beyond Employability Skills: Developing Professional Purpose. *Journal of Teaching and Learning for Graduate Employability*, 10, 7-26. <https://doi.org/10.21153/jtlge2019vol10no1art794>

Bayirli, A. (2021). Anadolu Lisesi Müdürlerinin Eğitim Programı Liderliği ve Öğretmenlerin Mesleki Gelişimi, *Doktora Tezi*, Ankara Üniversitesi.

Boyatzis, R. E. (1982). *The competent manager: a model for effective performance*. John Wiley and Sons.

Boyatzis, R. E., Goleman, D., & Rhee, K. (2000). Clustering competence in emotional intelligence: Insights from the Emotional Competence Inventory (ECI). *Handbook of emotional intelligence*, 343–362.

Carnevale, A.P. (2013). 21st century competencies for college and career readiness (pp.1-9). Broken Arrow, OK: National Career Development Association.

CASEL. (2017). Collaborative for Academic, Social, and Emotional Learning. www.casel.org

Çelik, V. (1995). Eğitim Yöneticisinin Vizyon ve Misyonu. *Eğitim Yönetimi*, 1(1), 96.

Çepni, S., & Ormancı, Ü. (2018, s.9). Geleceğin Dünyası. İçinde S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya Stem Eğitimi* (4. Basım) Pegem Akademi.

Demirel, Ö. (2012). *Öğretim İlke ve Yöntemleri Öğretme Sanatı*. Pegem A Yayıncılık.

Dharmarajan, P.V., Pachigalla, R. 3 Lanka, K. (2012). The Significance of Inculcating Soft Skills in Students in the Process of Teaching Hard Skills. *International Journal of Applied Research & Studies*, 1 (2), ISSN 2278 – 9480.

D'hainaut, L. (1981) *Curricula and Life Long Education* Unesco, France, ETF (European Training Foundation) (1999) *Development Standarts İn Vocational And Traning Specification, Experience, Examples*. Torino, Italy.

EARGED. (2001). *21. Yüzyıla girerken Türk eğitim sisteminin ihtiyaç duyduğu çağdaş öğretmen profili*, Ankara, Milli Eğitim Basımevi.

Eger,H., & Grossmann,V.(2004). Noncognitive abilities and within---group wage inequality. Bonn: Institute for the Study of Labour.

Gümüşeli, A. İ. (2014). *Eğitim ve Öğretim Yönetimi* (1. Basım). Pegem.

International Labour Organization. (2008). *Skills for improved productivity, employment growth and development*. Paper presented at the International Labour Conference.

Kechagias, K. (ed) (2011) *Teaching and Assessing Soft Skills*, MASS Project report. Retrieved from http://research.education.nmsu.edu/files/2014/01/396_MASS-wp4-final-report-part-1.pdf

Kulkarni, V. A., Bewoor, A. K., Malathi, P., & Balapgol, B. S. (2017). *Employability Skill Matrix for Engineering Graduates of Tier-II Institutes*.

Lamb, S., Jackson, J., & Rumberger, R. (2015). *ISCY Technical Paper: Measuring 21st Century Skills in ISCY*. Centre for International Research on Education Systems (CIRES), Victoria University. Melbourne.

Legendre, R. (1993), *Dictionnaire actuel de l'éducation*. Paris: Guerin, Montreal & ESKA.

Lippman, L.H., Ryberg, R., Carney, R., Moore, K.A. (2015). *Workforce Connections: Key “Soft Skills” That Foster Youth Workforce Success: Toward A Consensus Across Fields*. Washington, DC: *Child Trends*.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2020). *Sosyal ve duygusal beceriler. Kapsayıcı eğitim bağlamında okul yöneticilerinin uzaktan eğitim süreçlerinde tasarım ve yönetim becerilerinin geliştirilmesi*. Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2016). *STEM Eğitim Raporu*. Ankara: Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.

MEB. (2015). Uluslararası öğrenci değerlendirme programı PISA 2015 ulusal Raporu. http://pisa.meb.gov.tr/wpcontent/uploads/2014/11/PISA2015_UlusalRapor.pdf

MEB. (2011). *MEB 21. Yüzyıl Öğrenci Profili*, Milli Eğitim Basımevi. Ankara.

Monarch Institute (2015). <http://www.monarch.edu.au>

National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and Institute of Medicine. 2007. *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11463>

NCVER. (2003). *Defining generic skills: At a glance*. Australia.

OECD. (2019). Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030. <https://www.oecd.org/education/2030-project/>

OECD. (2018). The future of education and skills 2030.

Özçelik, A. D., Tuğluk, M. N. (2019). *Eğitimde ve Endüstride 21. Yüzyıl Becerileri*. 3. Baskı. Doi: 10.14527/9786052414699.

Özdemir, C. (2021). STEAM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Sanat Ve Matematik) Eğitimine Giriş. S.H. Eral ve İ. Saralar-Aras (Eds.). *Kuramdan Uygulamaya Geleceğin Sınıfını Tasarlama*. (s.54-59). Milli Eğitim Bakanlığı D.S.İ. / Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2021_03/15171047_Kitap_final.pdf

Petrides, K. V., & Furnham, A. (2001). Trait emotional intelligence: Psychometric investigation with reference to established trait taxonomies. *European Journal of Personality*, 15(6), 425–448.

Remedios, R. (2012). The Role of Soft Skills in Employability. *International Journal of Management Research and Review*, 2 (7), 17/1285-1292.

Schulz, B. (2008). The Importance of Soft Skills: Education beyond academic knowledge. *Nawa Journal of Communication*, 2(1), 146-154.

Sekhar, G.R. (2019). Teaching Soft Skills: A Necessity in Modern Era. *Research Journal of English Language and Literature (RJELAL)*. 7(1), 109-117.

Tahaoğlu, F., & Gedikoğlu, T. (2009). İlköğretim okulu müdürlerinin liderlik rolleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 58(58), 274-298.

Yeni, G. (2015). 21. Yüzyıl Becerilerinin Okul Yöneticilerinin Liderlik Yönlerine Olan Etkisi. *Uluslararası Liderlik Eğitimi Dergisi (ULED)*, 2.

EKLER

Tablo 3.2.

21. Yüzyıl Becerilerinin Farklı Kuruluş ve Yazarlar Tarafından Sınıflandırılması

en Gauge	P21 Çerçevesi	ATC21S	OECD	MEB
<i>1.Dijital çağ okuryazarlığı</i>	<i>1.Temel dersler ve 21. yüzyıl temaları</i>	<i>1.Düşünme yolları</i>	<i>1.Araçların interaktif kullanımı</i>	<i>1.Düşünme yolları</i>
Temel, bilimsel, ekonomik ve teknoloji okuryazarlığı	Küresel bilinç	Yaratıcılık ve yenilik	Dilin, sembollerini n ve yazının interaktif kullanımı	Yaratıcılık ve yenilikçi düşünme ve bunlara açık olma
Görsel ve bilgi okuryazarlığı	Finans, ekonomi, işletmecilik ve girişimcilik okuryazarlığı	Eleştirel düşünme, problem çözme,	Teknolojini n interaktif kullanımı	Eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme
Çok kültürlülük okuryazarlığı ve küresel farkındalık	Yurttaşlık okur yazarlığı	Öğrenmeyi öğrenme, üst biliş	2.Heterojen gruplar ile etkileşim	Öğrenme stratejilerini kullanma/öğrenmeyi öğrenme ve üst bilişsel beceriler, kendini değerlendirme
<i>2.Yaratıcı düşünme</i>	Sağlık okuryazarlığı	2.Çalışma yolları	Başkaları ile iyi ilişkiler kurma	2.Çalışma yolları
Uyumluluk, karmaşıklık yönetimi ve özyönetim	Çevre okuryazarlığı	İletişim	İş birliği yapma	İletişim becerileri/Türkçe'yi doğru kullanma ve bir yabancı dili temel düzeyde kullanma
Merak, yaratıcılık ve risk alma	2.Öğrenme ve yenilenme becerileri	İş birliği	Çatışma çözme ve yönetme	Takım çalışması
Üst düzey düşünme ve akıl yürütme	3.Çalışma araçları	3.Çalışma araçları	3.Özerk davranma	3.Çalışma araçları
<i>3.Etkili İletişim</i>	Yaratıcılık ve inovasyon	Bilgi okuryazarlığı	Büyük resim içinde	
Takım oluşturma, iş birliği ve	Eleştirel düşünme ve problem çözme	Bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı		
	İletişim ve iş birliği	4.Dünyada yaşam		
	3.Bilgi, medya ve teknoloji becerileri	Vatandaşlık		
	Bilgi okuryazarlığı	Yaşam ve kariyer		

Farklı Disiplinlerde STEM Eğitimi Uygulamaları

kişilerarası beceriler	Medya okuryazarlığı	Bireysel ve sosyal sorumluluk	hareket etme	Bilgi okuryazarlığı
Kişisel, sosyal ve sivil sorumluluk	Bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı	5.Öğrenme yolları	Yaşam planları ve kişisel projeler oluşturma ve yönetme	Bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı
İnteraktif iletişim	4.Yaşam ve kariyer becerileri	6.Öğretme yolları		4.Dünyaya entegrasyon
4.Yüksek üretkenlik	Esneklik ve adaptasyon		Haklarını, çıkarlarını, sınırlarını savunma	Yerel ve evrensel vatandaşlık bilinci
Öncelik verme, planlama ve sonuçları yönetme	Girişimcilik ve öz yönelim			Yaşam ve kariyer ile ilgili bilinç ve beceriler
Günlük yaşam araçlarının etkili kullanımı	Sosyal ve kültürlerarası beceriler			Kültürel farkındalıkları ve yeterlikleri
Üretimle ilgili yetenek, yüksek kaliteli ürün	Üretkenlik ve sorumluluk			kapsayacak şekilde kişisel ve sosyal sorumluluk bilinci
	Liderlik ve sorumluluk			

Kaynak: Çepni, S., & Ormancı, Ü. (2018, s.9). Geleceğin Dünyası. İçinde S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya Stem Eğitimi* (4. Basım) Pegem Akademi. (Düzenlenmiştir).

BÖLÜM 4: KANIT TEMELLİ STEM

Dr. Gonca COŞKUN TERBORG, Sena ŞİMŞEK,

Zeher Dilek ÖZTÜRK & Pelin AYHAN

Bölüm Özeti: Bu bölümde STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) alanlarında kullanılan öğretim yaklaşımlarından biri olan kanıt temelli öğretimin ne olduğu; kanıt temelli öğretim uygulamalarının nasıl kullanılması gerektiği; kanıt temelli STEM yaklaşımı ve bu yaklaşım çerçevesinde müfredat liderliğinin ne olduğu; müfredat liderliğinde öğretmen ve okul idarecilerinin rolleri çeşitli açılardan ele alınarak incelenmiştir. Kanıt temelli STEM ile kanıt temelli öğretimin temel özelliklerine değinilerek genel bir çerçeve sunulmaya çalışılmıştır. Ülkemizde kanıt temelli STEM alanındaki çalışmalar oldukça sınırlıdır. STEM, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştiren yenilikçi bir yaklaşımdır. Bu bağlamda öğrencilerimizin 21. yüzyıl becerileri odağında, öğrenme düzeylerini geliştirmek amacıyla, okullarda kullanılan müfredatların kanıt temelli öğrenmeye yönelik olarak düzenlenmesi, öğretimin daha kaliteli ve öğrenme ürünlerinin ise daha kalıcı olmasını sağlayacaktır.

4.1. Giriş

Halihazırda okullarda uygulamakta olduğumuz öğretim yaklaşımları, yenilikçi eğitim yaklaşımlarıyla beraber geleneksel yaklaşımları da içermektedir. Günümüzde teknolojinin oldukça hızlı bir şekilde ilerlemesiyle birlikte, dijital teknolojilerin öğretim sürecine entegre edilebilmesi de oldukça önem kazanmıştır. Eğitim teknolojileri, özellikle Covid-19 pandemi döneminde yalnızca ülkemizde değil tüm dünyada önceki dönemlere oranla daha fazla kullanılmaktadır. Öğrencileri başarılı bir şekilde geleceğe hazırlamak amacıyla eğitim sisteminde ve buna paralel olarak öğretim müfredatında da çeşitli düzenlemeler yapılması gerekmektedir. Bu çerçevede, güncel, gerçek hayat ile bağlantılı problemlerin öğrencilere sunulduğu, öğrencilerin bireysel ya da grup ile birlikte, var olan bir probleme çözüm ürettiği öğretim ortamlarının yapılandırılması önemlidir. Böylelikle, gerçek hayatta karşılaşılan problemler odağında, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmaları sağlanabilir. Bu beceriler ile ilgili kesin bir ayırım olmamakla beraber yaygın olarak kullanılan öğrenme becerileri (4C becerileri); iş birliği, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve iletişimdir (Binkley, Erstad, Herman, Raizen ve Ripley, 2010; Wagner, 2010). 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan bu beceriler, günümüzde sadece öğrenme sürecinde değil, bireyin kişisel gelişiminde, gelecekteki iş hayatında ve dünyanın küresel sorunlarının çözümünde sorumlu bir vatandaş olması noktasında önemli ve bir o kadar da gereklidir. 21. yüzyıl becerileri ile donatılan öğrencilerin

günümüz belirsizliği göz önünde bulundurulduğunda ilgili becerileri kazanmaları, onların daha etkili birer problem çözücü olabilmelerine olanak sağlayacaktır.

STEM, birden çok bilim dalını içinde bulunduran uygulamalı bir eğitim yaklaşımıdır. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bilimleri arasında bağ kurarak bütünleşme sağlayan öğretim sistemidir (Akgündüz Ertepinar, Ger, Kaplan ve Türk, 2015b; Bybee, 2010). STEM ve son yıllarda giderek yükselişe geçen STEAM öğrencilerin bilimsel ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerini sağlar.

Fen eğitiminde, birçok öğretim stratejisi ve yaklaşımı kullanılmaktadır (Muijs ve Reynolds, 2001; Petty, 2004). STEM’de kanıt temelli öğrenme de bu yöntemlerden bir tanesidir. Johnson, Johnson ve Smith (1991), kanıt temelli öğrenmeyi ‘öğrencilerin uzun vadeli kavramsal anlayış ve problem çözme becerilerini geliştirmelerini destekleyen uygulamalar’ şeklinde tanımlamışlardır. Kanıt temelli öğrenme, öğrencilerin eleştirel düşünme becerisi kazanmalarını ve daha önce edindikleri öğrenme yaşantılarını irdeleyerek, bilgileri tekrar gözden geçirmelerini sağlar. Böylelikle elde ettikleri yeni bilgi ile daha önce edinmiş oldukları eski bilgiyi harmanlayarak yapılandırmalarına yardımcı olur (Bozkurt, 2018). Kanıt temelli öğrenme sürecinde takip edilen uygulamalar bilimsel birer kanıtı dayanır. Bu sebeple kanıt temelli öğrenmede yürütülmekte olan bilimsel çalışmaların sonuçları oldukça önemlidir (Efendioğlu ve Yelken, 2009).

4.2. Kanıt Temelli STEM

Kanıt temelli öğrenmede öğrenci, öğretme ve öğrenme sürecinin merkezindedir. Kanıt temelli öğrenmede amaç; öğrenmenin etkili hale getirilmesidir. Rosen’e göre (1993, 2003), öğrenmenin etkili hale getirilmesi için önceki bilimsel çalışmalar incelenerek bulguları yorumlanır. Bu yorumlanan bulgulardan faydalanılarak öğretimin daha verimli hale gelmesi hedeflenir. Değerlendirme sürecinde bireyler öz düzenleme becerilerini kullanırlar. Ortaya çıkan öğrenme ürünlerini daha önceden yapılmış bilimsel çalışmalarla kıyaslayarak karşılaştırırlar (Efendioğlu ve Yelken, 2009).

Davies (1999), kanıt temelli eğitim araştırmasının iki düzeyde yürütülebileceğini öne sürmektedir. İlk düzeyde, araştırmacılar var olan probleme dayalı olarak ortaya çıkan çözüme yönelik soruları yanıtlamak için var olan kanıtları kullanırlar. İkinci düzeyde ise araştırma sorularını yanıtlamaya yardımcı olacak yeni kanıtlar üretmek amacıyla orijinal bir araştırma planlar, yürütür ve araştırma sonucunda elde edilen bulguları derleyerek sunarlar.

Kanıt temelli eğitim araştırmaları hem eğitim politikalarını hem de uygulamaları geliştirmek için eğitim konularıyla alakalı bilgilerimizi geliştirmeyi hedefler. Bilimsel yöntemin doğduğu yer fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları olması sebebiyle özellikle STEM öğrenimini incelemek uygun olacaktır ([Kuhn, 1996](#)).

Öğrenenlerin nasıl öğrendiğini temele alan kanıt temelli öğrenme, etkili öğrenme ve değerlendirme tasarımı destekler. Overton ve Johnson'a göre (2016) kanıt temelli öğrenme ilkeleri aşağıdaki gibidir:

1. Aşırı bir bilişsel yüklemeye yapmaktan kaçının.
2. Ölçülen bilgilere dikkat edin.
3. Öğrencileri laboratuvar ve saha çalışmalarını için hazırlayın.
4. Öğrencileri derste öğrenmeleri için teşvik edin.
5. Olumsuz durumları saygıyla karşılayın.
6. Aktif öğrenmeyi sağlayın.
7. Çalışmaları özgün hale getirin.
8. Teknolojinin getireceği sonuçları düşünün.

Kanıt temelli eğitim araştırması birçok STEM eğitimcisinde olumlu etki bırakmıştır ([Wieman ve Perkins, 2005](#); [Handelsman, Miller ve Pfund, 2007](#); [Wieman, 2012](#); [Fraser vd., 2014](#)). Yapılan bir başka çalışmada da özellikle öğretmenler, kanıt temelli STEM sürecinde, öğrencilerin uygulamaları yararlı bulduklarını, kullanılan prosedürleri beğendiklerini, kanıt temelli öğrenme ile öğrenme sürecini rahat devam ettirebileceklerini bildirmişlerdir (Funk, 2013). Freeman vd. (2014), ders verme şeklinin öğrenmeyi nasıl etkilediğini test etmek için STEM dersleri alan öğrencilerin, ders performansları ile sınav notları arasındaki ilişkiyi araştıran 225 çalışmayı analizlemiştir. Araştırma sonuçları, aktif öğrenmenin kullanılmasıyla sınav puanlarının yaklaşık %6 arttığını ortaya koymuştur. Geleneksel öğretim yöntemlerini takip eden öğrencilerin, aktif öğrenme yoluyla çalışan öğrencilerle karşılaştırıldığında başarısız olma ihtimallerinin 1,5 kat fazla olduğu belirlenmiştir.

4.2.1. Kanıt Temelli STEM'in Önemi

Kanıt temelli STEM'den genel olarak bahsettikten sonra kanıt temelli STEM'in önemine de değinilmesi yerinde olacaktır. Davies'e göre (1999), kanıta dayalı eğitim araştırmalarının amacı, yanıtlanabilir bir sorunun, eğitim konusunda kullanılarak bunları cevaplamak için bilimsel süreç becerilerini kullanmak ve elde edilen bulguları paylaşmaktır. Bu açıklamaya göre kanıt temelli STEM'in merkezinde, cevaplanabilir sorular ve bilimsel süreç becerileri, bilimsel araştırma, kanıt, iddia, çürütme terimleri yer almaktadır. Bu nedenle, kanıt temelli eğitim araştırma bulguları dikkatle incelenmeli, araştırma standartlarına ve kabul edilen araştırma yöntemlerine göre eleştirel analize tabi tutulmalı, elde edilen bulgular birden fazla bağlamda doğrulanmalı ve sorgulanarak gerektiğinde kabul edilmeli ya da reddedilmelidir.

Kanıt temelli STEM eğitimi araştırması uzun süredir devam eden bir geleneğe sahiptir (Levin ve Tsybulsky, 2017; Miller, Fairweather, Slakey, Smith ve King, 2017; Stains vd., 2018). Örneğin, farklı bireysel STEM alanlarında (örneğin fizik, kimya, biyoloji) öğrencilerin kavramsal anlaması kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Ancak kanıta dayalı STEM eğitimi henüz STEM öğretmen eğitimine tam olarak dahil edilememiştir (McDermott, Heron, Shaffer ve Stetzer, 2006). Oysaki kanıta dayalı STEM, tasarım odaklı düşünme ve yenilikçi olmayı amaçlar.

Davies'in (1999) öne sürdüğü her iki düzeyde de kanıt temelli eğitim araştırması uygulayıcıları, çalışmalarını mevcut literatür üzerine inşa ederler.

4.2.2. Kanıt Temelli STEM Yaklaşımları

Bilimsel karar verebilmenin ön şartlarından biri kanıt temelli düşünebilmektir. Yapılan araştırmalar, bilimsel bir konu hakkında tartışan bireylerin politik, kültürel, folklorik, dini vb. değerleri kendi tecrübeleriyle derleyerek karar verdiklerini ortaya koymuştur (Aikenhead, 2006; Bell ve Lederman, 2003). Bu sebeple fen derslerinde, öğrencilerin bilimsel kanıtlara dayalı düşünmesini sağlamak için, ilgili konuya dair kanıtlar öğrencilerle paylaşılmalı ve bilimsel iddialarla kanıtların bir arada irdelenerek incelenmesi sağlanmalıdır. Literatürde sık sık rastlanan kavram yanlışlarının sebeplerinden biri de bilimsel kanıtların yanlış okunması ve dikkate alınmamasıdır. Bu sebeple, kavram yanlışlarının önüne geçebilmek amacıyla, fen derslerinde öğrenciler öne sürdükleri tezlerini kanıtlara bağlı olarak çeşitli argümanlar ile desteklemeli ve geliştirmelidir (Sadler, 2004). Kanıt temelli fen öğretimi, bilimsel bilgiye ulaşmanın yanında elde edilen bilginin kanıtlarla sunulduğu bir öğrenme ortamının da oluşturulmasını amaçlar. Bu sayede öğrenciler, öğretmenleri rehberliğinde daha önceki çalışmalardan elde edilmiş bilimsel bilgileri inceleyerek var olan bilgilerle yeni edindikleri bilgiler arasında bağlantı kurabilir ve aralarındaki ilişkileri değerlendirme olanağına sahip olurlar. Aynı zamanda öğrenme sürecinde sunulan kanıtlar ve bilgiler arasında kurulan bağlantılar değerlendirilerek öğrencilerdeki olası kavram yanlışları ortaya çıkarılabilir. Öğrencilere varsa kavram yanlışlarını fark edebilmeleri ve sahip oldukları bilgileri yeniden düzenlemeleri için imkân sağlanmış olur.

Kanıt temelli fen öğretimi ile öğrencilerin bilimsel bilgileri kazanmasının yanında bilimsel pratikleri de edinmeleri ve geliştirmeleri amaçlanmaktadır. Kaya ve Erduran'a göre (2016, s. 82), bilimsel pratikler; belirli bir amaç için verilerin toplanma süreci, elde edilen kanıtlar doğrultusunda ve tasarlanan modeller ile argümantasyon süreçleri çerçevesinde bağlantı kurmaktır. Erduran ve Dagher (2014) bilimsel pratikleri, altı temel bileşen olarak ayırdıkları Benzen Halkası Benzetmesi ile açıklamıştır. Benzen Halkası Benzetmesi'nde yer alan altı temel bileşen; gerçek dünya, tahmin, açıklama, model, veri ve aktivite unsurlarından oluşmaktadır. Benzen Halkası Benzetmesi'nde yer alan tüm temel bileşenler birbirleriyle bağlantılıdır.

Kanıt temelli fen öğretimi ile öğrenciler, bilimsel pratiklerin ne işe yaradığını ve ne amaçla kullanıldığını tecrübe ederler. Bilimsel bilgiye dayalı veriler toplayarak, yaptıkları tasarımlar ile bilimsel pratikleri uygulama ve deneyimleme fırsatı yakalarlar. Kanıt temelli fen öğretimi süresince, öğrenciler işe koştukları bilimsel pratikler vasıtasıyla analitik düşünme, karar alma gibi becerilerini kullanarak geliştirirler. Süreç içinde yapılan küçük grup tartışmaları ile sınıf tartışmalarında öğrenciler aktif rol üstlenirler. Öğretmenin rolü ise öğrencilere rehberlik etmek ve gerekli yerde öğrencilerin yönlendirilmesini sağlamaktır.

4.2.3. Kanıt Temelli STEM Uygulamaları

Kanıt temelli uygulamaların dört temel ilkesi bulunmaktadır (Petty, 2009). Bunlar şu şekildedir:

1. Etkili karar alabilmek için tüm kanıtlar gereklidir.
2. Neyin işe yaradığını bilmek yetmez, nedenini de bilmek gerekir.
3. Öğretim sırasında başarısızlığa neden olan faktörlerin bulunması gereklidir.
4. Eğitimi kanıtlar sunarak gözden geçirmek gereklidir.

Model-kanıt ilişkisi şeması, kanıta dayalı öğretimi destekleyen bir ders materyalidir (Muğaloğlu, Can ve Ceyhan, 2017). Model-kanıt şeması iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde öğrenciler, kanıtlar ile var olan modeller arasında bağlantı kurmaya çalışırlar. İkinci bölümde ise ilk bölümde oluşturulan model-kanıt bağlantısını bilimsel verilere dayalı olarak belli bir mantık çerçevesinde ve akla yatkın bir biçimde değerlendirirler. Lombardi, Danielson ve Young (2016) model-kanıt şeması sayesinde, öğrencilerin bilimsel olan açıklamalar ile bilimsel olmayan açıklamaları birbirleriyle kıyaslayarak değerlendirebildiklerini belirtmişlerdir.

Muğaloğlu vd. (2017) model kanıt şemalarının; kanıt temelli fen öğretiminde öğrencilerin, bilimsel verileri toplayarak kanıt sunmalarını sağlayan, alternatif modeller geliştirmelerine olanak tanıyan, geliştirdikleri modeller arasındaki bağlantıları irdeleyebilmelerine rehberlik eden bir öğretim materyali olduğunu ifade etmişlerdir. Model-kanıt şemaları aracılığıyla öğrencilerin fen bilimleri müfredatı ile kazandırılması hedeflenen bilimsel süreç becerilerinin, yaşam becerilerinin, eleştirel düşünme, etkili karar alma ve iş birliği içinde çalışma gibi özelliklerinin de geliştirilmesi hedeflenmektedir. Lombardi vd. (2016), model-kanıt şemaları ile çalışarak öğrencilerin, argümantasyon sürecine daha etkin katılabileceklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca kanıt temelli fen öğretimi ile öğrencilerin konuya dair olası kavram yanılgılarının da ortadan kaldırılabileceğini ileri sürmüştür.

4.3. STEAM'de Liderlik

STEAM; fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik konularını ifade etmektedir. Öğrencilere disiplinler arası etkileşimle bu konular öğretilirken başarılı bir programın sunulması önemlidir. STEAM eğitiminde kaliteyi artırmak için eğitim liderlerinin ve öğretmenlerin rolü çok önemlidir. Disiplinler arası yaklaşımlar kullanılarak, STEAM liderliğinde tüm eğitimciler, bilim insanları, profesyoneller çalışmalarını tüm müfredatta uygulayabilirler. STEAM liderliğinde amaç; var olan ve uygulanmakta olan müfredatta gerekli olan güncellemeleri yaparak öğrencilerin oluşturulan bu esnek müfredatta uyum sağlamasına yardımcı olmaktır.

4.3.1. Müfredat Liderliği

Müfredat liderliği denildiğinde ilk akla gelen öğretim ve liderlik arasındaki denge olmalıdır (ECRA, 2010). Liderlik rolü çok karmaşık bir süreçtir. Müfredat liderliği; mesleki gelişim, mesleki sorumluluk, müfredat geliştirme gibi birçok alanı içine almaktadır (Ogawa ve Bossert, 1995). Ayrıca müfredat liderliği; içerik, ilerleme, değerlendirme ve pedagojinin birlikte değerlendirilmesini gerektirir (Harris, Jones ve Crick, 2020).

Krug (1992), müfredat liderliğinin beş bileşene ayrılabilceğini öne sürmüştür. Bunlar; misyonun tanımlanması, müfredat ve öğretimi yönetmek, öğretimi denetlemek, öğrenci ilerlemesini izlemek ve öğretim ortamını teşvik etmek. Lee ve Dimmock (1999)'a göre bu konular, okuldaki eğitimcilerin etkili müfredat liderliğini ve yönetimini gerektirir. Ayrıca; hedef belirleme ve planlama, okulun eğitim programını gözden geçirme ve geliştirme, okul personelinin izlenmesi, kültür inşası ve kaynakları tahsis etme konularını kapsar. Wiles'e (2008) göre, etkili müfredat liderleri dinamiktir, daha fazla sorumluluk üstlenir, yeni bakış açıları belirler, katılımcıları motive eder ve değişim sürecini etkili bir şekilde yönetebilme becerisine sahiptirler.

Hedefleri belirlemek ve belirlenen bu hedeflere ulaşma sürecinde kişileri motive etmek için uygulanan "liderlik" ile performansı sürdürmek ve kaynakları bu amaç için ayırmakla ilgilenen "yönetim" arasındaki ilişki önemlidir (Lee ve Dimmock, 1999). Müfredat yönetimi düzeyindeki güçlü liderlik, farklı donanımlara sahip bireylerle ve öğretimle ilgili farklı görüşlere sahip kişilerle iş birliği içinde yürütülen çalışmaları kapsar (Spillane, Halverson ve Diamond, 2001).

Etkili liderler; müfredat, öğretim ve değerlendirme uygulamalarının tasarımı ve uygulanmasında doğrudan yer alır. Öğretimin ilerlemesini izleyerek verileri analiz eder ve akademik başarı ile ilgili sorunlara çözümler belirler (Copland ve Knapp, 2006; Danielson, 2006). Öğrenmeye, öğretmeye ve ilerlemeyi izlemeye odaklanarak, eğitimcilerin öğretim uygulamalarını geliştirmelerine yardımcı olur. Pedagoji, kurslar ve öğretim materyalleri hakkında anlamlı, destekleyici ve etkili kararlar alarak öğrenci başarısının gelişmesini sağlar (King, 2002).

4.3.1.1. Müfredat Liderliğinde Müdürün Rolü

Müfredat liderliği ve yönetiminde müdürler önemli bir yere sahiptir. Müdürlerin önemi ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Buna göre Fullan (1991), müfredat liderleri olarak müdürlerin rolünü açıklar. Smith ve Andrews (1959)'den alıntı yaparak güçlü müfredat liderlerinin kaynak sağlayıcılar, öğretim kaynakları, iletişimciler olarak hareket ettiğini vurgular. Kleine-Kracht (1993) ise müdürlerin “öğretmen liderliğini” kolaylaştırmadaki rollerini tanımlamak için “dolaylı liderlik” terimini kullanırken, Conley ve Goldman (1994), müfredat liderliğinin karmaşık olduğu düşüncesini keşfederek, okulun yeniden yapılandırılması için uygun ortam hazırlamak ve personelin liderlik becerilerini meydana getirmekle ilgilenen “kolaylaştırıcı liderlik” terimini kullanır. Glickman (1989), müdürlerin, müfredat lideri olarak öğretmenin lideri olması gerektiğine vurgu yapar. Lofthouse vd. (1995), müfredat yönetiminin sadece resmi yönetimdeki bireylerin görevi değil, iş birliğine dayalı bir faaliyet olduğunu söyler. Weber (1996) müfredat liderliğini 'paylaşılan, işbirlikçi veya kolaylaştırıcı' olarak görmektedir.

Okul müdürlerinin eğitim liderliği standartları “Interstate School Leaders Licensure Consortium” [ISLLC] (1996) tarafından altı standart temelinde belirlenmiştir. Bu standartlar eğitim liderleri için bir yol haritası niteliği taşır. Belirlenen altı standart şunlardır:

1. Vizyon
2. Örgüt kültürü ve iklimi
3. Kaynakların yönetilmesi
4. İş birliği
5. Dürüst ve adil bir yönetim anlayışı
6. Toplumsal değişkenlere göre yönetim becerilerine sahip olma (Aktaran: Beytekin, 2004, s. 27-28).

4.3.1.2. Müfredat Liderliğinde Öğretmenin Rolü

Öğretmenlerden bağımsız mükemmel bir müfredat, değerlendirme veya teknoloji aramak yerine, araştırmaya dayalı STEM öğretmen eğitimi ve mesleki gelişimler, eğitim reformu çabalarında belirgin bir şekilde yer almalıdır (NEA, 2010; Blömeke ve Delaney, 2012; Shernoff, Sinha, Bressler ve Ginsburg, 2017; Center for Education Reform, 2018; Muller, 2018). Böylesi bir müfredat; öğrencilerin herhangi bir disipline bağlı kalmaksızın iş birlikçi problem çözme becerileri ile meşgul olmalarına olanak sağlar. Bu sayede öğrenciler, var olan bir problemi çözüme ulaştırırken yalnızca iş birliği yapmakla kalmaz, aynı zamanda konu ile ilgili belirli alt alanlarda “uzman” hale gelirler. Bu uzmanlıklarını akranlarıyla ve çevreleriyle paylaşırlar. Bu şekilde süreç, çok disiplinli ve disiplinler arası yaklaşımları içinde barındırır.

Örneğin, günümüz çevre sorunlarını veya modern enerji üretiminin etkilerini, dünya nüfusunun demografik büyümesini, geleceğin ulaşım araçları teknolojilerini ve bunların ekonomik, çevresel ve politik etkilerini vb. keşfeder ve paylaşırlar. Bu keşifler sadece bilgiye ve dışarıdan uzmanlara erişim sağlayarak değil, aynı zamanda daha önce mümkün olmayan düzeylerde iş birliği yapılarak gerçekleştirilir. Bu STEM iş birlikleri, bir matematik veya fen sorusu çözmeye yönelik kısa süreli bir iş birliğinden, bir fen laboratuvarı sürecindeki iş birliğine ya da büyük bir STEM/STEAM projesinde sömestr boyu süren iş birliğine kadar geniş bir zaman ölçeğinde gerçekleşebilir. Görüldüğü gibi süreç, belirtilen sebeplerden dolayı çok farklı bir öğretmen eğitimini ve dolayısıyla öğretmenin öğrenciye yönelik gerçekleştirdiği rehberliği gerektirmektedir. Bu nedenle STEM öğretmenleri kendilerini yalnızca belirli bir alanda uzman olarak değil, aynı zamanda meslektaşlarıyla iş birliği yapmaya istekli ve “geleneksel” eğitimlerinin ötesinde öğretmenler olarak tanımlayabilmelidirler. Bu öğretmenler, kendilerini öğrenmeye açık, meraklı, hayat boyu öğrenen eğitimciler olarak görmelidir (Dweck, 2016).

Müfredat liderliğinde öğretmene de önemli bir rol düştüğü anlaşılmaktadır. Öğretmenlerin mesleki çalışmalarında etkili olmalarının kritik bir yönü, deneysel araştırmalarla ispatlanmış kanıt temelli öğretim yöntemlerini bilip uygulamalarını gerektirir (Cooper vd., 2018; Stanovich ve Stanovich, 2003). Eğitimde kanıt temelli öğretim uygulamalarının yeterince yer bulamaması, araştırmanın uygulamasının karmaşık görülmesinden kaynaklanmaktadır (Kitson, Harvey ve McCormack, 1998). Öğretmenler, standart müfredat ve öğretim uygulamalarını kapsayan kanıt temelli uygulamalarla özgünlüklerinin ve bağımsız karar alma yetkilerinin kısıtlandığını algılar (Nadelson vd., 2012). Stanovich ve Stanovich'e göre (2003), öğretmenler, müfredat ve öğretim seçimleri için deneysel destek aldıkları zaman daha etkili, bağımsız ve özgün olabilmeleri için daha fazla fırsata sahip olurlar. STEM öğretimi, geleneksel olmayan müfredat kavramlarını ve karmaşık olan ve bu nedenle kanıt temelli olması gereken öğretim yaklaşımlarını gerektirir (Nadelson ve Seifert, 2019). Öğretmen liderler, bir başka deyişle lider öğretmenler, müfredat ve öğretim liderliği de dahil olmak üzere okul yönetiminde daha fazla sorumluluk alırlar (Lee ve Dimmock, 1999).

Öğretmenlerin herhangi bir yeni müfredatın tasarımında, sunumunda, değerlendirilmesinde ve iyileştirilmesinde çok önemli bir rol oynayacakları varsayılmaktadır. Ancak öğretmenlerin müfredat liderleri olarak ne kadar aktif bir rol oynadıkları halen tartışmalı bir konu olmaya devam etmektedir (Harris vd., 2020). Weber (1996) öğretmenlerin bu liderliğini “paylaşılan, işbirlikçi ya da kolaylaştırıcı” olarak görmektedir. Hattie (1999) ise etki boyutu tablosunda öğretmen rolünün daha önemli olduğunu ifade etmektedir. Başarılı olan okullarda birinci önceliğin öğrenme ve öğretmede öğrenci deneyimi olduğu görülür.

4.4. Sonuçlar

Kanıt temelli STEM ile öğrencilerimizin 21. yüzyıl becerilerini ve öğrenme düzeylerini artırmak amaçlanmaktadır. Böylece okullarımızda kullanılan müfredatların kanıt temelli öğrenmeye yönelik olarak düzenlenmesi ile eğitimin daha etkili ve kalıcı olması sağlanabilir.

Kanıt temelli fen öğretimi, kanıtlar ve modeller arasında bağlantı kurulmasını, kurulan bağlantıların değerlendirilerek yorumlanmasını sağlamaktadır. Ayrıca bilimsel bilginin oluşturulma sürecinin nasıl olduğu ile bilimsel pratikleri öğrencilere kazandırır (Muğaloğlu vd., 2017). Öğrenciler farklı fikirleri bilimsel veriler doğrultusunda irdeler, yorumlar ve değerlendirir. Kısacası kanıt temelli fen öğretimi, öğrencilerin bir konuyu farklı bakış açıları ile irdemelerini, olası argümanlar ile desteklemelerini ve değerlendirebilmelerini sağlayarak onların daha açık fikirli olabilmelerine imkân tanır.

4.5. Kaynaklar

Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. Teachers College Press.

Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, M. A., Kaplan Sayı, A. ve Türk, Z. (2015b). *STEM Eğitimi Çalıştay Raporu Türkiye STEM Eğitimi Üzerine Kapsamlı Bir Değerlendirme*. İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.

Bell, R. L., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87, 352– 377.

Beytekin, F. (2004). İlköğretim Okul Müdürleri İçin Eğitim Liderliği Standartlarının Araştırılması. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., & Rumble, M. (2010). Defining 21st century skills. White Paper commissioned for the Assessment and Teaching of 21st Century Skills Project (ATC21S). Melbourne, Australia: Assessment and Teaching of 21st Century Skills.

Bozkurt, F. (2018). Sosyal Bilgiler öğretiminde kanıt temelli öğrenme uygulamaları. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 12(24), 334-353.

Blömeke, S., & Delaney, S. (2012). Assessment of teacher knowledge across countries: a review of the state of research. *ZDM Mathematics Education*, 44, 223–247.

Bybee, R. W. (2010). What is STEM education?. *Science*, 329 (5995), 996-996.

Conley, D. T., & Goldman, P. (1994). Ten propositions for facilitative leadership. J. Murphy ve K. S. Louis (Ed.). *Reshaping the principalship: Insights from transformational reform efforts* (s. 237-262) içinde. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Cooper, J. T., Gage, N. A., Alter, P. J., LaPolla, S., MacSuga-Gage, A. S., & Scott, T. M. (2018). Educators' self-reported training, use, and perceived effectiveness of evidence-based classroom management practices. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 62(1), 13–24. <https://doi.org/10.1080/1045988X.2017.1298562>

Copland, M.A. & Knapp, M.S. (2006). *Connecting leadership with learning: A framework for reflection, planning, and action*. Alexandria, VA: ASCD.

Danielson, C. (2006). *Leadership that strengthens professional practice*. Alexandria, VA: ASCD.

Davies, P. (1999). What is Evidence-Based Education?. *British Journal of Educational Studies*, 47(2), 108-121.

Dweck, C. S. (2016). *Mindset: The New Psychology of Success*. New York, NY: Penguin Random House LLC.

ECRA Literature Review. (2010). Curriculum Leadership. 11 s.

Efendioğlu, A. ve Yelken, T. (2009). Eğitimde yeni yaklaşımlar: Kanıt Temelli Öğretim. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Dergisi*, 2(9), 109-123.

Erduran, S., & Dagher, Z. (2014). *Reconceptualizing the nature of science for science education: Scientific knowledge, practices and other family categories*. Dordrecht: Springer.

Fraser, J. M., Timan, A. L., Miller, K., Dowd, J. E., Tucker, L., & Mazur, E. (2014). Teaching and physics education research: Bridging the gap. *Reports on Progress in Physics*, 77(3), 032401.

Fullan, M. (1991). *The new meaning of educational change* (2nd ed.). New York: Teachers College Press.

Funk, K. M. (2013). *Effects of teacher consultation on Evidence-Based classroom management strategies: Teacher and student behavior*. Temple University. ProQuest Dissertations Publishing, 354746.

Freeman S., Eddy S. L., McDonough M., Smith M. K., Okoroafor N., Jordt H., & Wenderoth M. P. (2014). Active learning increases student performance in Science, Engineering, and Mathematics. *PNAS*, 111(23), 8410–8415.

Glickman, C. (1989). Has Sam and Samantha's time come at last? *Educational Leadership*, 46(8), 4-9.

Handelsman, J., Miller, S., & Pfund, C. (2007). *Scientific Teaching*. New York, NY: W. H. Freeman & Company, 47-64.

Hattie, J. A. (1999). *Influences on student learning*. University of Auckland.

Harris, A., Jones, M., & Crick, T. (2020). Curriculum leadership: a critical contributor to school and system improvement. *School Leadership & Management*, 40(1), 1-4.

Johnson, D., Johnson, R., & Smith, K. (1991). *Cooperative learning: Increasing college faculty instructional productivity*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 4, Washington, DC: The George Washington University.

Kaya, E. ve Erduran, S. (2016b). Yeniden Kavramsallaştırılmış “Aile benzerliği yaklaşımı”: Fen eğitiminde bilimin doğasına bütünsel bir bakış açısı. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 13(2), 77-90.

King, D. (2002). The changing shape of leadership. *Educational Leadership*, 59(8).

Kitson, A., Harvey, G., ve McCormack, B. (1998). Enabling the implementation of evidence based practice: A conceptual framework. *Quality and Safety in Health Care*, 7(3), 149–158. <https://doi.org/10.1136/qshc.7.3.149>

Kleine-Kracht, P. (1993). Indirect instructional leadership: an administrator’s choice. *Educational Administration Quarterly*, 29(2), 187-212.

Kuhn, T. (1996). *The structure of scientific revolutions*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Krug, S. E. (1992). Instructional leadership: a constructivist perspective, *Educational Administration Quarterly*, 28(3), 430-443.

Lee, J. C.-K., & Dimmock, C. (1999). Curriculum leadership and management in secondary schools: A Hong Kong case. *School Leadership & Management*, 19(4), 455.

Levin, I., & Tsybulsky, D. (2017). Digital Tools and Solutions for Inquiry-Based STEM Learning. Hershey. *IGI Global*. Doi: 10.4018/978-1-5225-2525-7.

Lofthouse, M., Bush, T., Coleman, M., O’Neill, J., West Burnham, J., & Glover, D. (1995). *Managing the Curriculum*, London: Pitman Publishing.

Lombardi, D., Danielson, R. W., & Young, N. (2016). A plausible connection: Models examining the relations between evaluation, plausibility, and the refutation text effect. *Learning and Instruction*, 44, 74–86.

McDermott, L. C., Heron, P. R. L., Shaffer, P. S., & Stetzer, M. R. (2006). Preparing K-12 teachers in physics: Insights from history, experience, and research. *American Journal of Physics*, 74, 763–767. Doi: 10.1119/1.2209244.

Miller, E. R., Fairweather, J. S., Slakey, L., Smith, T., & King, T. (2017). Catalyzing institutional transformation: insights from the AAU STEM Initiative. *Change*, 49, 36–45. Doi: 10.1080/00091383.2017.1366810.

Muijs, D., & Reynolds, D. (2001). *Effective teaching: Evidence and practice* (4th ed.). Sage Publications Ltd.

Muğaloğlu, E. Z., Can, Ş. N. ve Ceyhan, G. (2017). Kanıta Dayalı Fen Eğitimi. M. P. Demirci Güler (Ed.). *Fen bilimleri öğretimi*, (s. 255-273). Ankara: Pegem Akademi.

Muller, D. (2018). *This Will Revolutionize Education*. Retrieved from: <https://www.youtube.com/watch?v=GEmuEWjHr5c>

Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 13.

Nadelson, L. S., Fuller, M., Briggs, P., Hammons, D., Bubak, K., & Sass, M. (2012). The tension between teacher accountability and flexibility: The paradox of Standards-Based Reform. *Teacher Education and Practice*, 25(2), 196–220.

Nadelson, L. S. ve Seifert, A. L. (2019). Teaching and learning integrated STEM: Using andragogy to foster an entrepreneurial mindset in the age of synthesis. İçinde A. Sahin ve M. J. Mohr-Schroeder (Ed.). *STEM education 2.0 myths and truths – What has K-12 STEM education research taught us?* (s. 53–71). Boston, MA: Brill Sense.

NEA (2010). *Teacher Assessment and Evaluation: The National Education Association's Framework for Transforming Education Systems to Support Effective Teaching and Improve Student Learning*. Washington, DC: National Education Association.

Ogawa, R., & Bossert, R. (1995). Leadership as an organizational quality. *Educational Administration Quarterly*, 31(2), 224–244.

Overton, T., & Johnson, L. (2016). Evidence-Based Practice in learning and teaching for STEM disciplines. *Australian Council of Deans of Science*, 1-16.

Petty, G. (2004). *Teaching today: A practical guide* (5th ed.). Cheltenham: Nelson Thornes, Oxford University Press.

Petty, G. (2009). *Evidence-Based Teaching a practical approach* (2nd ed.). Cheltenham: Nelson Thornes, Oxford University Press.

Rosen, A. (1993). Systemic planned practice. *Social Service Review*, 67, 84-100.

Rosen, A. (2003). Evidence-Based social work practice: Challenges and promise. *Social Work Research*, 27(4), 197-208.

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.

Spillane, J., Halverson, R., & Diamond, J. (2001). Investigating school leadership practice: A distributed perspective. *Educational Researcher*, 30(3), 23–27.

Stains, M., Harshman, J., Barker, M. K., Chasteen, S. V., Cole, R., DeChenne-Peters, S. E., & Young, A. M. (2018). Anatomy of STEM teaching in North American universities. *Science* 359, 1468–1470. Doi: 10.1126/science.aap8892.

Stanovich, P. J., & Stanovich, K. E. (2003). *Using research and reason in education: How teachers can use scientifically based research to make curricular & instructional decisions*. National Institute for Literacy.

Wagner, T. (2010). *The Global Achievement Gap: Why Even Our Best Schools Don't Teach the New Survival Skills Our Children Need-And What We Can Do About It* Paperback. *Publisher Basic Books*.

Weber, J. (1996). Leading the instructional program. In Smith SC & Piele PK (eds). *School Leadership: Handbook for excellence*, USA: ERIC Clearinghouse on Educational Management.

Wieman, C. E., & Perkins, K. (2005). Transforming Physics Education. *Physics today*, 58 (11), 36-41.

Wieman, C. E. (2012). Applying new research to improve science education. *Issues in Science and Technology*, 29, 1–9.

Wiles, J. (2008). *Leading curriculum development*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

BÖLÜM 5: ETWINNING PROJELERİNE STEM ENTEGRASYONU

Muhammet TUNÇOĞLU, Şebnem YAŞAR KİP

Meryem EĞRİOĞLU, Gizem MORAN & Havva KÜÇÜKBAŞ

Bölüm Özeti: eTwinning projelerinde STEM entegrasyonu bölümünde eTwinning projelerinin yapısı ve STEM alan çalışmalarının ilişkisi üzerine değerlendirme yapılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle eTwinning projelerinin yapısı üzerinde durulmuş ve eTwinning projelerinin eğitim ve öğretim açısından önemi açıklanmıştır. Entegrasyon bölümünde STEM alan çalışmalarının eTwinning proje sisteminde nasıl ele alındığına ilişkin kuramsal bilgilere yer verilmiştir. Kuramsal bilgiler ışığında STEM alan çalışmalarının eTwinning projelerinde kullanılmasının nedenlerine değinilmiştir. Kuramsal bilgiler eTwinning projelerinde yer alan STEM alan çalışması içeren örnek proje incelemesi ile somutlaştırılmıştır. Örnek proje incelemesinde elde edilen nitel bulgular değerlendirilerek eTwinning projelerinde STEM entegrasyonuna ilişkin çalışma tamamlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: eTwinning, STEM, entegrasyon, proje

5.1. Giriş

“Eğitimin en önemli amaçlarından biri, öğrencilerin günlük hayatlarını kolaylaştırmayı sağlamak ve onları iş dünyasına hazırlamaktır. Bu durum aynı zamanda yüzyılın en büyük sorunlarından birisidir ve üzerinde çalışılması gereken bir konudur” (Trilling ve Fadel, 2009, s.32). İçinde bulunduğumuz 21.yüzyıl, yaşam ve kariyer becerilerini öğrencilere dijital okuryazarlığı içine alacak biçimde vermeyi gerekli kılan zamansal olgudur. Bu zamansal gerçeklik yeniden yapılandırılmış eğitim tasarım modellerini beraberinde getirmektedir. 21.yüzyıl becerileri yalnız başına ne beceriyi ne de bilgiyi kapsar. 21. yüzyıl becerileri anlamayı ve performansı içerir. Başka bir deyişle, bilgi ile becerinin harmanlandığı bir kavramdır (Dede, 2010, s.4). Bu harmanlanmış kavram eğitim tasarım modellerinin temelini oluşturmaktadır.

21. yüzyıl eğitim modellerinin yapılandırılmış en önemli odak noktalarından biri de fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimidir. Geleceğin liderliği ise öğrencilerin STEM disiplinlerinde nasıl eğitileceğine bağlıdır (Obama, 2010). Sayılan STEM alan çalışmaları, ülkelerin eğitim politikaları ve modelleri için hedef çalışma haline gelmektedir.

STEM alan çalışmalarına çeşitli proje sistemlerinin içinde yer verilerek yaşam ve kariyer becerisi olarak öğrencilere kazandırılmaya çalışılmaktadır. Bu proje sistemlerinin içinde en önemli entegrasyon aracı eTwinning proje sistemidir. eTwinning, STEM alan becerilerini somut uygulama sahası olarak yer almaktadır. Yaratıcı öğrenme, işbirlikli öğrenme ve yaparak yaşayarak öğrenme öğretim yöntem tekniklerinin kullanılmasıyla STEM alan becerileri çoklu disiplin yaklaşımı ile ele alınmaktadır. eTwinning projelerinde STEM entegrasyonu örnek proje çalışmaları ile gösterilmektedir. Bu bölüm çalışmasının amacı STEM alan çalışmalarının eTwinning projeleri ile ilişkisini ortaya koymaktır.

5.2. e-Twinning Projesi

“Bilişim teknolojilerinin eğitim içerisinde her geçen gün daha fazla ağırlıkta yer alması sonucunda eğitim klasik, mekân bağımlı yapısından hızla çıkarak dünya üzerinde bilginin daha hızlı arttığı ve yayıldığı, yeni bilgilerin bütün ülkelere anında ulaştırıldığı bir konuma gelmiştir. Eğitimin teknoloji desteğiyle her geçen gün daha kapsamlı hale gelmesi dünyada ve özellikle Avrupa’da bu alanda ortak projelerin yürütülmesine ve dolayısıyla da sınırların ortadan kalkmasına neden olmuştur. Avrupa’da bu amaçla yürütülen birçok projeden bir tanesi de eTwinning Projesidir” (Maden, 2011, s.3).

eTwinning, bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak gerekli desteği, araç ve hizmetleri aracılığıyla okulların herhangi bir konuda kısa ve uzun vadeli ortaklıklar kurmasını kolaylaştıran, Avrupa’da okul iş birliğini teşvik eden bir proje olarak ortaya çıkmış olup Avrupa ülkelerindeki katılımcı okullardan birinde çalışan personele (öğretmenler, müdürler, kütüphaneciler vb.) yönelik ortak bir platform sunmaktadır (European Commission, 2015). eTwinning platformu, öğretmen veya eğitimcilerin ortaklar bulabilmelerine, projeler oluşturabilmelerine, fikir paylaşımında ve uygulama alışverişlerinde bulunabilmelerine olanak sağlamaktadır. Ayrıca, platformda farklı amaçlar için tasarlanmış araçların kullanılarak öğretmenlerin bir arada çalışabilmelerine imkân tanıyan çevrimiçi araçlar bulunmaktadır (MEB, 2015a).

2005 yılında bir e-öğrenme projesi ürünü şeklinde Brüksel’de gerçekleştirilen bir konferansta uygulama imkânı bulan eTwinning Projesi, Avrupa’nın minimum iki farklı ülkedeki okullar arasında çevrimiçi esaslı projelerin desteklendiği bir uygulama olarak ifade edilebilir. Avrupa Birliği’ne ait Erasmus+ programının kapsamında eTwinning portalı uygulanmaktadır (Kearney ve Gras-Velasquez, 2015).

eTwinning Projesi, Avrupa Birliği’ne üye ülkelerin eğitimden sorumlu bakanlıkları ve European Schoolnet sorumluluğunda sürdürülmektedir (European Commission, 2015). eTwinning Projesi, Avrupa Birliği Üye Ülkelerini kapsamakta olup bu ülkeler; Almanya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hollanda, Hırvatistan, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İtalya, Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya ve Yunanistan’dır. Denizaşırı bölgelerin ve ülkelerin de eTwinning projesine katılması uygun

olup Arnavutluk, Bosna Hersek, Eski Yugoslav Makedonya Cumhuriyeti, Arnavutluk, İzlanda, Lihtenştayn, Norveç, Sırbistan ve Türkiye de bu kapsama katılabilmektedir. eTwinning Plus ise Avrupa'ya komşu olan altı ülkeyi kapsamakta olup Doğu Ortaklığı içinde yer alan Ermenistan, Azerbaycan, Gürcistan, Moldova, Ukrayna ve Avrupa Akdeniz Ortaklığı (EUROMED)'nin parçası olan Tunus'tur (European Commission, 2015).

eTwinning uygulaması eğitime olan etkileri nedeniyle e-öğrenme programının merkezinde yer almakta olup bireylerde dilsel iletişimde yetkinlik, matematiksel yetkinlik, çevre ile etkileşim ve bilgide yetkinlik, dijital bilgi ve iletişimle davranış geliştirebilme, öğrenmeyi öğrenme yetkinliği, sosyal ve vatandaşlık yetkinliği, kişisel özerklik ve girişim yetkinliği gibi eğitsel temelleri oluşturma yönünde önemli özelliklere sahiptir (Maden, 2011, 1507).

“Ülkemizdeki eTwinning faaliyeti Millî Eğitim Bakanlığı'nın Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü bünyesinde kurulmuş olan eTwinning Türkiye Ulusal Destek Servisi tarafından yürütülmektedir” (Döğer, 2015, s.151).

18 Şubat 2009 tarihinde eTwinning projesine katılım sağlayan Türkiye, eTwinning ile ilgili faaliyetlerin ülke genelinde yaygın hâle gelebilmesi için tüm illerde koordinatörler seçmiştir. Türkiye Ulusal Destek Servisi, uzun vadede bilimsel ve teknolojik gelişimin kaydettiği ilerlemeyi takip etmek ve ülkemizde her okulun en az bir proje ile bu uygulamanın kapsamında yer almasını sağlamayı amaçlamaktadır (Maden, 2011).

“eTwinning Türkiye Ulusal Destek Servisi her yıl Avrupa Komisyonu ve Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürü tarafından onaylanarak yürürlüğe giren bir “yıllık çalışma planı” hazırlamakta ve yıl boyu etkinliklerini bu plana göre sürdürmektedir. Çalışma planı çerçevesinde yıl boyu yüz yüze ve çevrim içi eğitimler düzenlenmekte ve başka ülkelerin Ulusal Destek Servislerinin düzenlediği etkinliklere öğretmenlerin katılımı sağlanmaktadır” (Döğer, 2015, s.152).

Ülkemizdeki öğretmenler Avrupalı meslektaşlarının da yer aldığı bir eTwinning grubuna bağlanma imkânı bulmakta, kendi fikir ve tecrübelerini meslektaşları ile paylaşarak gruplarda yer alan tartışmalara katılabilmektedir. Ayrıca çevrimiçi öğrenme etkinlikleri yoluyla öğretmenlere yeteneklerini geliştirebilmeleri için alanının uzmanları tarafından birkaç hafta süren çevrimiçi oturumlar yapılarak bilgisayar teknolojileri kullanımı konusunda güvenin geliştirilmesi ve uluslararası topluluk ortamlarının oluşturulması gibi faaliyetler yıl boyunca öğrenme laboratuvarları içerisinde sürdürülmektedir (Maden, 2011, 1507). Bu platformda gerçekleştirilen etkinlik ve faaliyetler hem eş zamanlı hem de eş zamanlı olmayan faaliyetler hâlinde yapılarak konu ile ilgili olan öğretmenler katılım sağlayabilmektedir. Katılım sağlayabilen ortalama kişi sayısı 200 ile sınırlandırılmıştır (MEB, 2019). Bu etkinliklerin yanında, öğretmenler için düzenlenen çalıştaylar aracılığıyla Türkiye'deki öğretmenler Avrupalı meslektaşları ile yüz yüze iletişim kurma imkânı da bulmaktadırlar. Her çalıştayda Avrupa'da çalışmakta olan 100 öğretmen eTwinning projesinin farklı yönlerini konuşmak,

tartışmak için bir araya gelmektedir (Maden, 2011, 1507). Bir yıl içerisinde eTwinning projesini destekleyen beş farklı ülkede düzenlenen çalıştaylarda, projede aktif rol alan öğretmenler öncelikli katılım hakkına sahiptir (MEB, 2019).

İki üç günlük olarak düzenlenen tematik konferanslarda pedagojik bir tema çerçevesinde ortalama 200 davetli öğretmen bulunmakta, eTwinning ile ilgili bilgilendirmeler yapılmakta ve belirli konular üzerine dikkat çekilmesi amaçlanmaktadır. eTwinning projesine üye Avrupa ülkelerinin birinin ev sahipliğinde yılda birkaç kez ve birkaç gün boyunca süren bu konferanslar yüz yüze şekilde yapılan bir kutlama etkinliği şeklinde proje kapsamında yer alır. Bu kutlamalar, tüm Avrupa’da dikkat çekilmesi istenilen bir konunun o yıl içerisinde gerçekleştirilen çalışmalarını içermektedir. Bu konferanslara proje puanları en yüksek olan ve Avrupa Kalite Etiketini alan eğitimciler davet edilmektedir. Yaklaşık 600 kişinin davet edildiği bu konferanslara katılım sağlayanlar projelerini stantlarda veya atölye çalışmaları şeklinde sunmaktadırlar. Konferansların diğer günlerinde genel olarak o yıl dikkat çekilen tema veya konuya ilişkin eğitimler, eğitimde yeni trendlerin anlatıldığı açık oturumlar, Web 2.0 tabanlı araçlarının kullanımına ilişkin atölye çalışmaları ve Erasmus+ projelerine ilişkin bilgilendirmeler ve eğitimler verilmektedir. Konferanslar sonunda tüm katılımcılara katılım sertifikası verilmektedir (MEB, 2019).

eTwinning projelerine katılan öğretmenlerin öğrencileri ile yürüttüğü çalışmalara farklı kategorilerde ödüller verilerek görünürlüğünün artırılması sağlanmaktadır. Ulusal çerçevede belli bir kaliteye ulaşarak belirli ölçütlere ulaşan projeler için Ulusal Kalite Etiketini verilmektedir. Farklı ülkelerdeki okullar ile iş birliği yapılarak yürütülen, Avrupa çapında kalitenin yakalandığı projelere Avrupa Kalite Etiketini ödülü takdim edilmektedir. Bu ödüllerin haricinde eTwinning Avrupa Ödülü ile diğer özel ödüller için de öğretmenlerin başvuru imkânı bulunmaktadır (MEB, 2019).

2017 yılında eTwinning etkinliklerine tüm öğretmen ve yöneticileri dahil ederek daha etkili bir katılımın sağlanması ve gerçekleştirilen çalışmalarda okul etkisini gözlemleyebilmek amacı ile eTwinning okulları şeklinde bir girişim başlatılmıştır. eTwinning etkinliklerinin kurumlar çerçevesinde yaygınlaştırılması bu okulların Avrupa çapında tanınmasına fırsat sağlamaktadır (MEB, 2019). Bu etiketi alan okullar e-güvenlik uygulamalarında, pedagojideki yaratıcı ve yenilikçi yaklaşımları uygulamada, personellerin mesleki gelişimlerinin sürekli hâle getirilmesinde, iş birliğiyle öğrenme süreçlerinde ve uygulamaların desteklenmesinde öncü ve lider okullar olarak kabul görmektedir (MEB, 2019).

“eTwinning projeleri temel olarak iki web platformunu kullanmaktadır. Bunlardan bir tanesi eTwinning ağını ve amaçlarını tanıtan, bitmiş olan ve devam eden projelerle ilgili bilgileri yukarıda bahsi geçen çevrimiçi ve çevrimdışı öğretmen eğitimleri ile ilgili duyuruları içeren eTwinning ana sayfasıdır. Öğretmenler bu web platformundan, devam eden projeleri görebilmekte, kendi projeleri için ortak bulabilmekte ve onlarla iletişime geçebilmektedir. eTwinning projesi kapsamında kullanılan ikinci web platformu ise projeler içindeki iletişimin temel kanalı olan Twinspace sitesidir. Twinspace öğretmenlere kendilerine bir profil sayfası

kurma ve bu sayfada kendilerini, ilgi alanlarını ve daha önce yaptıkları projeleri tanıtabilme imkânı sağlamaktadır. Bunun yanında, Twinspace öğretmenlere proje sayfaları geliştirme ve Twinspace'in sunduğu Wiki, tartışma forumu, chat ve bloglar gibi sosyal medya araçlarını projelerine entegre etme imkânı sağlamaktadır. Öğrenciler de öğretmenleri tarafından bu projelere kaydedilebilmekte ve proje sayfasındaki sohbet gruplarına, tartışmalara katılıp, yazılarını farklı araçlar üzerinden yayımlayabilmektedir” (Bozdağ, 2017, s.47).

5.2.1. e-Twinning Projesinin Önemi

Avrupa'nın farklı ülkelerindeki öğretmenlerin çevrimiçi bir ortamda gerçekleştirdikleri ve ortak eğitim hedeflerine ulaşmak için fırsatlar elde ettikleri eTwinning projeleri sayesinde öğretmenler birbiriyle deneyimlerini paylaşmakta ve fikir alışverişinde bulunmaktadır (Memişoğlu ve Tapan Brautin, 2018, s.136).

İş birliği projelerine imkân tanıyan eTwinning platformu, öğretmenlerin mesleki gelişimleri için nitelik kazanma fırsatı sunar. Kendi kendine eğitim materyalleri ve değerlendirme araçları (MeTP), özel etkinlikler, öğrenme faaliyetleri ve çevirim içi seminerler ile eğitimcilerin öğrenme tekniklerini geliştirmeleri için katkı sağlayabilecek olan birçok araç eTwinning platformu olanakları içerisindedir. Bu bağlamda, farklı özellikleri ile ön plana çıkan bu platform öğretmenlerin öğrenme yeteneklerini hayat boyu destekleyecektir (Yılmaz ve Altun Yılmaz, 2012, s.122).

“2015 yılından itibaren eTwinning Ulusal Destek Servisi, platformda öğretmenlerin derslerinde teknolojiyi etkin ve doğru biçimde kullanmalarına yardımcı olacak çevrim içi eğitimler düzenlemeye başlamıştır” (Döğer, 2015, s.152).

eTwinning Projesinin amaçları arasında;

- “Avrupa'daki tüm öğretmenler için öğrencilerini de dâhil edebilecekleri, deneyim ve bilgi paylaşımına olanak sağlayan, birlikte projeler yapabilecekleri güvenli bir sosyal ağ oluşturmak,
- Öğretmen ve öğrencilerin bilişim teknolojileri kullanımını geliştirerek, teknolojiyi uyguladıkları müfredata entegre etmelerini ve yenilikçi öğretim yöntem ve tekniklerini kullanmalarını teşvik etmek bulunmaktadır (MEB, 2015b).

eTwinning projelerinin, paydaşlarına faydaları tek tek incelendiğinde öğretmenler adına şu faydalardan söz edilebilir (MEB, 2015b):

1. Avrupa ülkelerinin farklı okullarında gerçekleştirilen eğitim uygulamaları ile ilgili fikir sahibi olunması,
2. Yabancı dil pratiğini geliştirmesi,

3. Bilişim teknolojilerinin derslerde etkili şekilde kullanılması,
4. Öğrencilerin derslerine daha fazla motive olmalarını sağlayarak derslerin daha eğlenceli hâle getirilmesi,
5. Mesleki açıdan gelişim gösterilmesi.

eTwinning programına proje hazırlayan birçok öğretmenin görüşleri doğrultusunda öğrencilere sağlanan faydaları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (European Commission, 2015):

1. Derslere daha çok motive olunması,
2. Farklı okullarda veya ülkelerdeki akranlarla iletişim kurulduğundan farklı coğrafya ve kültürlerin tanınması,
3. Yabancı dilde iletişim kurulması ve dilde gelişim sağlanması,
4. Eğitimde internet teknolojilerinin kullanılabilirliğinin farkına varılması,
5. Proje kapsamında yer alanların derslere daha etkin katılım sağlaması.

eTwinning'in faydaları ile ilgili olarak 2013 yılında Türkiye Ulusal Destek Servisi tarafından yapılan 770 öğretmenin katıldığı araştırma şu sonuçları ortaya koymuştur (EC, 2015):

1. Katılımcı öğretmenlerin %86,3'ü eTwinning projelerinin teknolojiyi kullanma becerilerini artırdığını,
2. %89,5'i derslerde farklı öğrenim yöntemleri kullanmaya teşvik ettiğini,
3. %91,5'u yabancı dillerinin gelişimine yardımcı olduğunu,
4. %85,5'i bilgisayar kullanma becerilerini artırdığını,
5. %94'ü iş birliği yapma becerilerini artırdığını,
6. %90,3 iş motivasyonunu artırdığını,
7. %90,9'u alanıyla ilgili bilgilerini güncellemesini sağladığını,
8. %95'i yeni ve yaratıcı projeler üretmeye teşvik ettiğini belirtmiştir.

Aynı araştırmada öğretmenlere eTwinning'in öğrencilerine olan etkisi de sorulmuş ve öğretmenlerin yine büyük bir çoğunluğu eTwinning'in;

1. Öğrencilerinin derslere daha aktif katılmasını sağladığını (%77,2)

2. Katılan öğrenciler arasındaki iş birliğini artırdığını (%91)
3. Öğrencileri sosyalleştirdiğini (%85,7)
4. Yabancı dillerini geliştirdiğini (%92,6)
5. Eleştirel düşünme becerilerini artırdığını (%77,2)
6. Teknolojiyi kullanma becerilerini artırdığını (%87,4) belirtmişlerdir (EC, 2015).

Farklılıkların tanınması, farklılıkların yaşamdan bir parça şeklinde görülmesi, farklı yaşam biçimlerinin, geleneklerin ve kültürlerin var olduğunun bilincine varıldığı ve bunların doğal olduklarının öğretildiği ilköğretim dönemi içerisinde, kazanılan fikir ve yaklaşımların bireylerin tüm hayatı boyunca yabancılaştırma ve ötekileştirme gibi olumsuz tutum ve davranışların önüne geçilmesi sağlanmaktadır. Kùltürler arasında iş birliği ve müzakere ortamının sağlanmasında bu bakış açısının ve öğretilerin önemi büyüktür. Bu bağlamda, eTwinning projesi okullar arası yapılan iş birliği projeleri olmanın yanında, kùltürler arası gerçekleştirilen iş birliği projeleri şeklinde de değerlendirilmelidir (Yılmaz & Altun Yılmaz, 2012).

Bu platformu kullanan eğitimcilerin günümüzde önemini günden güne artıran “Bilgi ve İletişim Teknolojileri” alanı açısından yeterlik ve niteliklerini geliştirdikleri, öğretim programlarında yer alan kazanımlardaki proje faaliyetleriyle Web 2.0 tabanlı araçların kullanılması sonucu teknolojik olanaklardan faydalandıkları, öğrenme ve öğretme süreçlerinde gelişim gösterdikleri anlaşılmaktadır. Ayrıca, bu projelerin uygulandığı ülkelerde yapılan paylaşım ve etkinlikler de öğrencilerin dikkat ve ilgisini çekmektedir (Avcı, 2021).

Şu anda okullarda öğrenim görmekte olan ve “z kuşağı” olarak adlandırılan nesli diğer nesillerden ayıran belirgin özellikler bulunmakta ve bu nesil bilgisayarlar ile dijital teknolojiyi farklı amaçlarla kullanmaktadır. Bu nesil, yüz yüze konuşmak yerine metinleri kullanmayı, bilgi sahibi olmak ve araştırma yapmak için bilgisayarları tercih etmektedir (Avcı, 2021). Teknolojiden bağımsız düşünemeyecek olan z kuşağı çocuklarının bilgi iletişim teknolojilerini aktif kullanmaları dolayısıyla onlara bu uğraşlarını kanalize edecekleri birtakım kanallar gerekmede ve bu kanalları da eTwinning projeleri bu kuşağın çocuklarına sunmaktadır.

Bu bağlamda, eğitimcilerin değişim içerisinde olan z kuşağını anlaması ve analiz etmesi, öğretim faaliyetlerini bu kuşak tarafından sergilenen davranış ve tutumlara göre sürdürmesi ve bu çerçevede öğrencilere rehberlik yapması başarılı bir nesil yetiştirilmesi açısından önemlidir. Z kuşağı klasik eğitim anlayışı içerisinde bilgi kaynağı olarak yalnızca öğretmenleri gördüğü için bu neslin öncekilerden daha farklı olduğu anlayışı ile eğitim sistemi içerisinde z kuşağının ilgisini ve dikkatini çekebilecek dönüşümlerin yapılması artık bir zorunluluk hâlini almıştır. Bu yeni kuşağın ihtiyaç ve beklentileri doğrultusunda oluşturulmuş olan eTwinning platformunda ortaya konulan yenilikçi projelerin bu neslin ihtiyaçlarına

verdiği cevaplar dikkat çekmektedir. Diğer taraftan, eğitimcilerin uluslararası platformlarda da iş birliği kurarak yeterliklerini artırması, bilgi gücünden ziyade hayal gücünü ön planda tutan öğrencilerin yetiştirilmesinde, dilsel ve kültürel olarak etkileşim sağlamalarında ve bu sayede küresel açıdan eğitimde söz sahibi olabilmelerinde etkili olmaktadır. Hem ulusal hem de uluslararası projeler aracılığıyla öğrenme ve öğretme deneyimleri kazanan eTwinning öğretmenleri, kendilerini geliştirerek gelecek kuşağın daha başarılı bir şekilde yetişmesinde önemli katkılar sunacaktır (Avcı, 2021; MEB, 2019).

eTwinning projesi öğrenci ve öğretmenlere birçok alanda gelişim olanağı sunarken proje paydaşı olan öğrencilerin velilerinin teknolojik becerilerinin gelişimine dolaylı olarak katkıda bulunmaktadır.

5.3. eTwinning Projesine STEM Entegrasyonu

Günümüzde, öğrencinin öğrenmesinde sorumluluk aldığı ve farklı becerilere ihtiyaç duyduğu bir yöne doğru gidilmektedir (Akarsu, Okur, Akçay ve Elmas, 2020). Git gide farklı bir zemine oturan değerler ve kavramlar insan hayatına girmeye ve onu dönüştürmeye başlamıştır. İnsan hayatı öngörülenden çok daha hızlı bir değişim göstermektedir. Bu değişimdeki önemli unsurlardan biri şirketler ve toplumlar olmuştur. Endüstri 4.0 veya Toplum 5.0 gibi kavramlar hem iş hayatında hem de sosyal hayatta ciddi yeniliklere hazır olunması gerektiğinin habercileri olmuştur (Fukuyama, 2018; Hermann, Pentek ve Otto, 2015). Bu değişime ve dönüşüme adapte olabilmek için eğitimde de farklı yöntem ve teknikler geliştirilmiştir.

“Son otuz yılda kavramsal değişim modeli olan 5E modeli ile başlayan süreçte probleme dayalı öğrenme, proje tabanlı öğrenme, keşifle öğrenme, akran öğrenmesi, bağlam temelli öğrenme, deneysel etkinliklerle öğrenme gibi eğitim yaklaşım ve yöntemlerinin eğitim sisteminde önemli bir yer tuttuğunu görmek mümkündür (Alparslan, Tekkaya ve Geban, 2003; Bodner ve Elmas, 2020; Elmas ve Geban, 2016; Sungur, Tekkaya ve Geban, 2006). Bu yöntemlerin hepsi aslında farklı teorik çerçeveler kullanan, araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenme temeli üzerine kurgulanan yöntem ve yaklaşımlardır. Söz konusu yöntem ve yaklaşımlara ek olarak son zamanlarda STEM geliştirilmiştir” (Brown, Brown, Reardon ve Merrill, 2011, s.157).

“Ülkemizde Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik kelimelerinin kısaltmaları yapılarak FeTeMM biçiminde adlandırılan STEM eğitimi sayesinde öğrenciler fiziksel, entelektüel ve kültürel dünyasını zenginleştirmekte ve eleştirel düşünme, problem çözme gibi öz yeterliklerini geliştirmektedir” (Çorlu & Aydın, 2016, s.2).

Ayrıca “2005 yılında Avrupa Komisyonunun e-öğrenme Programının ana hareketi olarak başlatılan eTwinning, 2007 yılından bu yana Yaşam Boyu Öğrenme Programına sıkı bir şekilde entegre edilmiştir. Merkezi Destek Servisi, Avrupa'daki okullar, öğretmenler ve öğrenciler için eğitimi geliştiren otuz bir Avrupa Eğitim Bakanlığının uluslararası iş birliğinden

oluşan European Schoolnet tarafından yönetilmektedir. Ayrıca eTwinning ulusal düzeyde otuz sekiz Ulusal Destek Servisi tarafından desteklenmektedir” (MEB, 2013).

eTwinning platformu da bu değişim ve gelişimi desteklemek için birçok öğrenme ve gelişme ile proje tabanlı bir öğrenme sunmaktadır (MEB, 2019).

eTwinning iletişim kurmak, iş birliği yapmak, projeler geliştirmek, paylaşmak kısacası Avrupa'daki en heyecan verici öğrenme topluluğunu hissetmek ve bu topluluğun bir parçası olmak üzere Avrupa ülkelerindeki katılımcı okullardan birinde çalışan personele (öğretmenler, müdürler, kütüphaneciler gibi) yönelik bir platform sunmaktır (European Commission, 2015).

eTwinning projeleri proje tabanlı bir öğrenme yaklaşımı sunması sebebiyle STEM ile entegre edilebilmektedir.

5.3.1. eTwinning Projesine STEM Entegrasyonunun Sebepleri

eTwinning Proje Tabanlı Öğrenmede;

Tasarım Özeti: Çalışılacak konu ve bir örnek çalışma standartları, kısa bir sunu veya video

Grup Kurma: İş birlikçi çalışma homojen veya karma gruplar

Araştırma: Online veya geleneksel kaynaklar, arama motorları, linkler, eğitim siteleri, bilgi toplama

Rafine Etme: Bulunan bilgileri değerlendirme, kullanılacak verileri belirleme ve bir araya getirme, zihin haritaları

Oluşturma: Durum, problem, sonuç, yenilik ve çözümler, ürün süreci- teknolojik bir video, sunu, rapor, infografik, bir hikâye, bir poster ve sunum

Etkileşim: Anlatma, fikir alma, iş birliği yaparak gelişimi planlama

İş Birliği Geliştirme: Etkileşim ve iş birliği ile ürünün geliştirilmesi süreci yeni boyutlar ve inovasyon süreci, teknoloji kullanımı

Final Ürün: Hedef kitle, sosyal medya, web siteleri, bloglar, resmi ve gayri resmî kurumlar (MEB, 2019c).

STEM eğitimi yenilikçi düşünmenin, yaratıcılığın, tasarım yapmanın, girişimciliğin, doğru soruları aramanın ve sormanın, takım çalışmalarında takımın etkili bir parçası olabilmenin, öğrenmede sorumluluklar alabilmenin, süreçleri doğru analiz edebilmenin,

bilimsel ve teknolojik okuryazarlığın kazanılması için yararlanılan bir eğitim yaklaşımıdır (Akarsu, Okur, Akçay ve Elmas, 2020). Bir başka deyişle STEM, geleceğe yönelik kavram ve becerilerin kazanılması için oluşturulan disiplinler arası bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım sürecinde, gerçek hayattan bir problem verilerek sürece başlanır, mühendislik tasarımları için yararlanılan süreçler uygulanır ve tekrarlar ile probleme bir çözüm yolu bulunmasıyla son bulur (Moore vd., 2014).

STEM bir problem durumu ile başlayıp, her zaman bir ürünle neticelenmeyebilir, süreç odaklıdır. STEM yaklaşımında süreç ve mühendislik tasarım süreci çok önemliyken, eTwinning proje tabanlı öğrenmede süreçten ziyade ürünün ortaya çıkması önemlidir. Bu yönü ile de eTwinning projesinden farklı olsa da süreç boyunca öğrenmeye katkıları açısından eTwinning projelerine entegre olabilmektedir.

eTwinning projelerine STEM entegrasyonunda proje süreci ve bu süreçte öğrencilerin becerilerinin gelişimine katkı hedeflenmektedir. STEM projeleri bu entegrasyonda küresel ortak problem ve değerlere erişebilmekte, ulusal ve uluslararası iş birliği yoluyla devlet anaokulu ve ilkokullarında da uygulama alanı yaygınlaşmaktadır. STEM projeleri sürecinde yer verilen algoritmik düşünme becerisi, mühendislik tasarım süreci, kodlama ve robotik nedeniyle de eTwinning platformunda tercih edilen projeler olmaktadır.

5.4. Örnek STEM Entegrasyonu Olan eTwinning Projelerinin Tanıtımı

5.4.1. Proje 1

Miniklerle STEM Kulübünden STEM Okuluna/From STEM Club Towards STEM School With Kids

Proje Hakkında

2019-2020 eğitim ve öğretim yılını kapsayan 3-6 yaş grubu okul öncesi öğrencilerine yönelik bir projedir (MEB, 2019b).

Proje ortağı öğretmenler müfredat entegreli disiplinler arası STEM planı yapmayı öğrenmişlerdir. Plan yapmayı öğrenen proje öğretmenleri derslerinde STEM eğitimi uygulamış ve planlardaki problem durumuna uygun olarak tasarım ortaya çıkmıştır. Bu STEM projesi ile öğrencilerde içerisinde bulunduğumuz çağın eğitim yetkinliklerinin desteklenmesi, bilimsel düşünme ve problem çözme kabiliyetlerinin geliştirilmesi, girişimci ve yenilikçi kişiler olarak yetişmeleri için STEM disiplininin benimsenmesi amaçlanmaktadır.

Proje Hedefleri

Proje kapsamında öğrencilerde kazanılması beklenen hedefler aşağıda sıralanmıştır:

- Daha araştırmacı ve yenilikçi bireyler olması,

- Problem çözüme becerilerinin geliştirilmesi,
- Eleştirel düşünme yetkinliğinin kazandırılması,
- Araştırmalarını bağımsız olarak yapabilmesi,
- Sorgulayan, merak eden ve yaratıcı şekilde düşünen beceriler kazanabilmesi,
- İş birliği kurma, bilgiyi doğru paylaşma ve güvenli iletişim kurabilme becerilerinin edinilmesi.

Çalışma Süreci

Okul öncesi müfredatında bilişsel alan, dil gelişim alanı, motor gelişim, sosyal-duygusal gelişim ve öz bakım becerileri olmak üzere beş ana başlık altında kazanım ve göstergeler yer almaktadır. STEM; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bir araya getirilmesidir. Dolayısıyla projemizde STEM planları ve proje etkinlikleri hazırlanırken, uygulanırken disiplinler arası geçiş konularına yer verilmiştir. Proje konuları bir gelişim alanıyla değil birçok gelişim alanlarıyla ele alınmıştır. Farklı gelişim alanlarının müfredat kazanım ve göstergeleri ile konuları dâhil edilmiştir. Proje planında ana disiplin olarak bilişsel gelişim alanı kazanım ve göstergeleri yer almıştır. Diğer disiplinler için de teknolojiye, matematiğe, mühendisliğe, fen bilimlerine, Türkçe dil bilimlerine ve okul öncesi öğretim müfredatında olan sanat etkinliklerine yer verilmiştir. Bu disiplinlerin kazanım ve göstergeleri; okul öncesi müfredatında yer alan dil gelişim alanı, sosyal-duygusal alan, motor gelişim alanı ve öz bakım becerileri kazanım ve göstergelerinden alınmıştır. Okul öncesi eğitimde fen kazanımları; bilişsel, dil, sosyal duygusal gelişim alanlarının kazanımlarından alınmıştır. Proje, müfredatta yer alan bilişsel, dil, motor, sosyal duygusal gelişim ve öz bakım becerileri ile uyumludur. Projede farklı okulda bulunan başka bir öğretmen ve alanında uzman olan kişiler ile öğrenci etkinlikleri ve eğitimler düzenlenerek faaliyetlerde iş birliği yapılmıştır. Başka derslerin müfredat konularından da dahil edilmiştir.

Çalışma sürecinde aylık çalışmalar proje ortağı okulların önerileri de dikkate alınarak hazırlanmıştır. Karmaşık grup takımlarına ayrılarak STEM planları hazırlanmıştır. Proje boyunca bireysel ve okul ortak takım çalışmaları yürütülmüştür. Değerlendirme kısmında planda yer alan öz değerlendirme formu yapılarak öğrencilerden dönüt sağlanmıştır.

Projede özel ve önemli günlere de yer verilerek öğrencilerde farkındalık oluşturmak amaçlanmıştır. STEM planının konularından biri hayvanları koruma günü ile ilgilidir. Hayvanların da ihtiyaçlarının olduğundan ve bunun öneminden bahsedilmesinin ardından sanat etkinliği gerçekleştirilmiştir. Konumuzun teknoloji entegrasyonunda “Hayvanlar nerelerde yaşar?” sorusunun cevabı artırılmış gerçeklik çalışması ile gerçekleştirilmiştir. “Hayvanlar neye ihtiyaç duyar?”, “Hayvanlar nerelerde yaşar?”, “Hayvanların doğal ortamı nerelerdir?” sorularına oyun hamuru, kürdanlardan kaplarda su ve yemek, hayvanların yaşadıkları yerleri tasarlayarak cevap aranmıştır. Bu çalışma ile mühendislik entegrasyonuna yer verilmiştir.

Öğrenciler tasarımlarda geometrik şekilleri kullanarak matematik entegrasyonu sağlanmış, ardından öğrenciler yaptıkları tasarımların sunumlarını yapmıştır.

Projenin STEM konularından bir tanesi de Dinozorlar olmuştur. “Dinozorlar hala yaşasaydı boyları ne olurdu?” problem durumundan yola çıkılarak çocuklara birim küpler dağıtılmıştır. Bir önceki derste sanat etkinliğinde yapılan dinozorların boylarının kaç birim küp olduğu uygulamalı olarak öğrenciler ile hesaplanmıştır. Dinozor boyları birim küpler ile ölçüldükten sonra grafik tablo oluşturulmuştur. Çocuklar karşılaştırma yaparak kimi dinozorun boyunun uzun kiminin kısa olduğunu fark eder, grafik tablo yorumlama ile öğrenmeye aktif olarak katılmıştır. Sınıfta bulunan bir Lego birim sayılarak her gruptaki çocuk birbirinin boyunu ölçerek sınıf boy grafiği oluşturulmuştur. “En uzun hangisi?”, “En kısa hangisi?”, “Legoları sayalım mı?” gibi sayma ve karşılaştırma çalışmaları yapılmıştır. Dinozor STEM çalışmalarımızdan dinozor yumurtalarını renklerine göre eşleştirme çalışması Web 2.0 aracı ile yapılmıştır. Bu çalışmalar ile matematik, teknoloji, mühendislik ve bilim entegrasyonuna yer verilmiştir.

Projede hazır kitler de kullanılmıştır. Güneş Panelleri STEM konusu, hazır kitler ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere artık materyaller verilmiştir. Güneş paneli kullanım alanlarının örneklerinin incelenmesinin ardından öğrenciler tasarımlarını yapmıştır. Öğrencilerin tasarımlarının ardından hazır güneş paneli kiti kullanılarak tasarladıkları evin çatısına yerleştirilmiştir; bu çalışma ile fen ve mühendislik entegrasyonu gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin tasarımlarının ardından kullandıkları kutulara dikkat çekilerek hangilerinin kare, dikdörtgen, üçgen olduğu sorulmuştur. Öğrencilerin oluşturdukları ve kullandıkları geometrik şekilleri göstermeleri istenerek matematik entegrasyonu sağlanmıştır.

Köprü STEM planında “Doğal afetlere dayanıklı köprü inşa etmek istesek neler yapabiliriz?” problem durumuna cevap aranmıştır. Öğrenciler ile köprü yapımı, köprülerin neden sağlam yapılması gerektiği, malzemelerden hangilerinin sağlam olacağı, hangi amaçla nerede kullanıldığı ve kullanım durumuna göre köprünün ne kadar uzunlukta olacağı hakkında tasarım üzerine konuşulmuştur. Hata ayıklama yöntemi ile öğrencilerin abeslang çubuklarla yapılan köprünün daha sağlam olacağı sonucunu çıkarmalarının ardından öğrenciler tasarım mühendislik kısmına geçmiştir. Öğrencilerle konuşurken “Neden sağlam olmalı?”, “Nerede kullanılacak?” ve “Kullanım durumuna göre uzunluğu, yüksekliği, kaç metre, kaç km, kaç ton?” soruları hakkında konuşulur. “Köprüleri kimler yapar?”, “Mimar ve mühendislerin iş alanları nedir?” gibi sorular ile bilimsel terimlere ve yükseklik, metre, km, ton gibi matematiksel terimlere de yer verilmiştir. Tasarımların ardından “Kaçar tane tahta çubuk kullanıldı?” sorusu yöneltilerek ritmik sayma çalışması yapılır, bu çalışma ile matematik entegrasyonu sağlanmıştır.

Gruplar arası bardaklarla en hızlı ve en sağlam zeplin yapılması çalışması ile STEM meydan okuma etkinliği düzenlenmiştir. Öğrencilerden aileleri ile oluşturdukları gruplarda belirlenen iki nokta arasında güvenli sağlam ve hızlı gidiş geliş sağlayacak ve bölgenin coğrafi özelliği göz önünde bulundurularak ulaşım sorununu çözecek zeplin tasarımları istenmiştir.

Hedefler:

Öğrenciler şunları yapabilecekler:

- Ulaşım sorununu çözmeye ilgili fikir üretecekler.
- İnsanlık tarihinin en eski ulaşım araçlarından olan zeplini tanıyacaklar.
- Belirli bir enerji kaynağına ihtiyaç duymayan ulaşım aracı tasarlamış olacaklar.
- Oluşturdukları tasarımın işlevselliğini ölçmüş olacaklar.

STEM entegrasyonu kısmı; Graplardan pipet, 150 cm uzunluğunda ip, köpük bardak kullanarak belirlenen iki nokta arasında gidiş geliş yapabilecek zeplini tasarımları istenmiştir ve 15 dakika zaman verilmiştir. Bardağa delikler açılarak ip yardımı ile pipete bağlanmıştır. Ardından pipet 150 cm uzunluğundaki ipe geçirilmiştir. İpin bir ucu yüksek bir ucu alçak mesafeye bağlanır ve zeplin yüksek mesafeye doğru çekilerek meydan okumaya hazır hale getirilmiştir.

Tasarımın değerlendirilmesinde öğrencilerden toplam yirmi adet demir parayı yanlarında bulundurmaları istenmiştir ve her seferinde sadece bir adet demir parayı tasarladıkları zepline ekleyebilecekleri kuralı hatırlatılmıştır. İki dakikalık sürede en çok demir parayı bitiş çizgisine ulaştıran grup seçilmiştir. Sunum yapılmıştır. Bu çalışmanın makalesi “2020 STEM Keşif Haftası”na katılarak blog sayfasında yer almıştır.

Beklenen proje sonuçları şu şekildedir:

- Öğrencilerin bilgiye ulaşma, problem çözmeye, bilginin işlenmesi ve sunulmasına aktif olarak katılmaları,
- Yaratıcılık ve üretkenlik,
- Eleştirel düşünme ve problem çözmeye,
- Sorumluluk alma, iş birliği, yardımlaşma ve paylaşma,
- Bilgileri özgün ürün ve buluşlara dönüştürme,
- Bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığını geliştirme,
- Sanat yeterliliklerini geliştirme,
- Bilim ve bilgi okuryazarlığını geliştirme,
- Matematik okuryazarlığını geliştirme,

- Öğrenci ve velilerin STEM etkinliklerini ve uygulamalarını tanıma imkânının olması,
- “STEM Okul Etiketi” olarak ve STEM keşif haftasına katılarak projenin görünürlüğünü kılma.

5.4.2. Proje 2

STEM ÇOCUK – Stem Kids

Proje Hakkında

STEM Çocuk 2020-2021 Eğitim Öğretim yılını kapsayan 4-11 yaş grubu öğrencilerine yönelik bir projedir.

Disiplinler arası çalışmayı hedefleyen projede öğretmenler STEM planı yapmayı öğrenciler ise STEM becerilerini kazanmayı ve günlük hayata entegre etmeyi öğrenmişlerdir. Her ay belirlenen problem durumlarına beyin fırtınaları ve zihin haritaları ile çözümler aranmış ve çocukların sorgulama ve çözüm bulma becerilerinin geliştirilmesi sağlanmıştır.

STEM becerilerine yönelik bilgi ve becerileri ile çocuklara dünyayı keşfedebilme, 21. yy. becerileri ile yaratıcılık, eleştirel düşünme, tasarım odaklı ürünler ile çözümler üretme, problem çözme gibi becerilerini geliştirerek, öğrencilere disiplinler arası bir bakış açısı kazandırmayı amaçlamaktadır.

Proje Hedefleri

Projemizle hedefimiz;

- Çocukların STEM alanlarına yönelik bilgi ve becerilerini geliştirebilmek,
- STEM becerilerini kazanmalarını sağlayarak öğretmen eğitimi, aile ve iyi hazırlanmış bir eğitim programı ile öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerine destek olmak,
- Resimler çizerek sanatsal bakış açısı oluşturmak,
- STEM çalışmaları ile öğrencilerimizin akranlarıyla iş birliği içinde yaparak yaşayarak öğrenmesini sağlamak,
- Tasarım becerilerinin temellerini atmak,
- Problemlere çözümler üreterek güncel sorunlara cevaplar bulmak,
- Bilimsel düşünebilme becerisi kazanmak,
- Matematiksel ölçümler yapabilmek.

Çalışma Süreci

2021 Ocak ayında başlayıp 2021 Nisan ayında sona erecek olan proje çalışması 4-11 yaş aralığındaki öğrencilere hitap etmektedir. Aylık çalışmalar proje ortağı okulların önerileri de dikkate alınarak hazırlanmıştır. Proje boyunca bireysel ve okul ortak takım çalışmaları, yürütülmüş olup ortaklar arası görev dağılımı yapılmıştır. Çalışmalar Twinspace, sosyal medya hesapları ve proje blog sayfasında düzenli olarak paylaşılarak yaygınlaştırılmış, fikir paylaşımı, iş birliği ve değerlendirmeler için webinarlar düzenlenmiştir.

Hem okul öncesi hem de ilkökul müfredatına uygun şekilde seçilen kazanım ve göstergeler çerçevesinde hazırlanan projede çocukların yaş ve gelişim özelliklerine aynı zamanda gelişim alanlarına dikkat edilerek planlama yapılmıştır. STEAM çalışmalarının ihtiva ettiği bilim, teknoloji, sanat, mühendislik ve matematik çalışmalarının tümü bir araya getirilerek planlama yapılmıştır. Dolayısıyla çocukların tüm alanlarda becerilerinin geliştirilmesi sağlanmıştır. “Science” başlığı ile temalara uygun fen etkinliklerine ve deneylere yer verilmiştir. “Technology” başlığı ile internet desteği ile videolar izlenmiş, videolar çekilmiş ve birbirinden farklı teknoloji oyunları ile de pekiştirmeler sağlanmıştır. “Engineer” başlığı ile temanın problem durumuna paralel şekilde düşünülen çalışmaların önce çizimleri yapılmış daha sonra inşa aşamasına geçilmiştir. “Art” aşamasında aşamalı çizimler yapılarak temalara özgü canlılar ile ilgili hem sanatsal çalışmalar yapılmış hem de geri dönüşüm çalışmalarına yer verilmiştir. “Maths” aşamasında çocuklar hem ölçümler hem de hesaplamalar yapmışlardır. Böylelikle çalışmalarını nicel olarak ifadelendirebilmişlerdir.

İlk bakışta okul öncesi gelişim alanlarından en çok bilişsel alana hitap ettiğini düşündüren projemizde psikomotor alanda da ağırlıklı çalışmaların yer aldığı görülmektedir. Küçük kas gelişiminin aktif rol aldığı çalışmalarda bilişsel gelişim alanı ile paralel çalışmalar yaparak ürünler meydana getirilmiştir. Erken okuryazarlık becerilerine de hitap ederek dil gelişim alanına; paylaşma, iş birliği, çalışmalarını sanatsal yollarla ifade edebilme, kendini ve çalışmasını ifade edebilme ve bunu sunma becerileri ile sosyal duygusal gelişim alanına hitap etmiştir. Yaptığı tüm çalışmalarda kendini ve çevresini tehlikelerden korumuş aynı zamanda da hijyen ve temizliği de dikkat ederek öz bakım becerilerinin gelişmesine katkılar sunmuştur.

Uzman desteği ve eğitimler sayesinde STEAM çalışmalarının nasıl yürütüleceği ve planının nasıl yapılacağı öğretmenler tarafından öğrenilerek proje tabanlı düşünme ve uygulama becerileri geliştirilmiştir.

Proje sürecinde dünyamızın sorunlarından kutupların erimesi, susuzluk ve deniz kirliliği temaları üzerinde çalışılmış ve güncel problemlere çözümler üretilmesi sağlanmıştır. Öğrencilerimiz öncelikle 5E planına uygun şekilde hazırlanan plan dahilinde aşama aşama problem durumunu irdelemiş ve çözümler üreterek materyallerini oluşturmuşlardır. Yapılan aylık çalışmaların çerçevesinde her aya uygun karışık takımlar oluşturularak çocukların sorunlara farklı okullardaki akranları ile tartışarak çözümler bulmaları sağlanmıştır. Aynı zamanda farkındalık çalışmalarında ortak hareket etme becerisi geliştirmişlerdir.

Proje temalarımızdan ilki “Kutuplarda Yaşam”: Bu tema ile kutupların erimesi, canlı türlerinin azalması ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının önemine değinilerek küresel ısınma hakkında bilgiler edinmeleri sağlanmıştır. Giriş aşamasında küresel ısınmanın ne olduğu ve nasıl oluştuğu hakkında sorular sorularak beyin fırtınası yapıldı ve ardından kavram haritası ile görsel hale dönüştürüldü. Yapılan araştırmalar sayesinde küresel ısınmanın ve buzulların erimesinin genel nedenleri öğrenildi. Dünyamızın terlemesi gibi metaforlara yer verilerek örneklendirilmiş ve dikkat çekilmiştir. Renkli buz kalıpları hazırlanarak suyun donma ve erimesi üzerine deneyler yapıldı. Ayrıca buz küpleri üst üste dizilerek sayım yapıldı. Buz kalıpları bir araya getirilerek iglolar tasarlandı. Aynı zamanda ısı kaynakları yaklaştırılarak erime olayının gözlemlenmesi sağlandı. Çocuklardan buzda kaymayan ayakkabı tasarımları istendi ve malzemelerde serbest bırakıldı. Yapılan çalışmalar teknoloji oyunları ile eğlenceli hale getirilerek çocukların ilgi ve istekleri diri tutuldu. Değerlendirme çalışmalarında çocuklara çıkartmalar dağıtılarak bireysel değerlendirme fırsatları sunuldu.

2. Ay tamamımız “Afrika’da Yaşam”: Bu tema ile Safari hayati, vahşi hayvanlar ve susuzluk konularına değinilmiştir. Afrika’daki kuraklık nedenleri ve sebep olan durumlar hakkında çözümler üretilmesi sağlanmıştır. Öncelikle öğrenciler araştırmalar yaparak Afrika kıtası ve hayatı hakkında bilgiler edindiler. Aşamalı çizimler ile safari hayvanlarının çizimlerini yaptılar. Kıtaya özgü ritüeller ve kültüre özgü çalışmaları keşfettiler. Örüntü becerilerini kullanarak maskeler ve takılar tasarladılar. Zengin madenler hakkında konuşularak zümrüt, yakut gibi taşların benzerlerini incelediler ve teknoloji oyunları ile bunları eğlenceli oyunlar ile öğrendiler. Arttırılmış gerçeklik uygulaması ile Afrika’da yaşayan hayvanların üç boyutlu hallerini gördüler. Bunun yanı sıra temel problem olan kuraklık hakkında araştırmalar yaptılar ve içme suyunun önemi üzerine çalışmalar yürüttüler. Bu çalışmaların ardından su arıtma deneyi ile kirliliğin temiz suya çevrilmesini ve kullanılabilir hale getirilmesini sağladılar. Ayrıca mühendislik becerilerini geliştirerek farklı materyaller yardımı ile su kuyuları tasarladılar. Aylık değerlendirme çalışması yapılarak öğrenciler sorulan sorulara numaralı pankartlar kaldırarak değerlendirme yaptılar. Bunun yanı sıra öğrenciler yaptıkları çalışmaların fotoğraflarını harf kolajına çevirerek “Damlaya damlaya çöl olur.” sloganını oluşturduklar ve su ayak izi hesaplama çalışmaları yürüttüler.

3. Ay tamamımız “Okyanuslarda Yaşam”: Bu tamamımızda deniz canlılarının türlerinin azalması, deniz kirliliği ve kirliliğin nedenleri araştırılıp incelenerek nasıl korunması gerektiği ve mevcut kirliliği nasıl ortadan kaldıracığımıza dair tasarımlar yapmamız planlanmıştır. Çalışmanın başlangıcında deniz canlılarına değinilmiş ve hangilerini bilip bilmedikleri sorgulanarak ön çalışma yapılmıştır. Bilinmeyen nesli tükenmekte olan canlılar araştırılmış ve bunlardan seçilen bir canlının aşamalı çizimi gerçekleştirilmiştir. Bu deniz canlılarının neden artık olmadıkları ve buna neyin neden olduğunu araştırmaları sağlanmış, gerekli videolar izletilmiş ve farkındalık oluşturulması sağlanmıştır. Çocukların akvaryum tasarımları ve içerisine sevdikleri deniz canlılarını koymaları istenmiştir. Aynı zamanda deniz canlıları ile ilgili eğlenceli drama ve oyun etkinliklerine yer verilmiştir. Yapılan deniz temizleme deneyi ile katı maddelerin kısmen de olsa denizden ayrıştırılabildiği, sıvı maddelerin (benzin, mazot,

yağ, vb.) ise ayrıştırılmadığı görülmüştür. Okyanus temizleyen robot tasarlanarak katı cisimlerin ayrıştırılması için çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca öğrenciler “Deniz canlılarına ses ver” isimli kitap oluşturarak çizdikleri deniz canlılarını Web 2.0 yardımıyla seslendirmişler ve insanlardan temiz bir okyanus istediklerini söylemişlerdir. Değerlendirme çalışmasında öğrenciler verilen sorulara tik işareti koyarak beğeni seviyelerini göstermişlerdir.

Her ay işlediğimiz temaya ait e-kitaplar oluşturarak çalışmalarımızı yürüttük. Ayrıca küresel kalkınma hedeflerinin sembollerine ve açıklamalarına yer vererek farkındalık yarattık.

Projemizde öğrencilerimizin mahremiyetine, güvenliğine her zaman dikkat edilmiş olup bu konuda bilinçlenmeleri webinarlar, panolar, söyleşiler ve uygulamalar ile sağlanmıştır. Güvenli İnternet günü çalışmaları tüm proje boyunca uygulanmıştır. Öğrencilerimizin ve ailelerinin izni olmadan hiçbir kayıt alınmamış, alınan kayıtlarda da öğrencilerimizin yüzlerinin görünmemesine, çalışma odaklı kolajlar olmasına dikkat edilmiştir. Etik kurallara ve telif haklarına her zaman dikkat edilmiş olup proje ortakları tarafından oluşturulan Proje Kuralları maddelerine uygun şekilde çalışmalar yürütülmüştür. Yapılan çalışmaların videolaştırılmasında kullanılan müzik seçimlerine dikkat edilmiş emeğe karşı saygılı davranılmıştır.

Beklenen proje sonuçları şu şekildedir:

- Öğrencilerin mühendislik, matematik, fen, bilim ve sanata ilgi duyarak bu konudaki yetkinliklerinin ortaya çıkmasını sağlamak,
- Eleştirel ve analitik düşünme, yenilikçi, yaratıcı, muhakeme yapabilme, aktif öğrenme ve problem çözme becerilerini geliştirmeyi sağlamak,
- Öğretmenlerin STEM planı hazırlama konusunda yetkin olmalarını ve sınıf içi öğretim yöntem ve tekniğini zenginleştirerek derse ilgiyi artırmalarını sağlamak,
- Güncel sorunlara karşı çocuklarda ve ailelerde farkındalık yaratmak,
- STEM çalışmalarının yaygınlaştırılması ve daha çok çocuğa ulaşmasını sağlamak,
- “STEM Okul Etiketini”nin alınması ve okulların görünürlüğünün artırılmasını sağlamaktır (MEB, 2021).

5.6. Kaynaklar

Akarsu M., Okur Akçay, N., Elmas R. (2020). STEM Eğitimi Yaklaşımının Özellikleri ve Değerlendirilmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 155-175. <https://dergipark.org.tr/en/pub/buje/issue/58376/842413>

Avcı, F. (2021). Çevrim içi bir öğrenme ortamı olarak etwinning platformuna ilişkin öğretmenlerin görüş ve değerlendirmeleri. *Cumhuriyet International Journal of Education* –

Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi, 10. 21 Haziran 2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cije/issue/60910/663472> adresinden erişildi.

Bozdağ, Ç. (2017). Almanya ve Türkiye’de okullarda teknoloji entegrasyonu: eTwinning örneği üzerine karşılaştırmalı bir inceleme. *Ege Eğitim Teknolojileri Dergisi / Journal of Ege Education Technologies*, 1, 42- 64.

Dede, C. (2010). Comparing Frameworks for 21st Century skills. 21st Century skills. 3 Nisan 2021 tarihinde http://watertown.k12.ma.us/dept/ed_tech/research/pdf/ChrisDede.pdf adresinden erişildi.

Döger, M. F. (2015). eTwinning proje çalışmaları. Eğitimde FATİH Projesi Eğitim Teknolojileri Zirvesi.

European Commission (EC). (2015). Etwinning Project. 20 Haziran 2021 tarihinde http://www.etwinning.net/tr/pub/discover/what_is_etwinning.htm adresinden erişildi.

EBA. (2019). eEYY – Modül 2 / eTwinning Projeleri. 20 Haziran 2021 tarihinde <http://etwinningonline.eba.gov.tr/lesson/eeyy-modul-2-etwinning-projeleri/> adresinden erişildi.

Gelen, İ. (2017). P21-program ve öğretimde 21. yüzyıl beceri çerçeveleri (ABD uygulamaları). *Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 15-29.

Kearney, C., & Gras-Velasquez, A. (2015). Etwinning: Ten Years On. Impact on teachers’ practice, skills, and professional development opportunities, as reported by etwinners. 20 Haziran 2021 tarihinde https://www.etwinning.net/eun-files/eTwinningreport_EN.pdf adresinden erişildi.

Maden, C. (2011). eTwinning Projesi, 25-27. 20 Haziran 2021 tarihinde http://www.ietc.net/publication_folder/ietc/ietc2011-2.pdf adresinden erişildi.

MEB. (2021). Proje 257360: Proje Adı: STEM Çocuk. <https://live.etwinning.net/projects/project/257360> adresinden erişildi.

MEB. (2019). eTwinning Faaliyeti kitapçığı. 21 Haziran 2021 tarihinde http://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_12/25173809_eTwinning_Dergi_Finall_compressed.pdf adresinden erişildi.

MEB. (2019b). Proje 197362: Proje Adı: [Miniklerle Stem Kulübünden Stem Okuluna / From Stem Club Towards Stem School With Kids](https://live.etwinning.net/projects/project/197362)

MEB. (2015a). eTwinning. YEĞİTEK, Ankara, Türkiye. 20 Haziran 2021 tarihinde http://etwinning.meb.gov.tr/sayfa/30/etwinning_nedir? adresinden erişildi.

MEB. (2015b). eTwinning. YEĞİTEK, Ankara, Türkiye. 20 Haziran 2021 tarihinde [http://eTwinningin Faydaları – eTwinning Türkiye \(meb.gov.tr\)](http://eTwinningin Faydaları – eTwinning Türkiye (meb.gov.tr)) adresinden erişildi.

Memişoğlu, B. & Tapan Brautin, M. S. (2018). FATİH Projesi Bileşenlerinin eTwinning Projesine Entegrasyonu. *Uluslararası Necatibey Eğitim ve Sosyal Bilimler Araştırmaları Kongresi*, 136.

Obama, B. (2010). Changing the Equation in STEM Education. 6 Haziran 2014 tarihinde <http://www.whitehouse.gov/blog/2010/09/16/changing-equation-stem-education> adresinden erişildi.

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). 21st century skills: Learning for life in our times. Francisco: Jossey-Bass.

Yılmaz, F. ve Altun Yılmaz, S. (2012). Çokkültürlülük projesi: e-Twinning uygulamalarına ilişkin öğrenci görüşleri. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(8), 120-132.

BÖLÜM 6: UYGULAMADA ETWINNING VE SCIENTIX STEM ÇALIŞMALARI

Sibel KOÇYİĞİT, Didem KÖSE, Bilge YILMAZ,

Sergin ŞAHİNOĞULLARIGİL & Arzu A. ÇALIK SEYDİM

Bölüm Özeti: Bu çalışmada, uygulamada eTwinning ve Scientix STEM çalışmaları başlığı adı altında eTwinning ve Scientix projeleri tanıtımı, eTwinning projelerine STEM entegrasyonu, eTwinning projelerinin STEM eğitimine katkısı, STEM eğitiminin eTwinning projelerine katkısı ve örnek STEM entegrasyonu olan eTwinning projelerinin tanıtımı konuları ele alınmaktadır. Bu konularda literatür taramaları yapılmış, konu ile ilgili argümanlar incelenmiş ve ilgili başlıklar altında konuların açıklamaları yapılmıştır. Ayrıca öğretmenlerin kendi uyguladıkları eTwinning STEM projeleri ile öğrenciler üzerinde yaptıkları gözlemleri ve deneyimleri paylaşılmıştır. Yapılan araştırmalar ve edinilen deneyimler ile okullarda STEM eğitim yaklaşımının derslere entegrasyonunun önemli olduğu, öğrenciler üzerinde olumlu etki bıraktığı gözlemlenmiştir. Projelerde öğrenciler STEM etkinlikleri uygulama süreçlerini öğrenmişler gerek uygulama aşamalarında gerekse sunum ve geliştirme aşamalarında 21. yüzyıl becerilerini edinmişlerdir, öğretmenler de öğrencilere rehberlik ederken kendi öğrenme süreçlerine katkı sağlamışlardır. Öğrenciler ve öğretmenlere eTwinning projelerinin STEM ile entegrasyonunu kavramalarını sağlayacak etkinlikleri planlama, gerçek hayatta problem çözme becerileri kazandırdığı; yabancı dilde iletişim sağlanarak dil gelişimine katkı sağlandığı, sınıf teknolojilerini güvenli internet kurallarına, okulların güvenlik politikasına uygun kullanmaya yönlendirildiği; tasarım odaklı düşünmeye, yenilikçi ve yaklaşımlara bakış açılarının geliştirildiği bir çalışma olarak gerçekleşmiştir. Uygulamalarda eTwinning ve Scientix STEM çalışmalarının önceliği STEM eğitimi görünmesine rağmen hem kültürler arası köprü kurmayı sağlamak hem de duygusal, sosyal ve sanatsal olarak öğrencileri geliştirmektir.

Anahtar Kelimeler: STEM Eğitimi, Scientix, Fen Bilimleri, Teknoloji ve Matematik Eğitimi, eTwinning, STEAM

6.1. Giriş

STEM eğitiminin gittikçe önem kazandığı günümüz toplumunda öğrencilerin gerçek hayat problemlerine çözüm üretmeleri, tüm dersleri diğer disiplinlerle ilişkilendirerek anlamlı ve kalıcı bir şekilde öğrenmeleri büyük önem arz etmektedir. Disiplinler arası modellemeler ve

uygulamaların okul öncesi, ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretim düzeylerinde kullanılması fikri tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de giderek yaygınlaşmaktadır. eTwinning projelerinin STEM ile entegrasyonunun bir öğretim aracı olarak kullanıldığı günümüz eğitim yaklaşımında öğretmenin ve öğrencinin eğitim ve öğretimdeki rolü geleneksel anlayışın ötesinde yeniden tanımlanmış, rollerin değiştiği görülmüştür. Öğrencilerin aktif olarak yer aldığı bu öğretim yaklaşımında öğrenci; araştırmacı, sorgulayıcı, yönetici, merkezci bir rol üstlenirken, öğretmen; öğrencilere, danışman rolü ile rehberlik etmektedir. Uygulamada eTwinning ve Scientix STEM Çalışmaları öğretmenlere ve öğrencilere yardımcı olarak öğrenme ortamlarında yapılacak faaliyetlerde kullanılacak disiplinler arası modelleme malzemeleri içermesi bakımından ülkemiz eğitimine, öğretmen ve öğrencilere önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

eTwinning projelerinin STEM ile entegrasyonu çalışmaları, inovasyon ve yaratıcılık açısından Yapılandırmacı Öğretim Yaklaşımına 5E modeline (giriş, keşif, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme) uygundur. STEM Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi Bütüncül akım içerisinde bulunan ‘süreç felsefesi’nden ilham alır. Süreç felsefesine göre “Eğitim geleceğe yapılan bir yatırım değildir; eğitim hayatın kendisi olmalıdır.”

“Öğrenciler hayata hazır hale gelene kadar ertelemek mümkün değildir, Eğitim bilgidен yararlanma sanatının kazanılmasıdır.” (Whitehead, 1929, s.3).

2023 Eğitim Vizyonu Belgesinde (MEB, 2018) kendine ait bir ruhu, felsefesi ve gayeleri olan, her yönüyle evrensel özgün bir pedagoji yaratabilmemiz için öncelikle eğitim sistemimizin kendi paradigmasını oluşturması, öğrencilerimizi iki kanatlı kuşlar olarak yetiştirmemiz gerektiği vurgusu vardır.

6.1.1. Kuramsal Çerçeve

5E modeli öğrencilerin sahip oldukları bilgi ve becerileri etkili bir şekilde kullanmasını sağlayan, onların merakını arttıran, beklentilerini karşılayan ve kalıcı öğrenmeyi hedefleyen bir öğretim modelidir. 5E modeline ek olarak öğrenciler analiz ve sentez düzeyinde öğrenmeler gerçekleştirir, modellerini dener ve geliştirirler. En uygun buldukları modeli sunarak sosyal becerilerini de geliştirme fırsatı bulurlar. Örneğin Matematiksel modellemelerde öğretmen bir rehberdir, öğrencileri sorularıyla yönlendirir (Tutak ve Güder, 2014).

İnovasyon odaklı eğitim, mühendislik eğitiminin ilköğretim ve orta öğretim kurumlarında öğretilmesi fikri bu aşamada tartışılmıştır (Çorlu, 2012; Akgündüz ve Ertepinar, 2015).

STEM eğitimi, öğrenci ve öğretmenlerin ilgi ve deneyimleri sonucu şekillenmiş olup merkezdeki disipline ait hedeflerin en az bir diğer STEM disiplini ile entegrasyonu olarak tanımlanmıştır (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014).

Proje Tabanlı Eğitim okul öncesi dönem çocuklarında bilimsel süreçleri kullanma düzeylerini artırmak için kullanılabilir bir eğitim yöntemidir (Şahin, Güven ve Yurdatapan,2013).

6.2. eTwinning Projesi ve Scientix Projesi İlişkisi

Eğitimin içinde Bilişim Teknolojilerinin her geçen gün daha fazla yer alması, eğitimi klasik düzen ve mekanlardan çıkararak, bilgiye ulaşmanın daha kolay olduğu ve yayıldığı, yeni bilgilerin anında ulaştırıldığı bir konuma getirmiştir. Eğitim, teknoloji desteğiyle her geçen gün daha kapsamlı hale gelmektedir ve iletişim teknolojilerinin de hızla ilerlemesi ile özellikle Avrupa’da bu alanda uluslararası projeler yürütülmesini sağlamıştır. Avrupa’da bu amaçla yürütülen birçok projeden bir tanesi de eTwinning Projesidir. Scientix Projesi ise Avrupa’da STEM öğretiminde sorgulama temelli eğitimi Scientix Portalı aracılığıyla yaygınlaştırmayı amaçlayan, öğretmenlere, akademisyenlere, yöneticilere, ailelere ve Fen-Matematik eğitimi ile ilgilenen tüm kişilere açık bir projedir.

Hem Scientix’e hem de eTwinning’e daha yakından bakıldığı zaman bu iki projenin birçok ortak noktası olduğu fark edilir. Her ikisinin de öğretmenleri daha fazla eyleme geçirmeleri ve sınıflarında yenilikçi fikirler ve yaklaşımları uygulamaları, işbirlikçi ve disiplinler arası çalışmalar yürütmeleri konusunda güçlendirip, bu konularda teşvik ederek toplumu inşa etme ve Avrupa iş birliğinin en büyük öncelikleri olduğu görülmektedir.

6.2.1. eTwinning ve Scientix Projeleri Tanıtımı

“eTwinning, öğretmenlerin meslektaşları ile iş birliği yapabilmesi, iletişim kurarak birlikte projeler geliştirebilmesi, paylaşabilmesi; Avrupa’daki eğlenceli ve heyecan verici öğrenme topluluğunu hissedebilmesine, bu topluluğun bir üyesi olmak için Avrupa ülkelerindeki katılımcı okullardan birinde görevli personele (öğretmenler, okul müdürleri, kütüphane memurları, akademisyenler vb.) yönelik bir öğrenme platformu olarak ortaya çıkmıştır” (EC, 2021).

eTwinning faaliyetleri, Avrupa’daki mesleki gelişimlerine katkı sağlamak isteyen, yenilikçi, işbirlikçi, araştırmacı, sorgulayıcı öğretmenler için amaçlarına yönelik çalışmalarını yürütebilecekleri; öğretmenleri ve öğrencileri internet aracılığıyla sanal ortamda bir araya getirerek ortak bir platformda buluşturan bir eğitim girişimi hareketidir. eTwinning faaliyetlerinin, 2005 yılında farklı kültürleri bir araya getirdiği, öğrencilerin, öğretmenlerin dil, bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) becerilerini geliştirmek amacıyla başlatıldığı görülmektedir. eTwinning faaliyetleri, öğrencilerin farklı alanlardaki becerilerini geliştirmelerini sağlarken kültürler arası köprü kurmasını, empati ve hoşgörü anlayışını benimsemesini amaçlayan bir girişimdir.

Scientix Projeleri, Avrupa’da Fen ve Matematik öğretiminde sorgulamaya dayalı eğitimi, Scientix Portalı aracılığıyla STEM eğitimini yaygınlaştırmayı amaçlayan, gerçek hayat

problemlerine çözüm üretilebilmesi için yardımcı materyaller ve kaynak bulunduran, akademisyenlere, öğretmenlere, yöneticilere (politika yapıcılara), ailelere, Fen-Matematik eğitimi ile ilgilenen herkese açık olan projedir. 2009 yılı Aralık ayında başlamış olan Scientix Projesi Avrupa Komisyonu'nu temsilen Avrupa Okul Ağı tarafından yönetilmektedir. Scientix projelerine Scientix Portalı sayfasından ulaşılabilmektedir (EC, 2021b). Portalda Fen, Matematik ve diğer branş öğretmenlerinin derslerinde kullanabilecekleri sorgulamaya dayalı proje etkinlikleri, kaynakları ve materyalleri paylaşılmaktadır.

Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü 2014 Yılı Mart ayından itibaren, Bakanlığımız ve Avrupa Okul Ağı arasında yapılan sözleşme neticesinde, Scientix Projesine Ulusal Destek Noktası olarak katılmıştır (MEB, 2021).

6.3. eTwinning Projelerine STEM Entegrasyonu

STEM eğitim yaklaşımı; öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bir arada eğitmeyi hedefleyen bir disiplinler arası eğitim yaklaşımıdır ve içerisine son dönemlerde sanatı (Art) da alarak beş disiplin alanı ile (STEAM) oldukça önemli hale gelmiştir. STEM eğitiminin amacı, erken çocukluk döneminden üniversiteye kadar disiplinler arasındaki ayrımı ortadan kaldırarak, araştıran, sorgulayan, üreten ve farklı icatlar yapabilen bireylerin yetiştirilmesine fırsat sağlamaktır (Morrison, 2006; Wang, 2012). Hızla gelişen teknoloji ile birlikte, toplumların nitelikli insan gücüne olan ihtiyacı artarken, bunun nasıl giderilebileceği konusunda STEM eğitim yaklaşımının okullarda uygulanabileceği kanısı ortaya çıkmış ve bununla ilgili birçok araştırma yapılmıştır. STEM, öğrencilerin araştırma ve sorgulama becerilerini ortaya çıkararak yaratıcılıklarını kullanmalarını, problem çözme becerisi kazanmalarını, disiplinler arası iş birliğine girmelerini, iletişim becerilerinde ve girişimcilik alanlarında etkin olmayı, tamamen tüketime dayalı alışkanlıklarından kurtularak üretime dönük, teknolojik araç gereçleri kullanarak, gelişen çağa ve teknolojiye ayak uydurmalarını sağlayan, 21. yüzyıl becerilerini (Yaratıcılık ve Yenilenme, Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme, İletişim ve İşbirliği, Bilgi ve Medya Okuryazarlığı, Bilgi ve İletişim Teknolojileri (ICT) Okur-Yazarlığı, Esneklik ve Uyum, Üretkenlik, Sorumluluk ve Liderlik) içerisinde barındıran proje tabanlı bir eğitim modelidir. STEM eğitim modelini daha geniş kitlelere taşıyabilmek için proje bazlı etkinlikler ile iş birliği ve yaratıcılıkları destekleyen, dil, bilgi ve iletişim becerilerini, BİT ve medya okur yazarlığı kazandırmayı sağlayan 21.yüzyıl becerilerini içerisine alan farklı şehir, ülke ve kültürlerden öğretmen ve öğrencileri bir araya getiren eTwinning portalı ile entegrasyonu sağlanır hale gelmektedir. Ülkemizde ise Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK) 2016 yılında yayınladığı bir rapora göre; eğitimde STEM eğitim yaklaşımının kullanılmasını öneri halinde sunmuştur. Rapora göre; STEM merkezlerinin oluşturulması, araştırmalarının yapılması, öğretmenlerin STEM alanında eğitimler alarak yetkinlik kazanması ve öğretim programlarının revize edilmesi 4 başlıkta sunulmuştur (MEB, 2016). Yapılan anket ve araştırmalar ile;

- Okullarda STEM eğitim yaklaşımına geçilmesi,

- Ülkelerin kalkınması için STEM eğitim yaklaşımının gerekliliği,
- Ülke ekonomisinin güçlenebilmesi için derslere STEM eğitiminin uyarlanması gerektiği,
- Bir stratejik planın hazırlanması,
- Ülkemiz eğitim sisteminde yenilenmeye gidilmesi,
- Okulların fen laboratuvarlarının yenilenerek STEM malzemelerinin eklenmesi gerektiği şeklinde bir sonuç ortaya çıktığı görülmektedir (MEB,2016).

eTwinning portalına kayıtlı birçok öğretmen de son dönemde STEM’i proje haline dönüştürerek derslerinde uygulamaktadır.

eTwinning portalı üzerinden okul öncesinden lise kademesine kadar birçok öğretmen ve öğrenciyi bir araya getirerek proje bazlı etkinlikler oluşturulmaktadır. Ülkemizde genelde 5E modeli ile hazırlanan STEM ders planları uygulanacak kademeye göre uyarlanmakta ve bunlar da internet ve iletişimin yeni bir çevrimiçi ve işbirlikçi öğrenme modeli için ideal bir öğrenme ortamı sağladığı düşünülen eTwinning projelerine dönüştürülebilmektedir.

6.3.1. eTwinning Projelerinin STEM Eğitime Katkısı

Günümüz dünyasında bilim ve teknolojinin hızlı gelişmesiyle bireylerin 21. yüzyıl becerilerine sahip olması zorunlu hale gelmiştir. Yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme, teknolojinin etkili kullanımı, bilgi yönetimi, iş birliği ve iletişim gibi farklı becerilerin öğrencilere kazandırılabilmesi için öne çıkan öğretim modelleri söz konusudur. (Çavaş, Ayar, Bula Turuplu ve Gürcan, 2020). STEM öğretim modelinin fen bilimleri, teknoloji, mühendislik, matematik alanlarını bir araya getirerek 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında etkin rol oynadığı bilinmektedir (Akgündüz ve diğerleri, 2015).

“eTwinning faaliyeti; öğretmenler önderliğinde öğrencilerle birlikte yapılan proje tabanlı, kişisel ve mesleki gelişimleri arttıran, iş birliği içinde çalışarak bilgi-becerilerin paylaşıldığı, Avrupa’nın en büyük e-öğrenme platformudur” (MEB, 2019, s.10). Bu platform eğitim öğretim faaliyetlerinde zengin öğrenme ortamları sağlamaktadır. “eTwinning uygulayıcılara eğitimde iş birliği, yeni teknolojilere uyum sağlama, eğitim materyallerini paylaşma, 21. yüzyıl becerileri, web 2.0 araçlarını derslerinde kullanma, kültürel farkındalıkları tanıma, eğitimde iletişim, pedagojilerin geliştirilmesi gibi yeterlilikler kazandırmaktadır” (eTwinning Faliyeti Tanıtım Kitapçığı, 2019, s.18). eTwinning projeleri öğrencilerin sınıfta derse katılımlarını olumlu yönde etkilemektedir. Kitapçıkta belirtilene göre, öğrencilerin niteliklerine uygun olarak kullanılan web 2.0 araçlarının, teknoloji destekli eğitim materyallerinin kullanımının; uygulanan etkinliklerde öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını arttırdığı görülmüş ve bu olumlu etki öğrencilerin STEM becerilerine de olumlu olarak yansımıştır. Bunun yanında, projelerde bu araçların kullanımıyla ortaya çıkan ürünlerin onları

daha aktif bir birey olmasını sağladığı görülmüştür. Öğrencilerin ürünlerini geliştirirken aktif olmaları onları memnun etmekte, bunları tüm katılımcılara ortak proje dili ile sunmaktan büyük keyif almakta ve dijital ortamlardan bu paylaşımları yapmak onları gururlandırmaktadır. Verilen ödevlerle bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanma yetkinliği kazanmaktadırlar. Çevrimiçi platformlara aktararak gerçekleştirilen etkinliklerle internetin ders ve araştırma için kullanılabileceğinin bilincine varmışlardır.

eTwinning platformunda STEM alanlarına odaklanan ve STEM uygulamalarına yönelik etkinlikler (kodlama, robotik vb.) yapan projeler de yer almaktadır. Bu tarz projelerde disiplinler arası bağ kurarak, eleştirel düşünceyi geliştirmeyi sağlayarak, problem çözme yeteneğinin geliştirilmesi ve STEM becerileri kazandırmak amaçlanmaktadır. STEM eğitimi sistemine bakıldığında öğrencilerin fiziksel, entelektüel ve kültürel dünyasını zenginleştirdiği görülmektedir (Çorlu ve Aydın, 2016). eTwinning STEM projelerinde; öğrencilerin ilgisini toplum için hizmet edebileceği biçimde yönlendirici, onları öğrenmeye teşvik edici sorularla ve problemlerle karşılaştıran; araştırmayı, üretkenliği ön plana çıkaran, iş birlikçi çalışma yapmayı içeren, veri toplayıp analiz etmek için uygun matematik tekniklerinin kullanıldığı çeşitli etkinlikler yer alır. Böylelikle eTwinning projeleriyle STEM eğitimine önemli ölçüde katkı sağlanmış olur.

6.3.2. STEM Eğitiminin eTwinning Projelerine Katkısı

Güncellenen ders programlarının işlenişinde öğretmenlerin farklı sorunlarla karşılaştıkları yapılan çalışmalar sonucunda görülmektedir (Aydın, Laçın ve Keskin, 2018; Karacaoğlu ve Acar, 2010). Görülen sorunlardan biri; öğretmenin, kendi branşındaki müfredat konularında ders materyali üretmek veya etkinlik hazırlama aşamasında zorluk yaşamasıdır. Zümre öğretmenlerinin etkinlik üretmede iş birliğinde bulunmasının önemini ortaya koymaktadır. Her öğretmenin şartları veya buldukları yer bir araya gelmelerine olanak vermemektedir. Öğretmen ders materyalini elle tasarlayabileceği gibi bilgisayarda da tasarlayabileceğinden bu sorun eTwinning gibi sanal ortamlar kullanılarak ortadan kaldırılabılır (Yanpar-Yelken, 2009). Ülkemizde de sanal platformlarda materyal paylaşımının gerçekleşebildiği, çevrim içi toplantıların düzenlendiği ve kaliteli eğitimi arttırmaya yönelik kullanılan pek çok sanal ortam bulunmaktadır (Şahin, 2012). Eğitim Bilişim Ağı (EBA), Khan Academy ve eTwinning sanal ortamı bunlardan birkaçıdır.

Günümüzde popüler hale gelen eTwinning platformu, Avrupa Birliği Hayat Boyu Öğrenme Programı tarafından kurulmuş, bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılarak öğretmen, öğrenci ve okul iş birliğini önemseyen Avrupa'daki okullar topluluğudur (Vuorikari ve diğerleri, 2011). Hayat boyu öğrenmenin önemli bir kolu olan eTwinning, Avrupa'da on binlerce okula ulaşarak eğitimde çeşitli gerekçelerin, fikirlerin ve gerçek yaşam problemlerine yönelik problemlerin iş birliği ile çözülebileceği kültürlerarası bir platform haline gelmiştir (Gajek, 2012). 2005 yılında Avrupa Komisyonu'nun Öğrenme Programı tarafından başlatılan eTwinning faaliyetleri, 2014 yılından bu yana Avrupa Birliği Eğitim, Öğretim, Gençlik ve Spor programı olan Erasmus+'a uyarlanmıştır (Avrupa Birliği Eğitim, Öğretim, Gençlik ve Spor

Programı, 2020). eTwinning, Avrupa'daki ortak okullarla iletişim sağlayabilmek, iş birliği yapabilmek ve projeler üretip, bu projeleri paylaşmak hedefiyle kullanılan bir platformdur. Bu platform sayesinde öğretmenler derslerinde uygulayacakları etkinlikleri tasarlar, ortak okullardaki öğretmenler ile iş birliği kurarak etkinliklerini paylaşır ve bir etkinlik farklı okullarda, farklı öğrenciler tarafından uygulanır. Projeye dahil olan her öğretmen öğrencileriyle birlikte etkinliklere katılmış olur. Bunun yanında öğretmenler ve öğrenciler, proje ile ilgili çalışmalarının görsellerini paylaşabilir, birbirleriyle etkileşime geçebilir ve hazırlamış oldukları farklı çalışmaları diğer ortaklara aktarabilirler (Bozdağ, 2017). Öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmeleri ve eğitim ortamında daha aktif bir rol almaları sağlanmış olur. eTwinning projelerine baktığımızda farklı kültürler arasında etkileşimle projelerin uygulandığı görülmektedir. eTwinning ile ilgili küresel eğitim ve kültürlerarası iletişimle öğretmen ve öğrencilerin eTwinning Proje Uygulamalarındaki Tecrübelerine İlişkin Görüşleri başlıklı ve 250 farkındalığın araştırıldığı çalışmalar da yer almaktadır (Camilleri, 2016). Uluslararası alanyazın incelendiğinde eTwinning projesi ile kültürlerarası etkileşimin artmasıyla ilgili öğrenci algılarının belirlenmesine yönelik yapılmış araştırmalar (Valles, 2017) ve yabancı dil öğretiminde eTwinning projelerinin uygulandığı çalışmaların (Akdemir, 2017; Moura, 2014) bulunduğu görülmektedir.

Son yıllarda sağlıklı bilgiye ulaşmak için kişilerin 21. yüzyıl becerilerine hâkim olması gerekmektedir. Disiplinlerarası ve etkinlik temelli yaklaşıma sahip fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birleştirilmesiyle STEM eğitimi öğrencilere 21. yüzyıl becerileri kazandırılabilir (Aydın, Saka ve Guzey, 2017). Bu anlamda eTwinning projelerindeki uygulamaların STEM temelli olması, öğrencilere 21. yüzyıl becerilerini kazandırılabilir veya öğrencilerin bu becerileri geliştirilebilir. Sürecin etkililiğinin anlaşılması amacıyla araştırmacılara deneysel çalışmalar yapmaları önerilmektedir. Çalışma grubuna ait özellikler dikkate alınarak verilerin değişip değişmediğine dair bilgiler tespit edilebilir. Bu bağlamda eTwinning projelerinin uygulama alanı genişletilebilir. eTwinning projelerinin eğitimi destekleyen, hedeflerle ilişkili, gerçek hayat problemlerini çözebilecek özellikte olması ve projelerde çarpıcı, merak uyandırıcı uygulamaların bulunması önerilmektedir. Dolayısıyla öğrenme-öğretme ortamlarının da öğrencilerin ilgi, yetenek ve ihtiyaçlarına uygun planlanması gerektiği düşünülmektedir (EC, 2021).

6.4. Örnek STEM Entegrasyonu olan eTwinning Projeleri tanıtımı

Projeler, yenilik ve yaratıcılık açısından Yapılandırmacı Öğretim Yaklaşımına 5E modeline uygundur. Çünkü proje süresince ortak ülke okulları grubu ile öğretmen ve öğrencilerin yaratıcılık ve yenilikçiliğinin ortaya çıkarılması amaçlanmış ve öğrencilerin kazandıklarına (21. yüzyıl becerileri) dikkat edilmiştir. Bu becerilerin artırılması için erken yaşta temel çalışmalar yapılmıştır. Uygulanan projelerde her öğrenci konular üzerinde aktif hale gelmiş, yaparak ve yaşayarak, konuyu sadece teoride öğrenmekle kalmamış, aynı zamanda bilgilerini pratiğe de dökmüşlerdir. Bunlara ek olarak verimlilik, sorumluluk alma, farklı bakış

açısına sahip olma, yaşayarak öğrenme gibi sosyal ve kültürlerarası becerilerdeki faaliyetler hedeflere eklenmiştir.

6.4.1. Proje 1- STEM Maceram Başlıyor (Okul Öncesi - STEM)

“STEM Maceram Başlıyor” isimli eTwinning projesi; 3-6 yaş okul öncesi dönem çocuklarında eTwinning projelerine STEM entegrasyonu sağlayarak 21. yüzyıl becerileri kazandırmak, çocuklarda problem çözme yeteneğini geliştirmek, karşılaşılan problemlere karşı farklı bakış açıları ve çözüm yolları üretmek, farklı disiplinleri bir arada kullanmak için oluşturulmuş proje tabanlı bir STEM projesidir.

Proje, Türkiye'nin farklı şehirlerinden ve okullarından 10 Türk ortak ve yaklaşık 95 öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrenci yaş grupları küçük olduğu için öğretmenler ikişer kişilik takımlar oluşturmuşlar ve 5E modeline uygun hazırlanmış ders planları ile öğrencilerine sınıflarında uygulamışlardır. Planlarda her ay bir disipline vurgu yapılmış, o disiplin alanına hizmet etmiş bir ünlü bilim insanı da öğrencilere tanıtılmıştır. Bunlar, ilk ay Science (bilim), ikinci ay Technology (teknoloji), üçüncü ay Engineering (mühendislik), dördüncü ay Mathematics (matematik) ve son olarak beşinci ayda ise Art (sanat) olarak belirlenmiştir. Oluşturulan takımlar ise beş disiplinin adını almıştır. Böylelikle asıl olan beş disiplin alanını okul öncesi dönemdeki çocuklara kazandırmaya çalışılırken gerçek dünya problemlerine de yaratıcı çözümler bulmaları ve ürünler ortaya çıkarabilmeleri sağlanmaya çalışılmıştır. Projede her ay farklı web 2.0 araçları ile hazırlanan etkileşimli çalışma sayfaları, dijital oyunlar, puzzle çalışmaları, avatar uygulamaları kullanılarak okul öncesi dönemde bulunan öğrencilere teknoloji okur-yazarlığı da kazandırılmaya çalışılmıştır. Öğrenciler ürünlerini tamamen geri dönüşüme kazandırılabilen malzemelerden elde etmişlerdir. Planlarda hedeflenen öğrenci ürünleri her ay uygulanan rubrikler ile değerlendirilmiş, projenin değerlendirilmesi ise proje başında ve sonunda uygulanan öğretmen, öğrenci ve veli anketleri ile yapılmıştır.

Öğrenciler ilk ay; bilim alanına hizmet etmiş, Aziz Sancar'ı tanıırken mikroskop aracı ile gözlem yapmışlardır. Faydalı ve zararlı bakterilerin olduğunu öğrenmişlerdir. Faydalı bakterilere örnek olabilecek turşu, yoğurt, şalgam ürünlerini kendileri yapmışlar ve mayalanma süreçlerini gözlemlemişlerdir. Yiyeceklerin saklama koşullarını aileleri ile araştırmışlar ve kendi buzdolaplarının prototiplerini tasarlamışlardır. Buzdolabı yapımında atık ve geri dönüşüm malzemelerinden karton kutu, keçe, strafor, alüminyum folyo materyalleri kullanılmıştır. Öğrenciler iki ayrı gruba bölünerek ilk grup sadece karton kutu ve alüminyum folyo ile buzdolabını tasarlarken ikinci grup ise buzdolaplarını keçe, strafor ile destekleyerek tasarımlarını oluşturmuşlardır. Süreç sonunda içlerine termometre konularak her iki buzdolabının içerisindeki sıcaklık ölçümü yapılarak hangi ürünün daha iyi saklama koşullarına sahip olduğu öğrenciler ile gözlemlenmiştir.

Projede ikinci ay; öğrenciler teknoloji alanına hizmet etmiş, İbrahim Müteferrika'yı tanıırken, matbaanın çalışma prensibini patates baskısı ile kendi isimlerinin harflerini kağıtlar üzerine görsel kodlama yolu ile baskı yaparak somut hale getirmişlerdir. Uzay ve gökyüzü

konusu ele alınmış, öğrenciler uzay araçlarını aileleri ile araştırmışlardır. Gezegenlerden oluşan dergiler hazırlayıp kendi roketlerini karton bardak, tuvalet kâğıdı ruloları, elişi kağıtları gibi malzemeler kullanarak tasarlamışlardır.

Üçüncü ay; öğrenciler Mimar Sinan'ı (Koca Sinan) tanımışlar, sanal müze uygulaması ile Selimiye Camii'ni gezmişler ve yapıları hakkında fikir sahibi olmuşlardır. Yapılarının sağlamlığının nasıl olduğunu aileleri ile araştırmışlar, ardından tuz seramiği ile tuğlalar yapmışlardır. Öğrenciler hazırladıkları tuğlalar arasına tıpkı Mimar Sinan gibi yumurta akı sürerek tuğlalardan kendi evlerini inşa etmişlerdir. Böylelikle Mimar Sinan'ın yapılarının sağlamlığını kendileri test etmişler ve final ürünü olarak doğadan ilham alınan mimari yapıları inceleyerek kendi tasarım evlerini atık malzemelerden yapmışlardır.

Öğrenciler dördüncü ay, Cahit Arf'ı tanımışlardır. Madeni paranın yüzey gerilimi ile ilgili olarak farklı büyüklükteki madeni paraların, üzerinde kaç damla su tutabileceği deneyini yaparak tahminlerde bulunmuşlardır. Atölye çalışması olarak strafor ve çöp şişler ile kendi abaküslerini yaparak, ritmik sayma ve basit toplama-çıkarma işlemlerini yapabilmışlerdir. Final ürünü olarak ise elbise askılarını ve karton bardakları kullanarak kullanılan ipin boyunu ve elbise askısının merkezini hesap ederek terazilerini tasarlamışlardır. Bu şekilde doğru ölçümü nasıl yapabileceklerini test etmişlerdir.

Beşinci ayda ise öğrenciler Art (sanat) alanına hizmet etmiş, Osman Hamdi Bey'i ve en önemli eseri olan Kaplumbağa Terbiyecisi tablosunu tanımışlardır. Doğadan bulabilecekleri bitkiler ile kendi kök boyalarını nasıl elde edebileceklerini görmüşlerdir. Bunun dışında yine doğadan buldukları malzemeler ile fırçalarını tasarlayarak kendi oluşturdukları kök boyalar ile resimlerini yapabilmışlerdir. "Sağlıklı olan kök boyalar ile başka ne yapılabilir?" sorusuna cevap olarak evlerinde aileleriyle birlikte krepler ve makarnalar yapabileceklerini ve t-shirt boyama yapabileceklerini görmüşlerdir.

Sonuç olarak, yapılan etkinlikler, uygulanan anket ve formlar doğrultusunda, okul öncesi dönem öğrencilerinde; bilime, teknolojiye, mühendisliğe, matematiğe ve sanata olan ilginin arttığı, Türk büyüklerini ve eserlerini tanıyarak farkındalığın oluştuğu, öğrencilerin çalışmalara aktif katılım göstererek merak duygularının arttığı, bilgiyi araştırarak elde ettiği, karşılaştığı yeni bilgileri sorguladığı, edinilen bilgilerin daha kalıcı hale geldiği, teknolojik araç ve gereçleri kullanma becerilerinin arttığı gözlemlenmiştir.

6.4.2. Proje 2- Health Innovation With Stem eTwinning Projesi (İlkokul - STEM)

"Health Innovation With Stem" isimli eTwinning projesi ilkokul düzeyinde bir STEM projesidir. Proje ile salgın sürecinde karşılaşılan sorunlara öğrenciler STEM eğitimi ile çözüm bulabilmişlerdir. Öğrencilere STEM eğitimi verilerek, günlük hayatta karşılaştıkları sağlık sorunlarına çözüm bulmaları için öğretmenler rehber olmuşlardır. Projede bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinleri kullanılarak disiplinler arası çalışmalar yürütülmüştür. Aynı zamanda öğrencilerin toplumsal sorumluluklarının farkına varmaları sağlanmıştır. Proje

sürecinde farklı ülkeler ile ortaklık yapılarak öğrencilerin de birbiriyle kaynaşması sağlanmıştır. Projede dört farklı STEM planı üzerine çalışılmıştır. Çalışılan planlarda belirlenen problem durumu üzerine öğrencilerin ön bilgileri alınmış ve duygularını ifade etmeleri sağlanmıştır. Problem durumuna sebep olan etmenler tespit edilmiş ve bu etmenlere uygun çözüm önerileri sunulmuştur. Öğrenciler sunulan çözüm önerileri doğrultusunda sağlık alanında kullanılan aletlerle ilgili tasarımlar yapmışlardır. Yaptıkları tasarımları drama ile uygulamada kullanarak disiplinlerarası bir yaklaşım sergilemişlerdir. Projede ele alınan sağlık sorunları ile ilgili etkinlikler aşağıdaki şekilde olmuştur;

- **Etkinlik-1 “Kendi maskemi tasarlarım, maskemi kendim yaparım”**

Etkinliğe “Sınıfta sürekli hapsiran veya öksüren bir arkadaşımız var, hastalığının diğer arkadaşlarına bulaşmaması için neler yapmalıyız?” sorusuyla yola çıkılmıştır. Hijyen ve temizliğin önemi, el yıkamanın önemi, kişisel bakım gibi konularda konuşularak öğrencilerin konu hakkında detaylı bilgilenmesi sağlanmıştır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaşanan salgın süreci göz önünde bulundurularak, gelen çözüm önerileri doğrultusunda maske veya siperlik tasarımları çizilmiştir. Öğrenciler malzeme konusunda serbest bırakılmış ve kendi tasarımlarını yapmaları sağlanmıştır.

- **Etkinlik-2 “Steteskop Yapıyorum”**

Etkinlikte öğrencilerin hastaneye gittiklerinde en çok karşılaştıkları araçlardan biri olan steteskopu tanımaları üzerine bir STEM planı hazırlanmıştır. Hazırlanan plan doğrultusunda öğrencilere solunum yolu ve akciğerlerin öneminden bahsedilmiştir. Öğrencilere steteskop örnekleri sunularak, kendi steteskoplarını tasarlamaları sağlanmıştır.

- **Etkinlik-3 “Ambulans Uçak Yapıyorum”**

Öğrencilere “Bir dağ köyünde yaşayan bir öğrenci hastalanır ancak kış sebebiyle de yollar kapanmıştır. Köyde mahsur kalan öğrenci hastaneye gidememektedir.” şeklinde bir problem bulunan cümle verilerek ile etkinliğe giriş yapılır. Öğrencilere “Bu çocuk hastaneye nasıl götürebilir?” sorusu sorularak, gelen cevaplar neticesinde öğrencilerin ambulans uçak veya helikopter tasarımları sağlanmıştır. Yapılan tasarımlar ile dramalar yapılarak kalıcı öğrenme sağlanmıştır.

- **Etkinlik-4 “Covid-19 Hastaları için Solunum Cihazı Yapıyorum”**

Etkinlik için öğrencilere “Mehmet Amca küçük bir ilçede yaşamaktadır. Bir akşam aniden rahatsızlanmış ve acilen hastaneye kaldırılmıştır. Hastaneye kaldırılan Mehmet Amcanın nefes almakta güçlük çektiği fark edilmiş, fakat hastanede solunum cihazı bulunamamıştır.” sorusu sorularak başlanılmıştır. Öğrencilere “Mehmet Amcaya nasıl yardımcı olabiliriz?” diye sorularak, beyin fırtınası ile çözüm önerileri alınmıştır. Etkinlikte ayrıca öğrencilere acil telefon numaralarının bulunduğu bir çizelge verilmiştir. Öğrencilerin

önerileri doğrultusunda solunum cihazı tasarlanmıştır. Tasarlanan solunum cihazları ile drama yapılarak sağlığın ve acil telefon numaralarının önemine bir kez daha dikkat çekilmiştir.

Bu etkinlikler sırasında öğrenciler Collogo Web 2.0 aracını kullanarak sağlığın önemi üzerine sloganlar yazmışlardır. Öğrencilerin seslendirmesiyle İngilizce olarak sağlık için 14 kural videosu hazırlanmıştır.

Proje sonucunda; öğrenciler STEM eğitim modelini kavramışlardır. STEM eğitim modeli ile disiplinler arası çalışmayı öğrenmişler, öğrencilerin grup ile çalışma ve iş birliği becerisi gelişmiştir. Öğrenciler, öğretmenler ve ebeveynler uygulamalı olarak deneyimlerini projeye katılan diğer okullar ile paylaşmışlardır. Öğrencilerin toplumsal duyarlılığı ve kültürler arası iletişimi artmıştır.

6.4.3. Proje 3- ASTRO-STEAM eTwinning Projesi (Ortaokul - STEAM)

“Astro-Steam” eTwinning projesi, astronomi ve uzay bilimlerini desteklemek amacıyla yürütülmüştür. Proje, eğlenerek öğrenen ve evrenin gizemini keşfeden öğrencilerin STEM çalışmalarıyla gerçekleşmiştir.

“Astro-Steam” projesi ile astronomlar, astronomi tarihi, takım yıldızlar ve mitolojik hikayeler hakkında doğru bilgiler edinerek evreni tanımaya çalışmışlardır. Ekipler “Astro-Stem” projesinde iş birliği içinde projeyi yürütmüşlerdir.

“Astro-Steam” eTwinning projesinde; NASA tarafından Mars üzerindeki çalışmaları yürütmek üzere görevlendirilen bir ekibin parçası olarak çalışmalar yapılmıştır. Ekibin adı MAR-STEAM'dir. Mars görevine çıkmadan önce ön çalışma ve hazırlıklar yapılmış ve MAR-STEAM misyonu için karma ülke ekipleri çalışacakları alanları seçmişlerdir. Önerilen Web 2.0 araçları kullanılarak aktiviteler gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar, uluslararası karma ülke ekipleri ve mentor öğretmenlerin rehberliğinde yürütülmüştür. STEM ile Mars'ın Macerası etkinliğinde, Mars'a seyahat etmeyi planlayan bir ekibin görev dağılımı ve sürecin nasıl yönetildiği aşağıdaki örnek ile anlatılmıştır.

Ekiplerin yapacağı işler ve takım numaraları Tablo 6.1'de gösterilmiştir.

Tablo 6.1.

Ekiplerin takım numaraları ve görevleri

Bir astronotun gözünden Mars.	Takım 1
İnsanların Mars'ta yaşamak için bilmesi gerekenler nelerdir?	Takım 2
Mars'ta yaşamayı hayal edenler için uzay ev tasarımı.	Takım 3
Mars'taki kum fırtınalarından zarar gören bir sistemi onarmak.	Takım 4
Mars'a psikolojik ve sosyal uyum sorununun giderilmesi.	Takım 5
Asteroit madenciliğinin veya uzay madenciliğinin dünyaya katkıları nelerdir?	Takım 6
Uzaya gönderilen araçların özellikleri nelerdir?	Takım 7
Bir astronot uzay yolculuğuna nasıl hazırlanır?	Takım 8
Mars koşullarında yiyecek sorununu çözmek.	Takım 9
Mars'a giderken yanınıza almanız gerekenler nelerdir?	Takım 10
Mars koşullarında su sorununa çözüm bulmak.	Takım 11
Mars koşullarına uygun bir astronotun özellikleri nelerdir?	Takım 12

Örnek Takım Çalışması: STEM / MAR-STEAM ve Mars Macerası (Takım 6)

Projede Takım 6'ya düşen görev uzay ve asteroit madenciliği açısından dünya ekonomisi üzerine araştırma yapmaktır. Ayrıca Web 2.0 araçları ile eğitici oyunların poster sunumunu ve tasarımını yapmak da görevlerin arasında bulunmaktadır. Takım içinde yer alan öğrenciler Mars görevine başlamadan önce iş birliği yaptılar. “Asteroit madenciliği ve uzay madenciliğinin dünya ekonomisine katkıları nelerdir?” sorusunun cevabını bulmak için bazı kaynaklar araştırıldı. Konuyla ilgili makaleler incelendi. İlgili belgeler toplandı. Toplanan bilgiler kullanılarak bir poster yapıldı. Öğrenciler uzay madenciliğinin kaynakları ve kullanımını hakkında çevrimiçi toplantılar yapılarak bilgilendirildi. Madencilik kaynakları ve kullanımları hakkında bilgi sahibi olan öğrenciler evde mayın dedektifiği yaparak ailelerini uzay madenciliği konusunda bilgilendirdiler. Öğrenciler aynı zamanda evlerinin her yerine bilgilendirici afişler astı. Oluşturulan hikâye için kullanılacak afişler öğrenciler ile birlikte hazırlandı. Öğrencilerin hazırladığı ilk dört afiş oylama yapılarak seçildi. Projenin bu bölümü üç hafta içinde tamamlandı. Araştırmaya dayalı aktivite planı akışı, konunun öğrenilmesi açısından oldukça faydalı olmuştur. Öğrenciler konuları yaşayarak ve eğlenerek öğrendiler.

Projede ilk iki hafta öğrenciler sorulara cevap bulmak için araştırma yaptılar. Projede öğrencilere uzay, gezegenler, uzay teknoloji araçları, uzay mekikleri, yapay uydular ve uzay istasyonları hakkında bilgi verildi. Katı atıkların geri dönüşüm için ayrıştırılmasının önemi ve dünya ekonomisine katkıları hakkında bilgi verildi. Projeye katılan öğrenciler önce Uzay ve Mars'taki koşulları araştırıp tartışıp ortaya çıkardıkları fikirler ışığında bir planlama gerçekleştirdiler. Tasarım aşamasının üçüncü haftasında öğrenciler çalışmalarını diğer gruplara sundular. 'MAR-STEAM' isimli ekibimiz Astro- Steam projesine bir uzay gemisi ile (Scratch programı ile tasarlanan) devam etmiştir. Mars hakkında videolar izlenmiş ve araştırmalar yapılmıştır. Belki bir gün; projeye katılan öğrenciler Mars'taki gerçek görevleri en iyi şekilde tamamlayacaklardır.

“Mission to Mars” etkinliğinin birinci bölümünde “Nasıl bir Dünya istersiniz?” konulu bir hikâye yazıldı. Bu hikâyede Takım 6’ya düşen görev hikâyesinin uygun fiyatlı ve temiz enerji konulu bölümü için yapılan hikâye yazım çalışmasıdır.

“Mission to Mars” etkinliğinin ikinci bölümünde ekip, Web 2.0 Wordwall Tool ile asteroit madenciliği ve uzay madenciliğinin geliştirilmesine yönelik açıklayıcı oyunlar tasarlamışlardır.

Sonuç olarak, FeTeMM yaklaşımı ile koordineli olarak öğrencilerin matematik, astronomi, teknoloji ve fen derslerine olan ilgilerinin arttığı görülmüştür. İletişim becerileri güçlendirilmiş bir nesil yetiştirme yolunda adım atılmıştır. Farklı görüşlere saygı ve hoşgörü artmıştır. Projelerde istekli, verimli ve aktif bir neslin gelişmesi için adımlar atılmış ve öğretmenlere STEM eğitimini interaktif ortamlara taşımak gibi fırsatlar da sunulmuştur.

6.4.4. Proje 4- Nature Doesn't Produce Waste (Lise - STEM)

“Nature Doesn't Produce Waste”, Avrupa Birliği eTwinning projesi olarak; Türkiye, Romanya, Hırvatistan, Polonya, Sırbistan ve Azerbaycan ortaklığıyla, 18 öğretmen ve 118 öğrencinin katılımı ile 2019-2020 Eğitim-Öğretim yılında, Ocak-Haziran ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Yaş grubu 7-19 olan projenin dili İngilizce'dir. Bu projede öğrenciler, doğaya ve gezegenimizdeki tüm canlılara uygun, temiz, toksik olmayan, ekonomik bir yaşam kurmanın yöntemlerini uygulamışlardır. Ev ortamında sıfır-atık prensibine uygun olarak, dönüştürülebilen malzemelerden ürünler tasarlamış; diş macunu, krem, çiçeklerden kokular gibi doğal ürünler oluşturup, bunları kullanmışlardır. Böylece, tüm bireyler için sürdürülebilir bir ekolojik yaşamın mümkün olduğunun farkına varılmıştır. Proje içeriğinin müfredata entegrasyonu sağlanmıştır. Bu çalışma kapsamında tüm ürünlerin yapım aşamalarını gösteren videolar, sosyal ve dijital platformlarda, okul panolarında paylaşılmış ve farkındalık çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca paydaş ülkelerdeki öğretmen ve öğrencilerin kültürlerinin tanınması, yabancı dil ve iletişim becerilerinin geliştirilmesi, uluslararası bir deneyim kazanılması, teknolojinin/sosyal medyanın doğru, güvenli ve verimli kullanımının sağlanması gibi alt hedeflere de ulaşıldığı gözlemlenmiştir.

Erken yaşlardan itibaren tüm bireyler için sürdürülebilir bir ekolojik yaşamın mümkün olduğunun farkına varılmasının önemli olduğu düşünülmüştür. Kendi kendine yeten, ekolojik ve atık içermeyen bir yaşam tarzı oluşturarak oldukça ekonomik bir yaşam tarzının benimsenmesini sağlamak amaçlanmıştır. Proje kapsamında, öncelikle ekolojik ürünler üreterek öğrencilerin ve ailelerinin deterjan ve kozmetik ihtiyaçlarını karşılaması hedeflenmiştir. Daha fazla kişiye ulaşarak, öğrencilerin ve ailelerinin çevrelerindeki kişileri; temiz, doğal, ekolojik ürünler üretmek ve önce kendi ihtiyaçlarını karşılamak konusunda eğitmeleri amaçlanmıştır. Proje özellikle kendin yap ürünlerini içerdiğinden, planlamada akran eğitimine öncelik verilmiştir.

Türkiye, Hırvatistan, Polonya, Romanya, Azerbaycan ve Sırbistan'dan okulların katılımıyla gerçekleştirilen projede ortaokul ve lise öğrencileri görev almıştır. Kaynakların hızla tükendiği gezegenimizde; geri dönüştürerek, toksik ürünleri reddederek, tüketimi azaltarak; sıfır atık prensibine ve sürdürülebilir kalkınma biçimine uygun bir yaşam tarzı benimsenmesinin önemi vurgulanmıştır. Geri dönüşümün gerekliliği ve tekniği üzerine bilgi paylaşımı ve farkındalık çalışmaları yapılmıştır. Bunun için okullarda çeşitli sunumlar ve film gösterileri yapılmıştır. Geri dönüştürülemeyen evsel organik atıkların kompostlanması ve ayrılması üzerinde çalışılmıştır.

Proje çalışma planı ve görev dağılımı yapılmıştır. Tüm öğrencilere güvenli internet kullanımı hakkında bilgilendirme yapıp okullarda proje panoları hazırlanmıştır. Tüm ailelerden internet ve sosyal medya kullanımı hakkında veli izin belgesi alınmıştır. Okul ve öğrenci tanıtımları (sunum, doküman, video, padlet vb.) yapılmıştır. Proje genel değerlendirmesi olarak öğrenci, öğretmen, veli anketleri yapılmış ve her konu sonunda değerlendirme testleri uygulanmıştır. Güvenli İnternet Günü ve eTwinning Günü gibi özel günler için etkinlikler yapılmıştır. eTwinning Proje ekibi olarak 13 Mart Cuma gününden itibaren COVID-19 salgını nedeniyle evlerden çalışılmaya başlandı. Bu süreç ile ilgili olarak sosyal medya hesaplarından #evdekal, #guvendekal, #maskenitak, #sosyalmesafenikoru gibi kamu spotu paylaşımları yapıldı. Projenin her ortağın okullarında müfredata entegre edilerek, derslere uygulanması sağlanmıştır. İnternet üzerinde sosyal medya hesapları oluşturulmuş; projede yapılan çalışmalar ve etkinlikler hakkında çeşitli paylaşımlar yapılmıştır. Ekolojik Sözlük, günlük (Blog) sayfası, e-kitap hazırlanmıştır.

Tüm öğretmen ve öğrenciler, Avrupa'daki diğer paydaşlarıyla eTwinning Twinspace online meeting uygulaması üzerinden, proje adımları hakkında konuşarak bilgi paylaşımında bulunmuş, tartışmışlardır. Ayrıca e-posta, WhatsApp, Facebook, Messenger araçları iletişim için kullanılmıştır. Yaygınlaştırma için; okullarda pano, poster, sergi, sunum, etkinlik ve sosyal medya adreslerinde proje paylaşımları yapılmıştır.

Sonuç olarak, okul bahçelerinde kompost yöntemiyle elde edilen gübre ve toprak karışımı kullanılarak küçük ekolojik bahçelerin oluşturulması sağlanmıştır. Tohumun önemi açıklanarak; öğrencilere tohum toplama hazırlama yöntemi öğretilmiş ve uygulanmıştır. Öğrencilerin kendi tariflerini kullanarak doğal ürünlerden markalarını yaratmaları ve sınıflarda

sunum yaparak tanıtımları sağlanmıştır. Tüm çalışmaların yapım aşamalarını gösteren videolar hazırlanmış, farkındalık çalışmalarının okul panolarında, sosyal ve dijital platformlarda yaygınlaştırılması sağlanmıştır. Proje ürünlerinin yer aldığı “Sanal Ekolojik Yaşam” sergisi hazırlanmıştır. Salgına rağmen, tüm ortakların aktif katılımı ile başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Sıfır atık prensibinin daha iyi anlaşılması sağlanmış, ekolojik ürünler hazırlanması öğrenilmiştir. Birçok ortak ürün oluşturulmuş, internet ortamında yayınlanması sağlanmıştır. Geri Dönüşüm Hikayesi, Beşinci Mevsim Şiiri, Ekolojik Sözlük, e-kitap, blog, zihin haritaları, harf kolajı yapılmıştır. Sosyal medyanın daha etkin kullanımı sağlanarak duyuru ve haberler yayınlanmış, proje çıktıları paylaşılmıştır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin etkin kullanımı sağlanmıştır. Web2 araçları ve QR kod oluşturma öğrenilmiş, aktif kullanımı sağlanmıştır. İnternet üzerinde bir sosyal medya blog sayfası oluşturulmuştur. Yabancı ortaklarla iletişim kurularak, dil becerileri geliştirilmiştir. İngilizcenin ve iletişim becerilerinin etkin kullanılması sağlanmıştır. Farklı ülkelerin kültürel değerleri tanınmıştır. Farklı ülkelere ve milletlerden arkadaş edinilmiş, onlarla iletişim kurulmuştur. eTwinning Avrupa Birliği projelerine ilginin artması ve daha iyi tanınması sağlanmıştır. eTwinning Twinspace kullanarak bilgi paylaşımı sağlanmıştır. Takım çalışmaları gerçekleştirilmiş, takım ruhu geliştirilmiştir. Çalışmalarda zorlayıcı ve yaratıcılığı destekleyici etkinlikler yapılmıştır. Öğrencilerin özgüvenlerinin gelişmesi ve derslere aktif olarak katılmaları sağlanmıştır. Sorumluluk sahibi olma bilinci geliştirilmiştir. Öğrencilerin birbirlerine karşı daha saygılı ve duyarlı olmaları sağlanmıştır. Öğrencilerin motive olmaları sağlanmıştır. eTwinning İstanbul webinarlarında il genelindeki öğretmenlere proje sunumu yapılmıştır. Ayrıca EBA platformunda, okul web sitelerinde, proje blog sayfasında ve proje sosyal medya hesaplarında çalışmalar yayınlanmıştır. Bu projede e-posta, Zoom, chat, forum, web 2.0 araçları (Padlet, PicsArt, Zepetto After Effects, Alight Motion, InShot, StoryJumper, Issuu, FlipSnack, WordPress, YouTube, vb.), diğer yazılımlar (video ve fotoğraf hazırlama, düzenleme, tasarım, PowerPoint/sunum, broşür, günlük (Blog), web sayfası, e-kitapçık hazırlama, vb.), QR kod uygulamaları, Twinspace portalı kullanılmıştır. Projedeki web 2.0 araçları sayesinde öğretmen ve öğrencilerin teknolojiyi daha verimli kullanmaları sağlanmıştır. Proje 3 ülkeden Ulusal ve Avrupa Kalite Etiketini ile ödüllendirilmiştir.

Yaşayarak öğrenmenin çok önemli bir unsur olduğu düşünülmektedir. Öğrencilere çevre konusunda gerekli eğitimler verilerek teşvik edilmeleri durumunda; geri kazanım ve evde kompostlaştırma gibi uygulamalara katılabilecekleri görülmüştür. Öğrencilere fırsat verildiğinde yaratıcılıklarını kullanabilecekleri gözlemlenmiştir. Bu konularda eğitim-öğretim, yöntem ve tasarımların oluşturulması önerilmektedir. Akran eğitimine öncelik verilmesinin yararlı olduğu düşünülmektedir.

6.5. Sonuçlar

21. yüzyıl becerilerinden; “Öğrenme ve Yenilenme Becerileri”, gerçek hayat problemlerine farklı yönleriyle bakıp eleştirel, analitik düşünerek pratik çözüm önerileri bulup, sunabilme becerilerinin öğrencilere kazandırılması, sistemli, yaratıcı düşünme ve kalıcı

öğrenme için STEM eğitimlerini zorunlu kılmaktadır. Öğrencilerin farklı disiplinlerin içeriklerini öğrenmelerinin yanı sıra hayatta esneklik ve uyum, sorgulama, araştırma, problem çözme becerilerinin farkında olmaları, bilgiye erişme ve bilgiyi analiz ederek üzerinde düşünmeleri, akranları ile bir araya gelmeleri, tartışmaları ve çözüm üretmeleri, buluş yapma, ürün tasarlayıp, geliştirebilme becerileri kazanarak etraflarında bir öğrenme ağı oluşturmaları için eTwinning projelerinin de STEM Eğitimi ile entegrasyonunun başlamasının gerekli olduğu görülmektedir.

6.6. Kaynaklar

AB Eğitim, Öğretim, Gençlik ve Spor Programı (2020). eTwinning nedir? <https://www.etwinning.net/tr/pub/index.htm>

Akdemir, A. S. (2017). eTwinning in language learning: The perspectives of successful teachers. *Journal of Education and Practice*, 8(10), 182-190.

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., Özdemir, S. (2015). STEM Eğitimi Türkiye Raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.

Akgündüz, D. ve Ertepinar, H. (2015). STEM Eğitimi Çalıştay Raporu.

Avrupa Birliği Eğitim, Öğretim, Gençlik ve Spor Programı (2020). eTwinning nedir? <https://www.etwinning.net/tr/pub/index.htm>

Aydın, G., Saka, M. ve Guzey, S. (2017). 4-8. sınıf öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM=FETEMM) tutumlarının incelenmesi. Mersin.

Aydın, M., Laçın, S. ve Keskin, İ. (2018). Ortaöğretim matematik dersi öğretim programının uygulanmasına yönelik öğretmen görüşleri. *International e-Journal of Educational Studies*, 2(3), 1-11. <https://doi.org/10.31458/iejes.413967>

Bozdağ, Ç. (2017). Almanya ve Türkiye’de okullarda teknoloji entegrasyonu: eTwinning örneği üzerine karşılaştırmalı bir inceleme. *Ege Eğitim Teknolojileri Dergisi*, 1(1), 42-64.

Camilleri, R. A. (2016). Global education and intercultural awareness in eTwinning. *Cogent Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2016.1210489>

Çavaş P., Ayar A., Bula Turuplu S., Gürcan G., (2020). Türkiye’de STEM Eğitimi Üzerine Yapılan Araştırmaların Durumu Üzerine Bir Çalışma, *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi* 17(1), 823-854. <http://efdergi.yyu.edu.tr>

Çorlu, M., Aydın, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 20-29.

Çorlu, M. S., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.

Çorlu, M. S. (2012). A pathway to STEM education: Investigating pre-service mathematics and science teachers at Turkish universities in terms of mathematics used in science. Doctoral Thesis, Texas A&M University, Texas.

EC. (2021). eTwinning. <https://www.etwinning.net/tr/pub/about.htm>

EC. (2021). Scientix. <http://www.scientix.eu>

Gajek, E. (2009). Online course for teachers: How to participate in the eTwinning programme? In eTwinning - A Way to Education of the Future (p. 152-165). Warsaw: Foundation for the Development of the Education System.

Gajek, E. (2012). Constructionism in action within European eTwinning projects. In Computer-enhanced and mobile-assisted language learning: Emerging issues and trends (pp. 116-136). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-61350-065-1.ch006>

Karacaoğlu, Ö. C. ve Acar, E. (2010). Yenilenen programların uygulanmasında Öğretmenlerin karşılaştığı sorunlar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 45-58.

MEB. (2014). Scientix (Avrupa'da fen eğitimi için topluluk) Projesi. <https://yegitek.meb.gov.tr/www/scientix-avrupada-fen-egitimi-icin-topluluk-projesi/icerik/96>

MEB. (2016). STEM Eğitim Raporu. http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf

MEB. (2018). 2023 Eğitim Vizyonu. Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara, Türkiye.

MEB. (2019). eTwinning Faaliyeti Tanıtım Kitapçığı. Millî Eğitim Bakanlığı, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. http://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_12/25173809_eTwinning_Dergi_Finall_compressed.pdf

MEB. (2021). Scientix Projesi: Türkiye. <https://scientix.eba.gov.tr>

Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM), 20, 2-7.

Moura, A. (2014). Apps e podcasts para a aula invertida: Um projeto eTwinning em lingua estrangeira no ensino basico. Atas do, 2, 345-351.

Şahin, F. Güven, İ. ve Yurdatapan, M. (2013). Proje tabanlı eğitim uygulamalarının okul öncesi çocuklarda bilimsel süreç becerilerinin gelişimine etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 33(1), 157-176. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/maruaebd/issue/358/1982>

Şahin, Ö. (2012). *MEB Vitamin ilköğretim portalı hakkındaki öğretmen görüşlerinin ve öğrenci tutumlarının incelenmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Tutak, T. ve Güder, Y. (2014). *Matematiksel Modellemenin Tanımı, Kapsamı ve Önemi Kapsamı ve Önemi*.

Valles, M. (2017). Percepción del alumnado con respecto al desarrollo de la competencia intercultural en el proyecto telecolaborativo eTwinning “Preparados para un Erasmus!/Prêts pour un Erasmus!”. *Tendencias Pedagógicas*, 30, 245-266.

Vuorikari, R., Berlanga, A., Cachia, R., Cao, Y., Fetter, S., Gilleran, A., Klamma, R., Punie, Y., Scimeca, S., and Sloep, P. (2011, December). ICT-based school collaboration, teachers' networks and their opportunities for teachers' professional development-a case study on eTwinning. In International conference on web-based learning (p. 112-121). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-25813-8_12

Wang, H. H. (2012). A new era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering and mathematics (STEM) integration https://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf

Whitehead, A. K. (1929). Whitehead. Aklın İşlevi. (ss.3-34). Boston: Beacon Press.

Yanpar-Yelken, T. (2009). Öğretmen adaylarının portfolyoları üzerinde grup olarak yaratıcılık temelli materyal geliştirmenin etkileri. *Eğitim ve Bilim*, 34(153), 83-98.

BÖLÜM 7: TEKNOLOJİ, TASARIM ODAKLI DÜŞÜNME, MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ VE STEM PROJELERİ

Ali TURAN, Mustafa Talha SOYSAL, Türkan DÜMBÜLLÜ & Özlem ÇELİKKOL

Bölüm Özeti: Bu bölümde öncelikle STEM eğitiminde tasarım odaklı düşünme ve mühendislik tasarım sürecinin önemi hakkında bilgiler verilmiştir. Bu bilgiler ışığında STEM projeleri ilişkilendirilerek örnek projeler verilmiştir. Ayrıca TRIZ yaratıcı öğrenimi ve Matematiksel Modelleme hakkında bilgi verilmiştir. Scientix projeleri mühendislik tasarım süreci ile ilişkilendirilerek öğretmenlere yol haritası oluşturulmuştur.

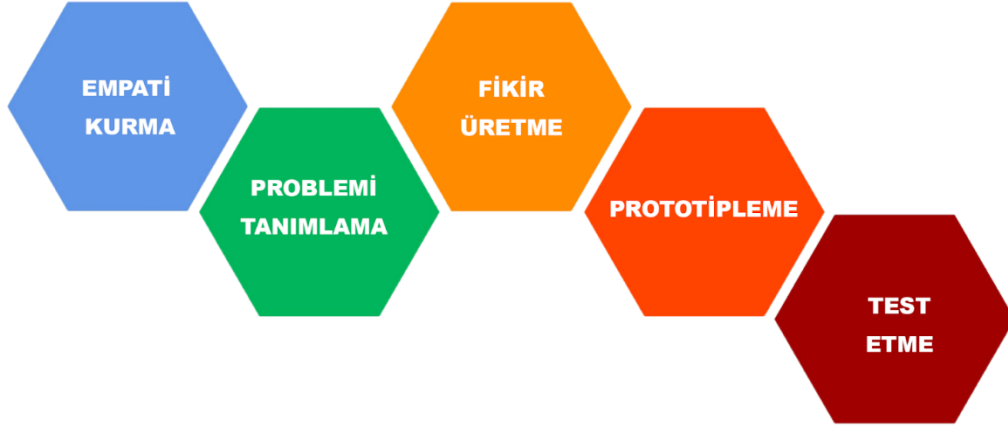
7.1. Giriş

Bilim ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte günümüzde insan kas gücünün yerini makineler almıştır. Bu durumda insanlar bedensel faaliyetlerden çok zihinsel faaliyetler ile yaşamlarını devam ettirir hale gelmiştir. Zihinsel faaliyetler için bireylerin birçok beceriye sahip olması gerekmektedir. Bireylerde istenilen becerilerin kazandırılması için iyi bir eğitim şarttır. Ülkemizdeki öğretim programları incelendiğinde, 2005 yılında yapılandırmacılık öğrenme kuramına dayalı öğretim programı, 2013 yılı fen bilimleri dersi öğretim programında problem çözen, eleştirel düşünen, yaşam boyu öğrenen bireyler yetişmesi amaçlanırken 2018 yılındaki fen bilimleri dersi öğrenim programına mühendislik alanı entegre edilmiştir. Bu kapsamda dönemin ihtiyaçlarına göre öğretim programlarının revize edildiği görülmektedir. Mühendislik entegrasyonu ile STEM eğitimi öğretim programlarında yer almıştır. STEM kelimesi; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin İngilizce baş harflerinin kısaltmasından oluşmaktadır (Bybee, 2010). STEM eğitimi, günlük yaşamda karşılaşılan sorunlara; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bir arada kullanarak çözümler üretmeyi hedeflemektedir (Chute, 2009; Morrison, 2006; Yıldırım ve Altun, 2015; Şahin, Ayar ve Adıgüzel 2014).

7.2. Tasarım Odaklı Düşünme ve Mühendislik Tasarım Süreci

Tasarım Odaklı Düşünme, düşünsel bilgilerin uygulamaya dönüştürülmesidir (Girgin, 2019). Öğrenilen bilgilerin uygulamaya dönüştürülmesi için mühendislik ve teknoloji gerekmektedir. Mühendisler sahip oldukları bilgileri uygulayabilmek için ürün oluştururlar. Ürün oluşturulurken tasarım sürecinden yararlanırlar.

Tasarım Odaklı Düşünme (TOD) süreci finans, teknoloji, sanayi ve endüstri gibi alanlarda pek çok problemin çözümünde yenilikçi çözümler üretmek için uygulanan bütüncül bir mühendislik yaklaşımıdır. TOD beş aşamadan oluşmaktadır.



Şekil 7.1. Tasarım Odaklı Düşünme'nin 5 Aşaması (Stanford's d. School, 2015)

Tasarım Odaklı Düşünme'de bir problemin çözümünde kişiler arası iletişimden yararlanarak problemin tanımlanması ve problemle ilgili gerekli bilginin, verilerin toplanması sağlanarak fikirlerin üretimi sağlanır. Üretilen fikirlerin en ideal olanı seçilerek bu tasarımın prototipi oluşturulur. En son aşamada ise prototipin test edilmesi ve bu sonuçlardan yola çıkılarak tasarımın en iyi hale getirilmesi amaçlanır.

7.2.1. Tasarım Odaklı Düşünme'nin Mühendislikle İlişkilendirilmesi

Tasarım odaklı düşünme; yenilikçi çözümler, inovasyon yaklaşımı, ihtiyaçları anlama, çözümler üretme, ürün oluşturma (Brown, 2008), problem çözme, iş birliği, takım çalışması, eleştirel düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerinin gelişmesine katkı sağlayan bir süreçtir (Razzouk ve Shute, 2012). Tasarım odaklı düşünmeyi; gerçek dünya problemlerinin mühendislik ve teknoloji disiplinlerine matematik ve bilimin entegre edilebildiği düşünme süreci olarak da tanımlamaktadırlar (Purzer, Moore ve Dringenberg). Mühendislik; bilim, matematik ve teknolojinin bulgularını kullanarak problemlere çözümler üreten ürün oluşturma sürecidir (Özçep, 2007 akt. Bozkurt, 2014). Mühendisler ürünlerini oluştururken tasarım odaklı düşünme sürecinden yararlanırlar. Mühendislik eğitiminde tasarım odaklı düşünmenin önemini daha net görebilmek için Tablo 7.1'de mühendislik eğitiminde tasarım yaklaşımlarının karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 7.1.

Mühendislik Eğitiminde Tasarım Yaklaşımlarının Karşılaştırılması (Soysal, 2019)

Tasarım	Avantajları	Dezavantajları
Bilgi uygulaması için tasarım	Öğrenciler bir tasarım projesi üzerinde çalışırken önceki fen ve matematik kavramlarını anlamalarına katarlar.	Öğrencilerin önceki eğitimlerinden ilgili bilgileri tespit edip uygulayabilecekleri beklentisine dayanır ve ayrıca öğrencilerin söz konusu bilgiyi önceki talimatlardan koruduğunu varsayar.
Bilgi edinimi için tasarım	Öğrenciler yapılandırılmış mühendislik zorluklarını çözerken fen ve matematik kavramlarını kazanırlar.	Öğrencilerin tasarım kararlarını kaçınılmaz olarak etkileyen önceki bilgileri hesaba katmayabilir.

Tablo 7.1’de yer alan avantajlar ve dezavantajlar dikkate alındığında mühendislik tasarım süreci oluşturulmuştur. Mühendislik tasarım süreci ile öğrenciler disiplinler arası düşünme sürecine dahil olarak sahip oldukları bilgiler ile ürünler oluştururlar.

7.2.2. Tasarım Odaklı Düşünme’nin mühendislikte önemi

Modern dünyamızda her gün yenilikler, yeni teknolojiler ortaya çıkmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte bilgiye ulaşmak daha kolay bir hale gelmiştir. İçinde bulunduğumuz dönemde bilgiye sahip olmanın yanında bilgiyi kullanabilecek ve problemlere çözüm üretebilecek bireylerin yetiştirilmesi amacıyla eğitim sistemleri revize edilmiştir. Mühendislik tasarım süreci problemlerin çözümünde önemli bir yere sahiptir. Bu süreç ile bireyler günlük yaşam sorunlarının farkına varıp bu sorunlara çözüm üretebilmek için sahip oldukları bilgileri kullanabilme fırsatı yakalamış olacaktır. Böylece problem çözme, inovatif, eleştirel ve yaratıcı düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip günümüz koşullarına uyum sağlayabilen bireyler topluma kazandırılabilir (Saralar-Aras ve Eral, 2020).

7.3. Mühendislikte Tasarım Odaklı Düşünme ve STEM Projeleri İlişkisi

Millî Eğitim Bakanlığı’nın ortaya koyduğu 2023 Eğitim vizyonunun temel amacı; çağın ve geleceğin becerileriyle donanmış ve bu becerileri insanlık yararına kullanan, meraklı, duyarlı, nitelikli, bilimi seven ve ahlaklı bireyler yetiştirmektir (Arkan ve Kaya, 2018). Bireylerin; içinde buldukları yüzyılın ve geleceğin ihtiyaçlarına cevaplar verebilmesi için

sahip olması gereken beceriler 21. yy. becerileri olarak adlandırılmaktadır. Bu becerilerin kazandırılması için ülkemizde STEM eğitiminin gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Çorlu, vd., 2012). MEB 2018, STEM uygulamalarında pedagojik bir temel oluşturması amacıyla STEM Eğitimi Öğretmen El kitabı yayınlamıştır. STEM Eğitimi El Kitabı'nda STEM eğitiminin amaçları; STEM alanlarındaki bilgilerini ve becerilerini kullanarak disiplinler arası süreçleri ilişkilendirmek, bireyleri buluş ve üretim yapmaya yönlendirmek, STEM alanlarıyla ilgili proje geliştirebilme yeteneklerini, ilgilerini ve tutumlarını ortaya çıkarmak şeklinde ifade edilmiştir (MEB, 2018). Bu kapsamda STEM projeleri ve mühendislik tasarım süreci sonucunda tasarım odaklı bir ürün oluşturulması aralarında entegrasyonun olduğu bir ilişkiyi göstermektedir. STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabı'nda mühendislik tasarım süreci; soru oluşturma, ürün/buluş tasarlama, ürünü/buluşu test etme, sonuç çıkarma, değerlendirme, paylaşma ve yeniden düşünerek ürünü geliştirme olarak 7 basamaktan oluşmaktadır.



Şekil 7.2. STEM Eğitim Döngüsü (MEB, 2018, s.34)

7.3.1. Mühendislik Tasarım Süreci ve STEM

Mühendislik Tasarım Süreci; bir ihtiyacın ortaya çıkmasında rol alan problemin çözümü için takip edilen başlangıç ve bitiş aralığına sahip süreci kapsar. Bu süreç sorun çözümler bilimsel kavramları, mühendislik alanına yönelik iç görüşleri, iletişim kurma, yeni fikirler üretme, sorunlara çözüm üretme, eleştirel düşünme ve bilgiyi ayrıştırma gibi 21. yüzyıl becerilerinin kazandırıldığı ortamlar sunar (Schnittka, Bell ve Richards, 2010). Bilgiyi olduğu gibi kabul etmeyen, sorgulayan bireylerin olaylar karşısında farklı çözümler üretmelerini sağlar. Gelişen ve hızla değişime uğrayan günümüz şartlarında bir problemin çözümünde rol alan bireyler sadece bir alanda öğrendikleri bilginin yeterli olmadığını fark ederler. STEM;

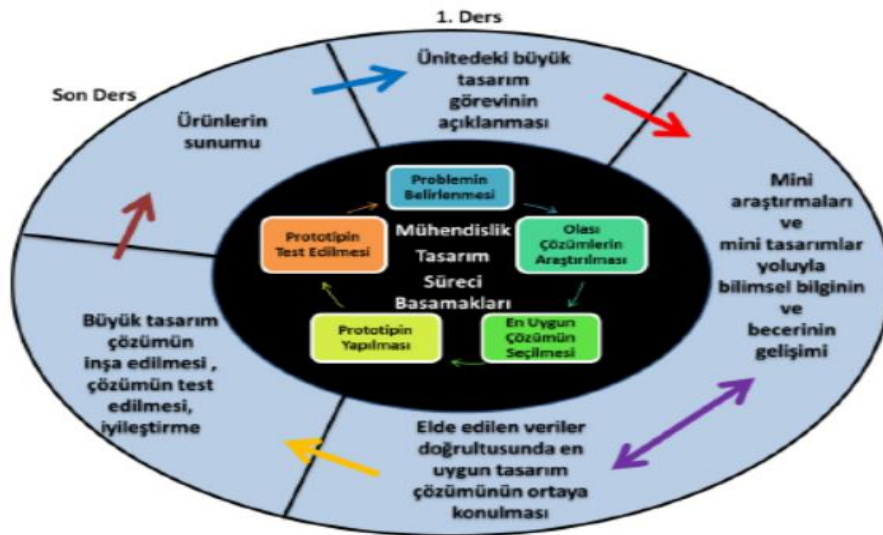
Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik disiplinlerinin baş harflerinin kısaltmasıdır. Mentzer'e (2011) göre, mühendislik tasarım süreci beş basamağa ayrılmıştır.

Bunlar;

1. Problemin belirlenmesi,
2. Çözüm üretme,
3. Verileri analiz etme ve görselleştirme
4. Test etme/Deneme
5. Sonuçlandırma ve iş birliği olarak sıralanmıştır.

Mühendislik genellikle zihinde bir meslek algısı oluşturmaktadır. Ancak mühendislik; problem çözme, ürün tasarımı oluşturma, ürünü test etme ve üretme süreci olarak düşünülebilir (Çorlu, 2017, s.13). Alanyazında mühendislik tasarım sürecinin öğretim kademelerine göre farklı aşamalardan oluştuğu görülmektedir.

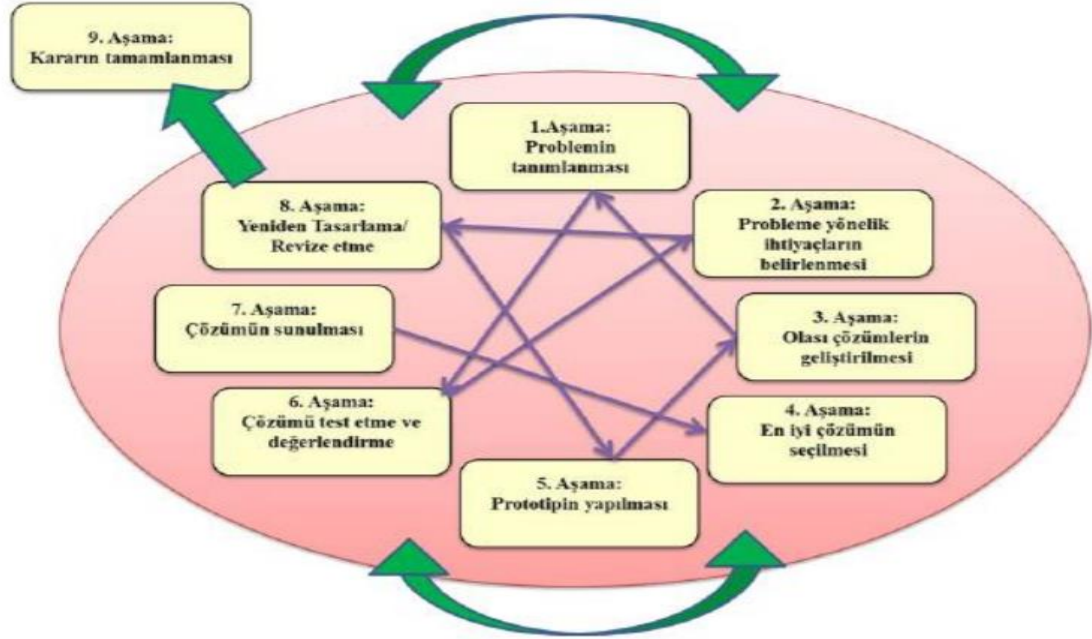
İlkokul öğrencileri için mühendislik tasarım süreci; problemin belirlenmesi, olası çözümlerin araştırılması, en uygun çözümün seçilmesi, prototipin yapılması ve prototipin test edilmesi olarak ele alınmıştır (Bozkurt, 2014; Ercan, 2014; Wendell ve diğerleri, 2010; Yasak, 2017).



Şekil 7.3. Mühendislik Tasarım Süreci (Bozkurt, 2014; Ercan, 2014; Wendel vd., 2010; Yasak, 2017)

Lise öğrencileri için mühendislik tasarım süreci; problemin tanımlanması, problemin araştırılması, çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi, prototipin oluşturulması,

çözümlerin test edilmesi ve değerlendirilmesi, çözümlerin sunulması, yeniden tasarlama ve kararın tamamlanması olarak ele alınmıştır (Hynes vd., 2011). Öğretim kademesi ilerledikçe mühendislik tasarım süreci aşamalarının da arttığı görülmektedir. İlkokul kademesinde mühendislik tasarım süreci 5 aşamadan oluşurken, lise kademesinde 9 aşamadan oluşmaktadır.



Şekil 7.4. Mühendislik Tasarım Süreci (Hynes ve diğerleri, 2011)

Öğretim kademelerine göre mühendislik tasarım süreci farklı aşamalardan oluşsa da problem durumu, çözüm üretme, prototip yapılması tüm kademelerde ele alınmaktadır. Bu doğrultuda mühendislik tasarım süreci basamakları; problem durumunun belirlenmesi ve çözümlerin önerilmesi, taslak tasarımın çizilmesi, olası çözümlerin gözden geçirilmesi ve en iyi çözümün seçilmesi ve prototipin yapılması ve test edilmesi şeklinde incelenebilir.

Tablo 7.2.
Mühendislik Tasarım Süreci

Basamak	Özellikleri
1. Problem durumunun belirlenmesi ve çözümlerin önerilmesi	Sorgulama, Kısıtlamalar, Kriterler
2. Olası Çözümlerin gözden geçirilmesi	Araştırma, Beyin fırtınası
3. En uygun çözümün seçilmesi	Deney, Veri toplama
4. Prototipin yapılması	Analize dayalı Prototip, Ürün oluşturma
5. Prototipin Test edilmesi	Değerlendirme

Problem Durumu: Mühendislik Tasarım Süreci, problem veya ihtiyaç durumunun belirlenmesi ile başlamaktadır. Problem durumu günlük yaşamda karşılaşılan sorunlar olduğunda öğrencilerin dikkatlerini konu üzerine çekerek anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmek için zemin oluşturabilir. Problem belirlemede bölgesel sorunlar olduğu gibi küresel sorunlar da ele alınabilir. Bunun yanında problem durumu belirlenirken olası durumlar da ele alınabilir. Yani öğrencilerin günlük yaşamda karşılaşmadıkları fakat gelecekte karşılaşma olasılığı olabilecek sorunlar/ihtiyaçlar tespit edildiğinde öğrenciler bu sorunlar üzerinde çalışmakta daha istekli olabilir. Problem belirlendikten sonra probleme yönelik bir senaryo hazırlanabilir, öğrenciler hayal dünyasında problemin bir parçası haline getirilebilir ve problemleri keşfedebilirler. Problem durumu, öğretmen tarafından sunularak öğrencilere konu hakkında beyin fırtınası yaptırılabilir, hayal gücü ve yaratıcılıklarının gelişimi desteklenebilir. Bunun yanı sıra problem durumu, öğrencilerin keşfetmeleri için bilimsel süreç basamakları da olarak da kullanılabilir. Öğrencilerden belirlenen konu üzerinden gözlem, araştırma ve gezi yapmaları istenerek problem durumunu keşfetmeleri öğrencilerin daha kolay çözümler bulmalarını sağlayabilir.

Olası Çözümlerin Araştırılması: Öğrencilerden daha önce benzer sorunların çözümüne yönelik araştırma yapmaları istenebilir. Problem durumunun çözümüne yönelik gezi, gözlem, deney veya kaynak taraması yapılarak gerekli bilgiler toplanır. Olası çözüm yollarının her biri değerlendirilmek üzere not alınır.

En Uygun Çözümün Seçilmesi: Araştırmalar sonucunda elde edilen bilgiler öğrenciler tarafından analiz edilerek olası çözüm yollarından en uygun olanı seçilebilir. Belirledikleri çözüm yolu ile ilgili araştırmaya gidip son halini verebilirler. Bu aşamada en uygun çözüm önerisini seçerken maliyet, başarı, zaman, işlevsellik (görevini yerine getirme) gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü en kavramının sonu yoktur. Başarının artması istenilen bir durumdur fakat maliyet ve zamandaki (üretim süresi) artış mühendislik tasarım sürecinde istenilen bir durum değildir. Mühendislik tasarım sürecinde başarı için kriter ve sınırlamalara dikkat etmek gerekir. Sadece bir problem senaryosunun verildiği çalışmalarda problem çözümüne kolayca ulaşılabilmektir (Soysal ve Laçın-Şimşek, 2021). Fakat kriter ve sınırlamaların olması durumunda bireyler daha dikkatli düşünerek problemlere yaratıcı çözümler üretebilmektedir. Mühendislik tasarım sürecinin önemli basamaklarından biri de tasarımın taslak çizimlerinin yapılmasıdır. Çünkü bu süreçte öğrenciler disiplinler arası çalışma fırsatı yakalar ve hayata daha geniş açıdan bakma fırsatı elde edebilir. Örneğin; matematik dersi hesaplama, ölçüm kazanımlarını sürece dahil ederek tasarımlarını oluştururlar. Ayrıca prototipin yapılmasından önce çizimlerin oluşturulması istenilen kriter ve sınırlamaların sağlanması hususunda kolaylık sağlamaktadır.

Prototipin Yapılması: Bu aşamada en uygun çözüm yolunu göstermek amacıyla prototip oluşturulur. Böylece çözüm yolunun istenilen sonuçları verip vermediği gözlemlenir. Bu doğrultuda nelerin değiştirilmesi, geliştirilmesi gerektiği ön görülebilir.

Prototipin Test Edilmesi: Prototipin istenilen sonuçları verip vermediğini gözlemek için prototip test edilerek yeniden değerlendirilir. Gerekli görülen düzeltmeler yapılarak prototipin görevini yerine getirip getirmediği incelenir. Eğer görevini yerine getirmiyorsa gerekli düzeltmelere gidilir. İstenilen sonuçlar alındıktan sonra prototip hazır hale getirilir.

7.3.2. TRIZ Yaratıcı Öğrenimini STEM Bilgisine Uygulamak

“Yaratıcı Problem Çözme Teorisi” olarak tanımlanan TRIZ, 1946 yılında Genrich Saulovich Altshuller ve meslektaşları tarafından 3 milyondan fazla patentin incelenmesi sonucu geliştirilmiş mantığa ve verilere dayalı sorunlara odaklanan sistematik bir problem çözme yöntemidir. Üniversitelerin mühendislik bölümlerinde, şirketlerin AR-GE merkezlerinde, meydan okuyucu problemlere çözüm yolları bulmak yaratıcılığı geliştirmek için kullanılan bir teoridir. Temelinde ana probleme ulaşmak için küçük problemler yaratıp o problemleri çözmek gerekir. Bu küçük problemler aslında yaratıcılık problemi olarak da adlandırılır. Böylece ana problem de çözülecektir.

Sözü geçen 3 milyondan fazla patentin incelenmesi sonucunda 40 farklı parametre belirlenmiştir. Bu parametreler 39’u 39’luk bir matris oluşturacak şekilde "çelişki matrisi" ni oluşturur. Bu matriste iyileştirilmeye çalışılan değerlere karşılık gelen olası çelişkiler gösterilir. Çözülme istenen problemde karşılaşılan çelişkiler genel bir şekilde temsil edilerek çelişki matrisi genel çözüm alternatifleri elde edilir ve bu genel çözüm alternatifleri ise uygun bir şekilde çözülmek istenen özel probleme uyarlanır.



Şekil 7.5. Çelişkilerin zihin haritası (Şener, 2006)

Tablo 7.3.

40 Yenilikçi prensip parametresi

1	Bölme, parçalama	21	Hızlı hareket etme
2	Çekip çıkarma	22	Zararı faydaya dönüştürme
3	Lokal kalite	23	Geribildirim
4	Asimetri	24	Arabulucu
5	Birleştirme	25	Selfservis
6	Evrensellik	26	Kopyalama
7	Yuvalama	27	Kısa ömürlü ucuz nesne kullanma
8	Karşıt ağırlık	28	Mekanik sistemin değiştirilmesi
9	Önceden karşı hareket	29	Gaz ve sıvı kullanma
10	Önceki hareket	30	Esnek film ve ince zarlar kullanma
11	Önceden yastıklama	31	Gözenekli malzeme kullanma
12	Eş mümkün olay	32	Renk değiştirme
13	Tersine çevirme	33	Türdeşlik
14	Küremsi hale getirme	34	Parçaları reddetme yada yenileme
15	Dinamiklik	35	Parametre değiştirme
16	Kısmi veya gereğinden fazla hareket	36	Faz geçişi
17	Yeni boyuta geçme	37	Isıl Genleşme
18	Mekanik titreşim	38	Güçlü oksitleyiciler kullanma
19	Periyodik hareket	39	Atıl ortam
20	Faydalı hareketin devamlılığı	40	Kompozit Malzeme

Çelişkiler, teknik çelişki ve fiziksel çelişki olmak üzere ikiye ayrılır. Teknik çelişkiler, fiziksel çelişkilerden türerler. Başka bir deyişle, her teknik çelişkinin özünde gizli bir fiziksel çelişki vardır. Durum şöyle görülebilir: bir teknik sistemin herhangi bir parçasının belirli bir eylemi gerçekleştirebilmesi için A özelliğini taşıması ve aynı zamanda bu eylemin tersini

yapabilmesi için de “anti-A” özelliğine sahip olması gerekir. Fiziksel çelişkide ürün, aynı anda birbirinin tersi iki durumda olabilir. Örneğin; ürünün aynı zamanda hem sıcak hem de soğuk olması gerektiği gibi.

Teknik çelişkide ise A özelliği iyileşirken B özelliği kötüleşmektedir. Örnek olarak; otomobillerin çok daha hızlı ivmelenmesi ve aynı zamanda düşük yakıt tüketimine sahip olması gibi. (Şener, 2006)

Büyük firmaların kullandığı bu teori aslında okullarda rahatlıkla kullanılabilir. Diğer problem çözme yöntemlerinden daha başarılı sonuçlar veren bu teori STEM ile entegre edilerek okullarda da problemlere çözüm bulmak için kullanılabilir.

TRIZ, müfredat için bir öğretim konusu değil, zenginleştirilmiş didaktik için bir öğretim stratejisi olabilir. Bu, okullarda geniş bir adaptasyonu mümkün kılar. Yöntem, yaratıcı düşünmeyi ve problem çözmeyi teşvik etmek için tasarlanmıştır ve bu, yöntemi lise programında STEM ile ilgili konu için çok erişilebilir kılar. TRIZ kullanarak problem çözmeye yönelik didaktik yaklaşım tüm dersler için uygun olduğundan ve tüm derslerde yaratıcılığın ve sahiplenmenin teşvik edilmesine katkıda bulunduğu için, TRIZ'in okullardaki tüm öğretim konularında uygulanması sağlam bir stratejidir. Öğretmenler, öğrencilere TRIZ düşünme biçimini öğretmenin anahtar kişileridir, bu yüzden öğretmenler yöntemi iyi kullanmak için eğitilmelidir. (Dobrusskin, Baaijens ve Durak 2017)

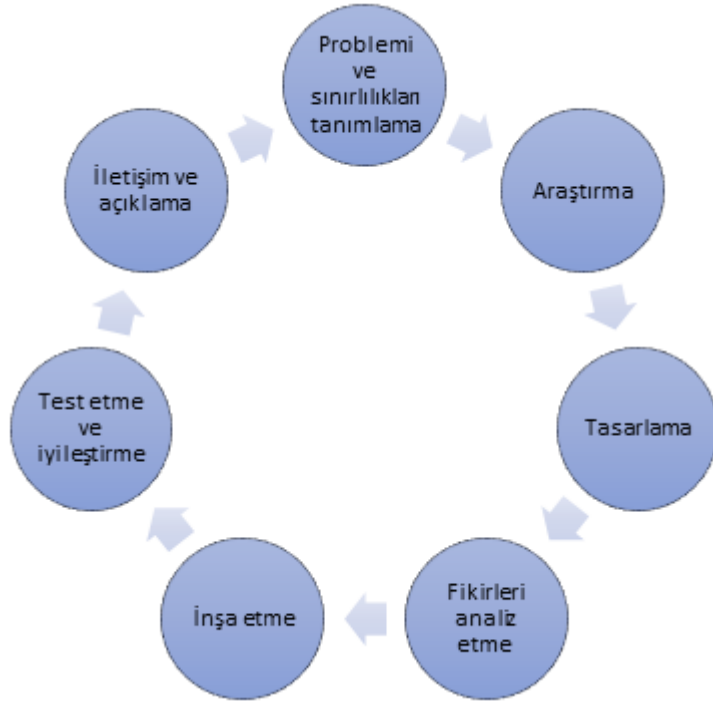
7.3.3. Mühendislik Temelli Matematiksel Modelleme Etkinlikleri ile STEM Entegrasyonu

Gelişen teknoloji, büyük göçler, iklim değişikliği, kıtlık, susuzluk, küresel salgın, ekonomik büyüme, işsizlik, küresel ekonomik zorluklar gibi zor problemlerle dolu 21. yüzyılda toplumda yaşayacak bireylerin bu karmaşık sistemleri kritik kararları verebilmek ve çalışabilmek adına anlayabilmeleri ve değerlendirmeleri gerekmektedir (Lesh ve Doeer, 2003; Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Toplumun beklentisi bu karmaşık problemleri çözebilecek ve üretimde yer alacak bireylerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının sadece birine hâkim olmaktan öte bu dört bileşene ait bilgi ve becerilerin bütüncül bir şekilde kazandırılması ile karşılanabilecektir. Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bütüncül bir şekilde ele alınması ile karşımıza diğer bölümlerde de değinildiği gibi STEM kavramı ortaya çıkmaktadır.

STEM alanlarının eğitime entegrasyonunda henüz bir ortak görüş yoktur. Ancak bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının bütünleştirilmesi gerektiği görüşü bütün yaklaşımlarda benimsenmiştir. Öğretim programlarında her ne kadar vurgulanmış olsa da öğrenciler bu disiplinlerarası ilişkilendirmeleri kendileri yapamayabilir (Guzey, Harwell ve Moore, 2014). Bu disiplinlerin sadece öğretim programında değil gerçekten de ilişkilendirilmesi için öğrencilerin farklı etkinliklerle desteklenmesi gerekmektedir. Mühendislik, karmaşık problemlerin sistematik bir biçimde çözümü için matematikten,

bilimden ve teknolojiden yararlanma ve bu bilimlerdeki kavramların uygulanması sürecidir (Morgan, Moon ve Barroso, 2013). Mühendislik temelli etkinlikler birçok ülkede bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bütünlük bir şekilde K-12 boyunca (Üniversite eğitime kadar olan eğitim süresi) öğretiminde önemli bir bileşen olarak kabul edilmektedir (English ve Mousolides, 2011).

Mühendislik tasarım sürecinde birçok aşama şeklinde ele alınmış, mühendislik okullarında ya da mühendislikte kabul gören tek bir temel model yoktur (Capraro ve Slough, 2013). Şekil 7.6.'da yedi basamaklı mühendislik tasarım süreci döngüsü ele alınmıştır.



Şekil 7.6. Yedi Basamaklı Tasarım Döngüsü (Morgan, Moon ve Barroso, 2013)

Problemi ve Sınırlılıkları Tanımlama: Problemin çözümü için başlangıç ve aslında en önemli olan aşamadır. Bu aşamada problemin kendisinin anlaşılması, çözümü için gereken ve etkileyen faktörlerin tanımlanması gerekmektedir.

Araştırma: Problemin çözümünde, tasarım fikirlerinin analiz ve test edilebilmesi için arka planda gerekli olan bilginin sağlanmasıdır. Mühendisler paydaşların beklentilerini ve ihtiyaçlarını kapsayan bir tasarım için araştırma yapmalıdır.

Tasarlama: Etkili bir tasarım birçok çözüm fikrini içermelidir ve bu aşamada yaratıcılık büyük bir rol oynamaktadır. Beyin fırtınası ile etkili çözümler ortaya konabilir.

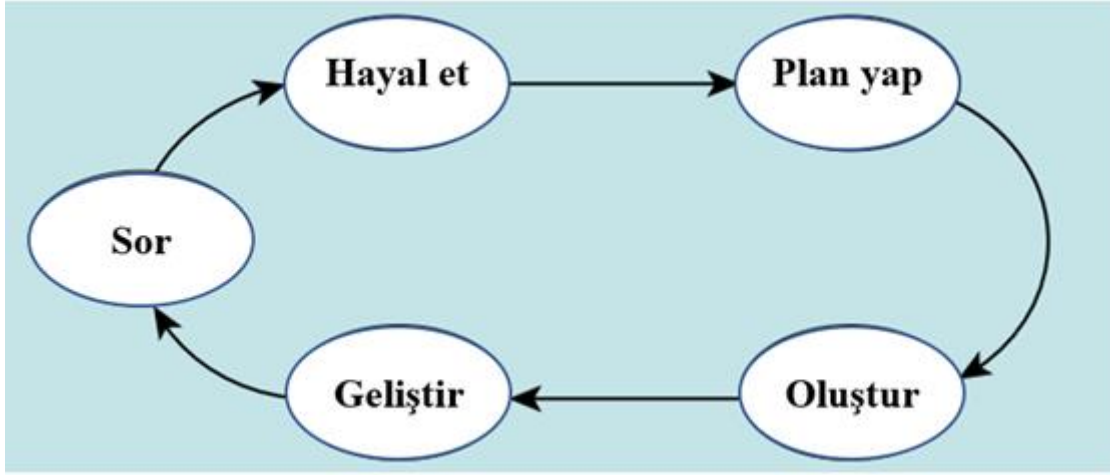
Fikirlerin Analizi: Başlangıçta oluşturulan basit fikirler arasından etkili olanların test edilmesi ve iyileştirilmesi için bu aşamada mühendisler matematiksel ve bilimsel modelleri üretmek için matematiksel, bilimsel ve teknolojik kavramları ve bilgilerini kullanırlar.

İnşa Etme: Matematik, bilim ve teknolojinin uygulanmasından sonra elde edilen en iyi tasarım şeklinin prototip haline getirildiği aşamadır.

Test etme ve İyileştirme: Prototipin ihtimal dahilindeki her durumda ve koşulda test edilmesi ve her bir durum için değerlendirmenin, tahminlerin, gözlemlerin raporlaştırılmasıdır. Bu değerlendirmelerden sonra prototipin daha iyi hale gelmesi için gerekirse tekrar tasarlama, inşa etme aşamasına dönerek yeni veriler yardımı ile çalışılmasıdır.

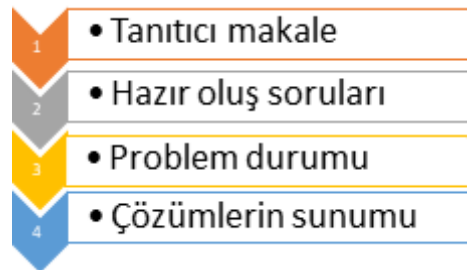
İletişim ve Açıklama: Mühendislik tasarım sürecinde iletişim kişilerarası, sözel, görsel ve yazılı şekildedir. Tasarımlar takım çalışması içinde gerçekleşir. Bu çalışmada sözel yönergeler kullanılır. Ayrıca basit çizimler, illüstrasyonlar, akış şemaları, grafikler gibi görsel iletişim araçları da kullanılabilmesi gibi mühendislerin düşüncelerini, araştırmalarını, yaptıkları işlemleri yazılı olarak da kaydetmeleri gerekmektedir.

Mühendislik tasarım süreci yukarıdaki süreç basamaklarından da anlaşılacağı üzere bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiği bütünleştiren bir süreçtir. Son zamanlarda yapılan araştırmalarda matematiksel modellemenin STEM eğitimindeki rolü tartışılmaktadır (Kertil ve Gürel, 2016; English ve Mousolides, 2011; Maass vd., 2019). Matematiksel modelleme gerçek yaşamdaki karmaşık bir problem durumunun matematiksel dünyaya aktarılıp burada ulaşılan çözümün doğrulanması, gerçek yaşamda sağlamanın yapılmasına dayanan bir çözüm döngüsüdür. Matematiksel modelleme döngüsü ile tasarım döngü süreçleri benzerdir: problem durumu yorumlanır, problemin çözümü için başlangıç fikirleri (model ve tasarımlar) oluşturulur, test edilebilir şekilde fikir seçilir ve açıklanır, fikir test edildikten sonra elde edilen bilgilerle gözden geçirilir, yenilenen fikir test edilebilir hale dönüştürülür. Bu döngü problem tarafından belirlenmiş hedefleri karşılayana kadar sürer (Zawojewski vd., 2008). English ve Mousolides (2015) mühendislik temelli problemlerin model oluşturma etkinlikleri olarak oluşturulmasıyla STEM bileşenlerinin hepsini uygulayan bir süreçle desteklenebileceğini belirtmişlerdir. Mühendislik tasarım sürecinin eğitimde yer alması ve gerçek yaşam problemlerinin sınıfa taşınması anlaşılması zor olan kavramların uygulamaları ile öğretimde etkili bir rol oynadığı gibi matematiksel modelleme etkinlikleri de STEM entegrasyonunun sağlanmasında bir köprü görevi görmektedir (Kertil ve Gürel, 2016; English ve Mousolides, 2015; Çallı, 2017).



Şekil 7. Tasarlama / Yeniden tasarlama sürecinde her aşamada sorulması gereken sorular (English ve Mousolides, 2015)

Matematiksel modelleme aynı zamanda mühendislik tasarım süreci içinde yer alan çok önemli bir çözümün parçası olup gerçek yaşam durumlarının tanımlanması, varsayımda bulunulması ve kontrol edilebilmesi için paylaşılabılır, düzenlenebilir ve yeniden kullanılabilir kavramsal araçlar oluşturma süreci olarak tanımlanmaktadır (Fan, Yu ve Lin, 2020; Lesh ve Doer, 2003). Bu bağlamda ele alındığında mühendislik tasarım sürecinde matematiksel modellemenin rolü büyük önem taşımaktadır. Model oluşturma etkinlikleri öğrencilerin matematik, bilim ve mühendislik alanlarındaki temel bilgilerini, kısmi bilgilerini ve yanlışlarını ortaya çıkarmak için bir bakış açısı sağlamaktadır (Diefes-Dux, Hjalmarson, Miller ve Lesh, 2008). Model oluşturma etkinliklerinin tanıtıcı makale, hazır oluş soruları, problem durumu ve çözümlerin sunumunu içeren dört temel bileşeni vardır (Bukova ve Güzel, 2016). Makale ve hazır oluş soruları problemin gerçek yaşam durumuna hazırlık yapmayı sağlarken problem durumu ise öğrencilerin grupları ile birine yardımcı olabilmek için problemin çözümüne ilişkin model geliştirmesini içerir. Son olarak ise öğrenciler çözümlerini sunarak çözümlerini revize edebilirler.



Şekil 8. MOE'lerinin temel bileşenleri (Bukova, 2016)

Model oluşturma etkinliklerinin (MOE) sağlaması gereken prensipler vardır ve mühendislik temelli matematiksel model oluşturma etkinlikleri için de bu prensipler revize edilmiştir (Diefes-Dux, Hjalmarson, Miller ve Lesh, 2008).

Tablo 7.4.

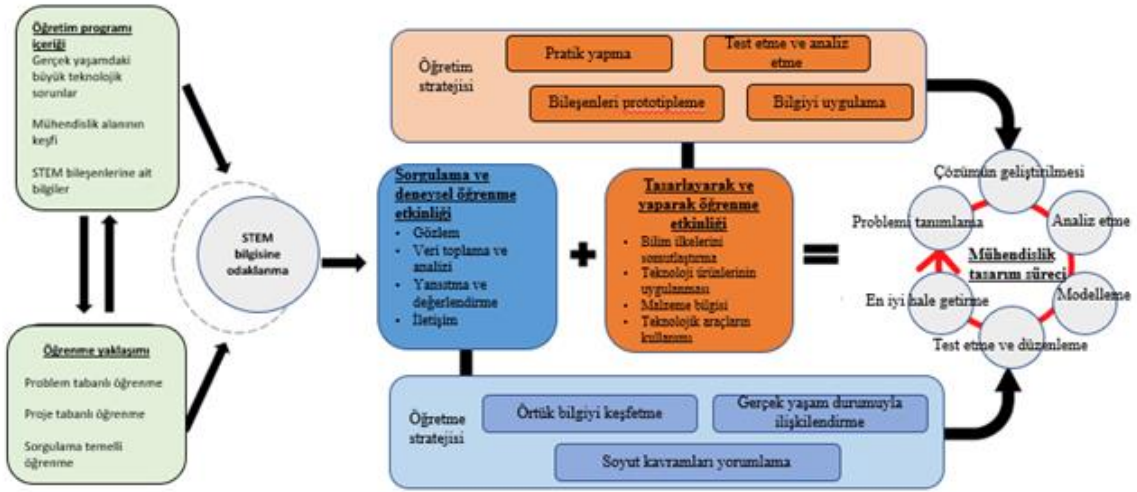
Model oluşturma etkinlikleri prensipleri ve mühendislik sürecinde prensipler

Prensip	Orijinal prensipler	Mühendislik sürecinde prensipler
Gerçeklik prensibi	<p>Problem durumunun gerçek yaşamda karşılaşılabilecek bir durumu içermesidir.</p> <p>“Bu durum gerçek yaşamda gerçekleşebilir mi?” sorusuna cevap verebilmesidir.</p>	<p>MOE'nin gerçekçi bir mühendislik bağlamında olması. Öğrencilerin yardım alan kişinin ihtiyaçları kadar sınırlılıklarını da göz önüne alabilecekleri bir durum içermesidir.</p>
Model oluşturma prensibi	<p>Etkinliğin amacının belirli bir şekilde model oluşturmayı, tanımlamayı, açıklamayı ya da gerekçeli bir şekilde tahmin geliştirmeyi içermesidir.</p>	<p>MOE'nin tasarımının öğrenci takımlarının model oluşturmasını gerektirmesidir. Model çoğunlukla çözümün yapılması için bir yöntem ya da ürün için bir tasarımdır.</p>
Öz değerlendirme prensibi	<p>Problem durumunun alternatif çözümlerin uygun bir şekilde değerlendirilmesine açık olup olmadığıdır. Öğrencilerin problem durumunda çözümlerinin geliştirilebilmesine, genişletilebilmesine ve yeniden gözden geçirebilmesine imkân verebilmesi ile ilgilidir.</p>	<p>MOE öğrencilere bir takım halinde kendi açılarından, yardım ettikleri kişi açısından problemin bulunduğu durumdaki sınırlılık, ihtiyaç ve bilgiler kapsamında modelin değerlendirilmesine imkân sağlamalıdır.</p>
Modeli belgelendirme prensibi	<p>MOE sürecinde öğrencilerin aşamalarda ne düşündüğünü ne yaptığını açıklamalarına izin verebilmesidir.</p>	<p>MOE sırasında öğrenci gruplarının göreve cevabı şeklinde oluşturulan modelin belgelendirilmesinin gerekli olmasıdır. Belgelendirme çoğunlukla yöntemin bir hesap çizelgesi ya da bilgisayar</p>

programı ile birleştirilmesi
şeklindedir.

Model genelleme prensibi (Modelin paylaşılabilirliği ve yeniden kullanılabilirliği)	Geliştirilen modelin sadece geliştiren kişinin geliştirdiği problem durumunda ve belirli bir problem durumunda mı kullanılabilirliğini, başka durumlar için de paylaşılabilir, dönüştürülebilir, kolayca uyarlanabilir ve yeniden kullanılabilir olup olmadığının sorgulanmasıdır.	MOE'nin modelin başkalarıyla paylaşılması (belgelendirmeyi gerektirir) ve başka veri setleri ile de kullanılabilmesi (gerekçelendirmeyi gerektirir). Yardım edilen kişinin ihtiyaçlarının benzer problem durumlarına da uygulanabilir bir model oluşturmayı gerektirmesi.
Etkili prototip prensibi	Elde edilen çözümün yorumlanarak benzer durumlar için de kullanılabilir bir prototip, metafor oluşturması. Çözümün mümkün olduğunca basit olması ile oluşturma sürecinin önemli yönlerinin hatırlanabilmesi.	MOE sonucunda elde edilen çözüm genellenebilir ve dönüştürülebilir bir ürün olmalıdır. Mevcut modelin geliştirilmesi diğer modellerin tasarlanmasına imkân vermeli ve benzer durumlardaki süreçler için bir taslak olarak kullanılabilirmeli.

İyi bir mühendislik tasarım temelli model oluşturma etkinliği için oluşturulan problem bağlamının yukarıdaki tabloda yer alan prensipleri sağlaması gerekmektedir. Model oluşturma etkinlikleri mühendislik temelli öğretimde gerçek yaşam problemlerinin oluşturulması için fen, teknoloji ve matematik alanlarını kapsayan bir ölçüt oluşturulmasını sağlamaktadır (Diefes-Dux, Hjalmarson, Miller ve Lesh, 2008).



Şekil 4. Mühendislik odaklı STEM öğretimi için kavramsal çerçeve (Fan, Yu ve Lin, 2020)

Mühendislik temelli etkinliklerde öğrencilerin matematiğin gerçek yaşam koşullarında nasıl uygulandığını; bilimsel kavramların toplumun iyiliği için tasarım ve teknolojiyi oluştururken kullanımını fark etmeleri sağlanmaktadır (Hudson, English ve Dawes, 2014). Benzer şekilde model oluşturma etkinliklerinin amacı, önemli matematiksel ve bilimsel fikirlerin gerçek yaşam bağlamında öğrencilerin bilgilerini bütüncül bir şekilde açığa çıkararak güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koyabilmektir. Mühendislik temelli model oluşturma etkinlikleri süreci mühendisliğin STEM sürecinde daha sağlıklı bir şekilde yer almasını sağlar. Bu sürecin iyi planlanmaması sonucunda öğrencilerin mühendislik kısmına odaklanarak diğer disiplinleri göz ardı etmeleri mümkündür (English ve King, 2018). STEM bileşenlerinin bütüncül bir şekilde ele alınabilmesi ve bunun önüne geçebilmek için model oluşturma etkinliklerinin mühendislik temelli bir şekilde yapılandırılması yararlı olacaktır.

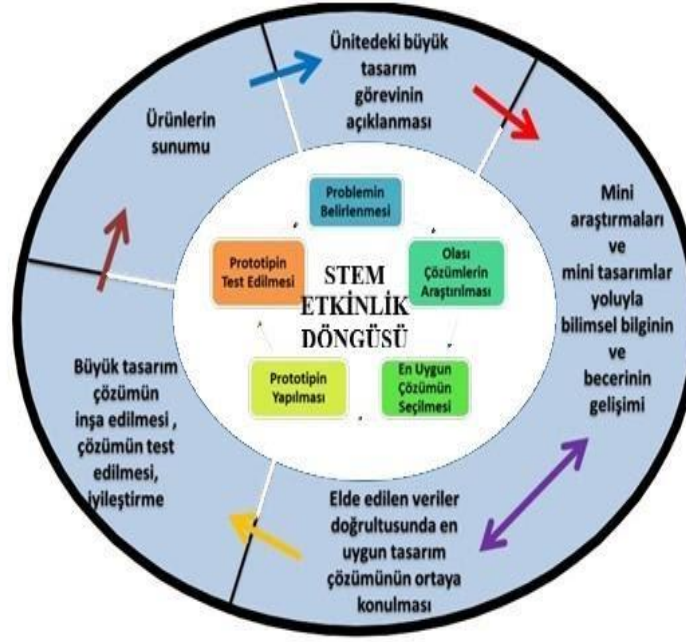
7.4. Scientix Projeleri ve Mühendislik Tasarım Süreci ile İlişkilendirmeler

Scientix Projesi, Avrupa’da STEM eğitimi Scientix Portalı aracılığıyla yaygınlaştırmayı amaçlayan, öğretmenlere, akademisyenlere, yöneticilere, ailelere ve Fen-Matematik eğitimi ile ilgilenen tüm kişilere açık bir projedir (<https://scientix.eba.gov.tr/>). Portalda STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar paylaşılmakta ve yaygınlaştırılmaktadır. Scientix Projeleri sonrasında ürün ortaya çıkması hedeflenmektedir. Mühendislik tasarım süreci ile ürünlerin oluşturulması ve oluşan ürünlerin yaygınlaştırılması, Scientix Portalı kapsamında uluslararası platformda paylaşılması birçok eğitimciye ve öğrencilere ilham veren projeler için ışık olacaktır.

7.4.1. Proje 1: Engelden Kaçan Uzay Robotu

EKUR

Engelden Kaçan Uzay Robotu



STEM Proje Modülü

Birinci Modül (Proje Problemi):

“Uzay araştırmaları için bir ekipte yer aldığınızı hayal ediniz. Ekip olarak uzaya göndereceğiniz bir araç tasarlamak bu ekibin görevidir. En iyi tasarım yapan ekibin projesi hayata geçirilmek üzere firma tarafından maddi olarak desteklenecektir. Görevinizde başarılar dilerim.”

Tasarlayacağınız aracın istenilen özellikleri;

- Uzaya yerleştirilen araç engellerden kurtularak yoluna devam edebilmeli.
- Tasarım için dörder-beşer kişilik gruplar halinde çalışılacaktır.
- Verilen materyal dışında materyal kullanılmayacaktır.
- Kodlama ve yazılım kullanılmayacaktır.
- Uzaktan kumanda kullanılmayacaktır.

-Test için yapılan parkurda tek bir giriş olmalıdır.

Uzay aracı tasarımı planlı şekilde yürütülecek, oluşturulan plan aşama aşama not edilmelidir.

Tasarımın modeli çizilmelidir.

Kullanılan materyaller doğrultusunda yaratıcı ve özgün tasarımlar oluşturulmalıdır.

Engelden Kaçan Uzay Robotu (EKUR) tasarımı için;

-Her çarptığı engelden kurtulmalı

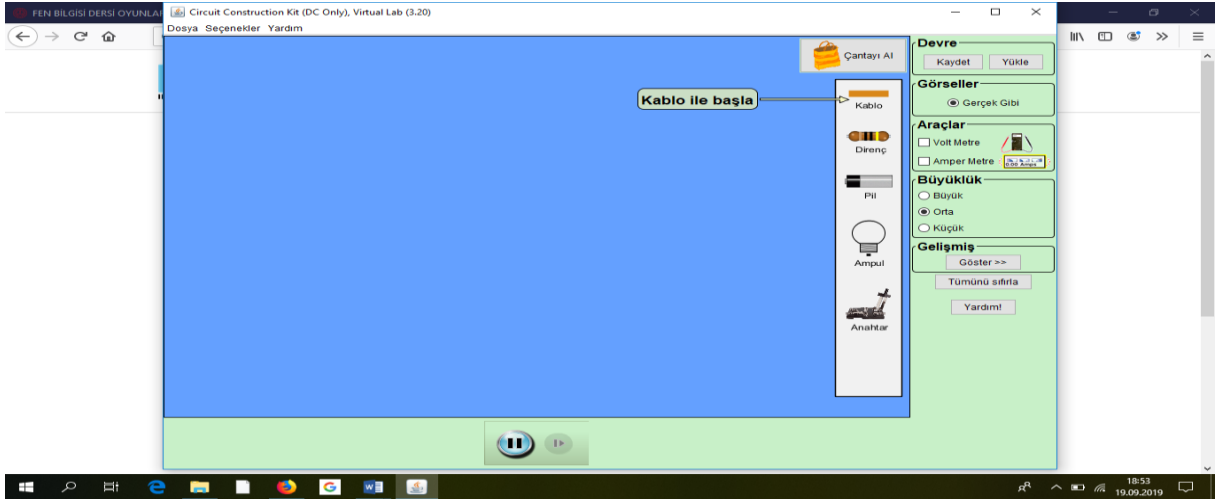
-Robot çalışırken hiçbir şekilde müdahale edilmeden test edilmeli

-Test için yapılan tek girişli parkurdan çıkmalı

Hayalinizdeki robotu çiziniz:

Mini Araştırma:

Bu araştırmada PHET simülasyon dosyası kullanılarak elektrik devresi elemanları ve bağlantıları hakkında bilgi edineceğiz.



Programın kullanılması:

Basit elektrik devresi kurarak devre elemanları ve bağlantılarını hatırlayacağız.

1-Basit elektrik devresi;

Kablo (yeteri kadar), Pil, Ampul, Anahtar kullanarak ampülü yakmaya çalışınız.

Ampulü yaktıysanız ikinci devreye geçiniz.

2-Seri bağlı elektrik devresi;

Kablo (yeteri kadar), Pil, Ampul (2 Adet), Anahtar kullanarak ampulleri yakınız.

Ampulü yaktıysanız üçünü devreye geçiniz.

3-Paralel bağlı elektrik devresi;

Kablo (yeteri kadar), Pil, Ampul (2 Adet), Anahtar kullanarak ampulleri yakınız.

Proje Problemi:

“Uzay araştırmaları için bir ekipte yer aldığınızı hayal ediniz. Ekip olarak uzaya göndereceğiniz bir araç tasarlamak bu ekibin görevidir. En iyi tasarım yapan ekibin projesi hayata geçirilmek üzere firma tarafından maddi olarak desteklenecektir. Görevinizde başarılar dilerim.”

Grup Üyelerinin ad ve soyadları

1-

2-

3-

4-

Mühendisler tasarım problemine yönelik olası çözümleri araştırdıktan sonra en uygun tasarım çözümüne karar verirler. Karar verirken çözümlerinin kriter ve kısıtlamalarını değerlendirerek en uygun çözümü belirlemeye çalışırlar.

Geliştirilen çözüm önerileri tüm beklentileri karşılamayabilir. Bu durumda farklı çözüm önerilerinin istenen özelliklerini bir araya getirerek çözüme ulaşırlar.

Tasarım problemi için geliştirilen çözüm önerilerinde bazı kriterler ve kısıtlamalar birbiri ile çelişebilir (örneğin; ...). Bu durumda en önemli olan kriter ve kısıtlamalar tercih edilmelidir.

Sizler de grubunuzdaki çözüm önerilerindeki kriter ve kısıtlamaları karşılaştırarak en uygun çözümü seçiniz.

Farklı Disiplinlerde STEM Eğitimi Uygulamaları

Grup üyeleri	Grup üyesi 1 çözümü	Grup üyesi 2 çözümü	Grup üyesi 3 çözümü	Grup üyesi 4 çözümü
Kriterler				
Kriter 1				
Kriter 2				
Kriter 3				
Kriter 4				

Grup üyeleri	Grup üyesi 1 çözümü	Grup üyesi 2 çözümü	Grup üyesi 3 çözümü	Grup üyesi 4 çözümü
Sınırlamalar				
Sınırlamalar 1				
Sınırlamalar 2				
Sınırlamalar 3				
Sınırlamalar 4				

Farklı fikirleri hangi yöntem ile geliştireceksiniz? (beyin fırtınası, en saçma fikir bulma, imkansızı öne sürme, tartışma).

Grupta ortaya çıkan tüm fikirler nelerdir?

Proje probleminin çözümüne yönelik grup kararınız nedir? Bu kararı nasıl verdiniz?

Çözüm önerilerinizde beklentiyi karşılamayan oldu mu? Beklentiyi hangi çözüm önerisi ile karşıladınız? Neden? Proje problemi tasarımınızın son halini çiziniz.

Engelden Kaçar Uzay Robotu Parkurunu tasarlamak için;

-Parkurun sadece bir girişi olmalı.

-Robot girişten çıkabilmeli.

-En az engele çarpan robot başarılı sayılacaktır.

-Parkuru Robot en az engele çarpacak şekilde tasarlayınız

Tasarımınızı çiziniz.

EKUR için gerekli malzemeler;

- İki adet oyuncak motor
- İki adet tek kutuplu çift yönlü mandallı (SPDT) anahtar
- Bağlantı kabloları (2 farklı renkte, 2'şer metre)
- Anahtar
- İki adet pil ve bir adet ikili pil yuvası
- Yapıştırıcı (silikon)

- İki adet motor ucu plastik çark
- Lehim takımı
- İki adet 20'şer cm'lik bükülen ve kolay şekil verilen tel
- Sert plastik zemin (2*5cm)

Engelden Kaçan Uzay Robotu

Robot yapımında basit elektrik devresini hatırlamak amacıyla resim yapan robotu tasarlayınız.

Engelden kaçan uzay robotu için gerekli malzemeler;

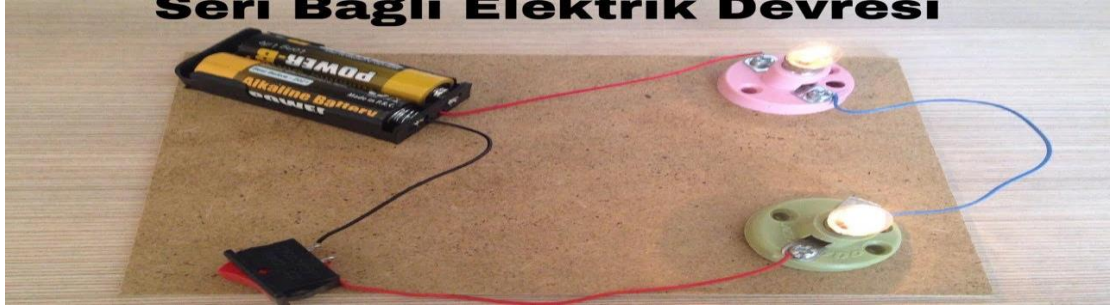
Elektrik malzemeleri	Atık veya kullanılmış malzemeler
<p>-Oyuncak motoru</p> 	<p>-Bükülebilir tel</p> 
<p>-2 adet AA (Kalem) pil</p> 	<p>-Plastik pet şişe kapağı</p> 
<p>-Pil yuvası</p>	<p>-Bant</p>

	
<p>-Farklı renkte 1 metrelik 2 Adet ince bağlantı kablosu</p> 	<p>-Silikon yapıştırıcı</p> 
<p>-Açma kapama anahtarı</p> 	<p>-Lehim makinesi</p> 
<p>-Tek kutuplu çift yönlü mandallı (SPDT) anahtar</p> 	<p>-Sert plastik zemin</p>

NOT: Atık malzemeleri kullanım amacına uygun olanlar ile değiştirebilirsiniz.

Engelden Kaçan Uzay Robotu tasarımı;

1-Oyuncak motoru bağlantı kabloları ile pil yuvasından çıkan kablolara bağlarken **anahtar da** düzeneğe bağlanmalıdır.



2-Oyuncak motoru sert plastik zemin üzerine yerleştirirken **motorların uç kısmı zeminin enine göre dışarı bakacak** şekilde sabitlenmelidir. Sert zemin plastiğin boşta kalan üst kısmına pil yuvası ve anahtar da yerleştirilebilir.



3-Sert zemin plastiğin altına pil yuvası yerleştirilip anahtar ve kabloların bağlantısı tamamlanır.



4- Tek kutuplu çift yönlü mandallı (SPDT) anahtar bağlantıları için paralel bağlı devre bağlantısını kullanınız. Tek yönlü mandalların ucuna şekil alabilen telleri yerleştiriniz.



Soru 1- Tek kutuplu çift yönlü mandallı (SPDT) anahtarların ucuna şekil alabilen telleri yerleştirirken nelere dikkat ettiniz? Bu durum hangi dersiniz ile ilişkilidir?

Soru 2- Tasarımınızı yaparken teknolojiye nasıl yararlandınız?

Soru 3- Tek kutuplu çift yönlü mandallı (SPDT) anahtarın uç kısmına taktığınız tel olmasaydı robotunuz engelden kaçabilir miydi? Deneyelim.

Robotunuza farklı engellerden kaçabilmesi için neler kullanabilirsiniz? Robotunuzun hareket etmesi hangi dersiniz ile ilişkili?

Bilgi Kutusu: Mühendislik; insanların günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri çözmeye sürecidir.

Soru 4- Engelden kaçan uzay robotu tasarımında mühendislik tasarım sürecini nasıl kullandınız?

7.4.2. Proje 2: Çevre dostu ulaşım aracımı tasarlıyorum

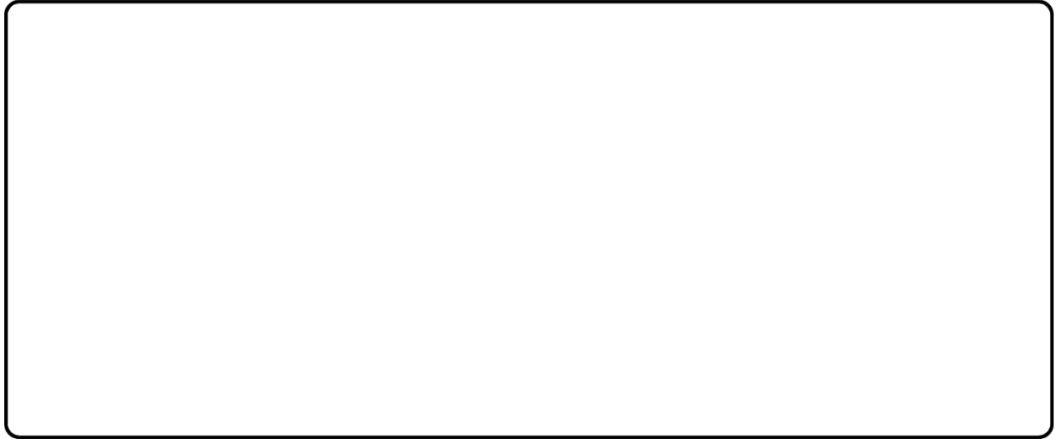
Kentlerde motorlu taşıtların artması sonucunda hava kirliliği artmakta ve bu kirlilik başta sağlığımız olmak üzere hayatımızı kötü yönde etkilemektedir. Kişi başına düşen karbon salınımını azaltmak için şehir içinde motorlu taşıtları yoğun olarak kullanmamak bunlar yerine motorsuz taşıtları tercih etmek uygun bir çözüm olabilir. Motorsuz taşıtların tasarımında şehir içindeki yollar göz önüne alınarak, taşıyabileceği ağırlık, yapıldığı malzeme, tekerleği gibi farklı değişkenlerin göz önüne alınması gerekmektedir.

Motorlu taşıtlar yerine şehir içinde alternatif olarak kullanabileceğimiz bir aracı tasarlamak istersek hangi özelliklere dikkat etmemiz gerekir?

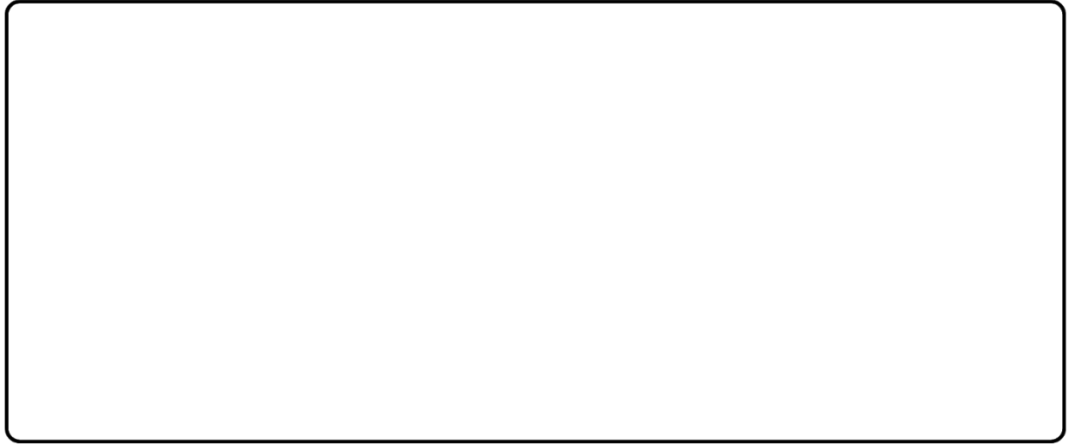
Haydi aracımızı tasarlayalım.



Tasarladığınız aracın hızını etkileyeceğini düşündüğünüz bileşenleri nelerdir?



Tasarladığınız aracın bileşenleri arasındaki ilişkileri test etmek için aracın bir prototipini oluşturunuz.



Tasarlamak istediğiniz aracın bileşenlerinin arasındaki ilişkiyi veren bir matematiksel model oluşturunuz. Bunun için prototipi test ederek bileşenlerin her biri için elde ettiğiniz verilerden yararlanabilirsiniz.

Tasarladığınız aracın matematiksel modelini kullanarak gerçek hayatta bu modelin çalışıp çalışmayacağını test etmek için gerçek verileri modelde doğrulayalım.

7.5. Sonuçlar

21. yüzyıl ile birlikte ivme kazanan teknoloji ile birlikte bireylerin başarıya ulaşabilmesi için sadece bilgiye sahip olmaları yeterli değildir. Bireylerden günlük yaşam problemlerine çözüm bulabilmeleri için; problem çözmek, yaratıcı ve üretici düşünmek, iş birliği yapmak, iletişim kurmak gibi çağın gerektirdiği becerilere sahip olmaları beklenmektedir (Uluyol ve Eryılmaz, 2015). STEM eğitiminde mühendislik tasarım süreci dikkate alındığında bilgiye sahip olmanın yanında bireyler içinde bulunduğu problemlerin farkına varacak ve sahip oldukları bilgileri kullanarak iş birliği ve iletişim halinde problemlere çözümler üreteceklerdir. Bu süreç yapılandırmacı yaklaşımın esas alındığı öğretim programlarındaki öğrenci merkezli eğitim sürecini de desteklemektedir. Bu bölüm boyunca

mühendislik tasarım sürecinin günlük yaşam sorunlarına çözümler üretebilmesi için disiplinlerarası yaklaşım olan STEM eğitimindeki önemi vurgulanmıştır. Mühendislik tasarım süreci aşamalarından olası çözümlerin oluşturulmasında ortaya konulan sınırlamalar ve kriterler oldukça önemlidir. Çünkü bu aşamada belirtilen sınırlama ve kriterler bireylerin beceri kazanmasına katkı sağlamaktadır (Soysal, 2019). Mühendislik tasarım süreci kapsamında hazırlanacak olan STEM etkinliklerinde özellikle sınırlamalar ve kriterlerin iyi bir şekilde planlanması gerekmektedir. Yaratıcı problem çözme teorisi olan TRIZ öğrencilerin hayal güçlerini kullanarak tasarım becerilerinin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. STEM ile birlikte verilecek yaratıcı problem çözme becerisi olan TRZ okullarda mühendisliğin temelini oluşturacaktır. Öğretmenlerimizin de bu beceriyi öğrencilerine aktarması ve yol gösterici olmaları gerekmektedir.

7.6. Kaynaklar

Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*. (Doktora Tezi). YÖK Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No: 366313).

Bukova Güzel, E. (2016). *Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme: Araştırmacılar, Eğitimciler ve Öğrenciler İçin*, Pegem Akademi.

Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86, 84–92

Bybee, R. W. (2010). What is STEM Education Science, 329, 996 doi: 10.1126/science.1194998

Capraro, R. M., & Slough, S. W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why now? An introduction to STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach. In *STEM project-based learning* (pp. 1-5). Brill Sense.

Chute, E. (2009). STEM education is branching out: focus shifts from making science, math accessible to more than just brightest. Pittsburg post-gazette. <http://www.post-gazette.com/news/education/2009/02/10/stem-education-isbranching-out/stories/200902100165>

Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.

Çorlu, M. A., Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Çorlu, M.S. ve Özel, S. (2012). Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (BTMM) eğitimi: disiplinler arası çalışmalar ve etkileşimler. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, Niğde.

Çorlu, M. S. ve Çallı, E. (2017). *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi*. İstanbul: Pusula.

Diefes-Dux, H. A., Hjalmarson, M. A., Miller, T. K., & Lesh, R. (2008). Model-eliciting activities for engineering education. In *Models and modeling in engineering education* (pp. 17-35). Brill Sense.

Dobrusskin C., Baaijens H., "Triz For Schools" Proceedings of the MATRIZ TRIZ fest-2017 International Conference. September 14-16, 2017. Kraków, Poland (pp. 563-569).

English, L. D. & King, D. (2019). STEM integration in sixth grade: Designing and constructing paper bridges. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(5), 863-884.

English, L. D., & Mousoulides, N. G. (2011). Engineering-based modelling experiences in the elementary and middle classroom. In *Models and modeling* (pp. 173-194). Springer, Dordrecht.

English, L. D. & Mousoulides, N. G. (2015). Bridging STEM in a real-world problem. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 20(9), 532-539.

English, L. D., Hudson, P., & Dawes, L. (2013). Engineering-based problem solving in the middle school: Design and construction with simple machines. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 3(2), 5.

Ercan S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: tasarım temelli fen eğitimi*. (Doktora Tezi). YÖK Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No: 372246).

Fan, S. C., Yu, K. C., & Lin, K. Y. (2020). A framework for implementing an engineering-focused STEM curriculum. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-19.

Girgin, D. (2019). 21. Yüzyılın Öğrenme Deneyimi: Öğretmenlerin Tasarım Odaklı Düşünme Eğitimine İlişkin Görüşleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 49(226), 53-91.

Guzey, S. S., Harwell, M., & Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271-279.

Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into high school STEM courses. Publications. Paper 165. Erişim adresi: https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/165

Kertil, M., & Gurel, C. (2016). Mathematical modeling: A bridge to STEM education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 44-55.

Lesh, R. E. & Doerr, H. M. (2003). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R., & Goos, M. (2019). The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM*, 51(6), 869-884.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2006), İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2013), İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2018), İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı (2018). STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabı. http://scientix.meb.gov.tr/images/upload/Event_35/Gallery/STEM%20E%C4%9Fitimi%20%C3%96%C4%9Fretmen%20El%20Kitab%C4%B1.pdf

Morgan, J. R., Moon, A. M., & Barroso, L. R. (2013). Engineering better projects. In *STEM project-based learning* (pp. 29-39). Brill Sense.

Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM), 20. http://www.wytheexcellence.org/media/STEM_Articles.pdf

Purzer, S., Moore, T. J., & Dringenberg, E. (2018). Engineering cognition: a process of knowledge acquisition and application. In *Cognition, Metacognition, And Culture In STEM Education* (s. 167-190). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66659-4_8

Razzouk, R. & Shute, V. (2012). Design thinking and why is it important? *Review of Educational Research*, 82, 330–348.

Saralar-Aras, İ. & Eral, S. H. (2021). Geleceğin Sınıfında Kilit Beceriler. S. H. Eral & İ. Saralar-Aras (Eds.), *Kuramdan Uygulamaya Geleceğin Sınıfını Tasarlama* (s. 25-31). Ankara, Türkiye: Millî Eğitim Bakanlığı D.S.İ./ Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2021_03/15171047_Kitap_final.pdf

Soysal, M. T. (2019). *8. sınıf fen bilimleri dersinde tematik STEM eğitimi: deprem örneği* (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Soysal, M.T. ve Laçın-Şimşek C. (2021). *STEM Eğitimi Uygulamaları I. Mühendislik Temelli STEM Eğitimi Uygulamaları* (s.239-264).

Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). STEM related after-school program activities and associated outcomes on student learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 309-322. doi: 10.12738/estp.2014.1.1876

Uluyol, Ç. & Eryılmaz, S. (2015). 21. yüzyıl Becerileri Işığında FATİH Projesi Değerlendirmesi. Gazi Üniversitesi *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2), 209-229.

Yasak, M. (2017). *Tasarım temelli fen eğitiminde, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamaları; basınç konusu örneği*. (Yüksek Lisans Tezi). YÖK Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No: 470957).

Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/56981>

Wendell, K., Connolly, K., Wright, C., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M. ve Marulcu, I. (2010). AC 2010-863: Poster, Incorporating Engineering Design into Elementary School Science Curricula. <https://ceeo.tufts.edu/documents/conferences/2010kwkcwljcrmbim.pdf>

Schnittka, C., Bell, R., & Richards, L. (2010). Save the penguins: Teaching the science of heat transfer through engineering design. *Science Scope*, 34(3), 82-91.

Zawojewski, J. S., Hjalmarson, M. A., Bowman, K. J., & Lesh, R. (2008). A modeling perspective on learning and teaching in engineering education. In *Models and modeling in engineering education* (pp. 1-15). Brill Sense.

BÖLÜM 8: STEM YAKLAŞIMININ ÖĞRENCİLERE ENERJİ OKURYAZARLIĞI KAZANDIRMADAKİ ETKİSİ

Semra Ayata & Mehmet Yıldız

Bölüm Özeti: Hızla artan dünya nüfusu, sanayide ve teknolojiadaki gelişim daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulmasına sebep olmaktadır. Günlük yaşantımızın her alanında olan enerji ihtiyacı yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Enerjinin sürdürülmesi için toplumun enerji okuryazarı olması gerekir (Karpudewan, Ponniah ve Zain, 2016). Enerji ile ilgili içerik bilgisine sahip, kişisel sorumluluğunu bilen, enerji ile ilgili kavramları davranışa dönüştürülebilen enerji okuryazarı bireyler yetiştirmek, gelecek nesillere bırakacağımız çevre için çok önemlidir. Ancak yapılan birçok araştırmada disiplinler arası ve soyut bir kavram olan enerji kavramının öğrenciler tarafından yeterince anlaşılmadığı, yapılandırılmada en çok zorlandıkları ve kavram karmaşası yaşadıkları bir konu olduğu tespit edilmiştir (Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009; Töman, Çimer, 2016; Çoban, Aktamış, ve Ergin, 2007). Yenilikçi öğretim yaklaşımları incelendiğinde; Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin bir arada olduğu STEM (Science, Technology, Engineering, Math) eğitimi öğrencilere disiplinler arası düşünme becerisi kazandıracak gerçek yaşam problemlerini çözme konusunda fırsatlar sağlar. Öğrencilere öğretilcek konuları bölüm bölüm öğretmek yerine bilgileri yaparak yaşayarak ve problemlere ait çözümler üretecek ürünler tasarlayarak çözümler üretmelerini sağlayan bir uygulamadır (Dugger, 2010). STEM öğrencilere çağın gerektirdiği düşünme, yaratıcılık, iletişim, problem çözme, inovasyon becerileri kazandıracak eğitim ortamlarının sunulduğu etkili bir yaklaşımdır (Akdağ ve Güneş, 2017). Dört başlıktan oluşan bölümde ilk bölüm enerjinin öneminden bahsederken, ikinci bölümde enerji okuryazarlığı tanıtılmış, üçüncü bölümde ise enerjinin eğitimdeki yerine yer verildikten sonra STEM ile enerji okuryazarlığı ilişkilendirilmiştir.

8.1. Enerjinin Önemi

Teknoloji ve sanayi alanındaki hızlı değişim ve gelişim rahat yaşam standartlarına sahip olmamızı sağlarken daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulmasına sebep olmuştur. Enerji ekonomik olarak ülkelerin gelişimini sağlarken sosyal açıdan da insanların yaşam standartları bakımından oldukça önemlidir. Bu duruma bağlı olarak da enerji bütün dünyayı etkileyen bir sorun haline gelmiştir (Güneş, Alat ve Gözüm, 2016). Enerjiye her alanda ihtiyaç varken dünyamızdaki kaynaklar hızla tükenmekte ve kullanılan fosil yakıtlar aynı zamanda çevreye zarar vermektedir. Mevcut enerji kaynaklarının etkin kullanılması gelecek nesillere yaşanabilecek bir dünya bırakabilmek için büyük önem taşımaktadır. Yaşamımızın her alanında yer alan

enerji ihtiyacı yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Yenilenemez enerji kaynaklarının oluşumları, yenilenmeleri çok uzun süre alırken yenilenebilir enerji kaynaklarının ise yenilenmeleri çok daha kısa sürede gerçekleşmektedir. Yenilenemez enerji kaynakları (kömür, doğal gaz ve petrol) çevreye verdikleri zarar ve her geçen gün bitecek olma durumları bilinen bir gerçek olduğu halde yenilenebilir enerji kaynaklarını (güneş, rüzgâr, vb.) verimli kullanmaya yönelik çalışmalar yeterli değildir. 2030 yılına kadar hızlı nüfus artışı ve endüstriyel gelişme nedeniyle enerji ihtiyacının %25 büyümesi beklenmektedir. Ülkemizin de enerji ihtiyacı her geçen yıl artan nüfus, teknolojinin gelişmesi ile artan enerji ihtiyacı ile birlikte artış göstermektedir. Enerji tüketiminin 2030 yılında dünyada %60 olması beklenirken ve ülkemizde hızlı nüfus artışına paralel olarak %100'den daha fazla artacağı belirlenmiştir (Satman, 2007). Ülkemizin enerji politikası incelendiğinde güvenli ve sürdürülebilir bir şekilde enerji ihtiyacının karşılanabilmesine yönelik çalışmalar mevcuttur. Türkiye'de özellikle fosil yakıt alanında ihracata bağımlılığın azaltılması adına yerli ve yenilenebilir enerji politikaları ön plana çıkmaktadır (T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, T. K. Kömür, 2019). Yenilenemez enerji kaynakları olan fosil yakıtlar doğaya zarar vermekle birlikte bilinçli bir şekilde kullanılmadığı zaman çok kısa zamanda tükenmesi söz konusudur. Enerji kaynaklarının korunması ancak enerji kaynaklarının iyi tanınması ve bilinçli bir şekilde tüketilmesine yönelik çalışmaların planlanması ile mümkün olacaktır (deWaters ve Powers, 2011).

8.2. Enerji Okuryazarlığı

Teknolojinin ilerlemesi ile enerji kavramının günlük yaşantıda daha fazla kullanıldığı görülmektedir. Kullanılan araç ve gereçler ile ilgili bilgiye ulaşılırken bilinçli bir şekilde yol izlenilmesi gerekmektedir. Kullandığımız araçların ne kadar verimli olduğunu ve ne kadar elektrik enerjisi tükettiğini sorgulamamız gerekmektedir. 1980'li yıllarda meydana gelen sanayi devriminden sonra teknoloji çok hızlı bir şekilde ilerlemektedir. İnsanlar sürekli yenilenen elektrikli aletlere kısa sürede sahip olmaktadır. Oluşan bu ticari durumda, kullandığımız aletlerin hangisinin ne kadar elektrik tüketimine sebep olduğuna dair yapılan araştırmalar olumsuz durumları vurgulamaktadır. Bu durumlara farkındalık oluşturmak için yapılan araştırmalar sonucunda, bireylerin kullandıkları ve kullanacakları elektrikli aletlerin birim zamandaki elektrik enerjisi tüketimine yeteri kadar dikkat etmedikleri ortaya çıkmaktadır. Önemli olan insanların bir ürünü alırken ürün hakkında Avrupa standartlarına göre eklenen elektrik enerjisi verimliliği tüketimi bilgilerine bakma gerekliliği doğurmaktadır. Bundan dolayı Avrupa Birliğine uygun etiket sistemi kullanılmaya başlanmıştır. Yapılan bu çalışmada amaç bireylerde enerji okuryazarlığına dikkat çekmek ve farkındalık oluşturmaktır. (Brounen, Kok ve Quigley, 2013; Martins, Madaleno ve Dias, 2020). Yapılan araştırmalar sonucunda öğrencilerin akademik gelişimleri için öğretim programları ile ilişkilendirilmesi gerekli olduğundan, enerji ile ilgili çalışmaların yapılması gerekliliğinden ve gelecekte ortaya çıkacak sorunlardan bahsedilmektedir. Enerji okuryazarlığını günlük yaşantımıza entegre edebilmek önemlidir. Ders içeriklerinde sürdürülebilirlikten bahsedildiğinde öğrencilerin, günlük hayatta kullanılan elektrik ile çalışan aletlerin tüketim hesaplamalarına dikkat edeceğini

göstermektedir. Öğrencilerin ders içinde öğrendiklerini ve uyguladıklarını yakın çevresinden başlamak koşulu ile yaşantılarında kullanmaları önem arz etmektedir. Bu durum toplumsal olarak gerçekleştirdiğinde tüketilen enerjinin azaldığını kısa sürede görebiliriz. Endüstri Devriminde kullanılan araçların verimliliğinden bahsedilirken tüketim kısmının önemi vurgulanmakta ve sürekli gelişen teknoloji sayesinde enerji tüketimi toplumsal bir görev haline gelmektedir (Özenir ve Nakıboğlu, 2019). İnsanların bu yönde enerji okuryazarlığı artırılarak bilinçlenmeleri sağlandığında hem yaşadıkları ülke hem de Dünya'nın geleceği için büyük katkı sağlanmış olacaktır.

Enerji okuryazarlığı, enerji ile ilgili içerik bilgisini ve bu bilgileri davranış olarak günlük yaşantıda uygulamayı kapsayan geniş bir terimdir. Enerji okuryazarlığının üç boyutta geliştirilmesi hedeflenir:

- a) Bilişsel: bilgi, bilişsel beceriler
- b) Duyuşsal: tutum, değerler, kişisel sorumluluk
- c) Davranışsal boyut: Enerji ile ilgili kavramları davranışa dönüştürme

Enerji okuryazarlığı ile ilgili öğretim programı geliştirilirken belirtilen üç temel becerinin geliştirilebileceği kazanımları kapsamı gerekmektedir.

DeWaters ve Powers (2013) enerji okuryazarı olan bireyin özelliklerini şöyle sıralamıştır:

- Günlük hayatımızda enerjinin önemini farkında olan ve enerji ile ilgili temel bilgilere sahip olan,
- Enerjinin üretim ve tüketim aşamalarında küresel etkileri konusunda duyarlı olan,
- Enerji ile ilgili bireysel aldığı kararların küresel topluluklar üzerindeki etkilerinin farkında olan,
- Enerji tasarrufunun önemini bilen ve günlük hayatında davranış olarak sergileyen,
- Fosil yakıtların çevre üzerindeki olumsuz etkilerini bilen ve fosil yakıtlara alternatif doğa dostu enerji kaynaklarını tanıyarak kullanmaya özen gösteren,
- Enerji tüketimi ile ilgili bilgilerini günlük yaşamındaki seçimlerine yansıtacak davranış sergileyen ve tutum gösteren,
- Çevresindeki kişileri enerji kullanımı ile ilgili doğru davranışlarda bulunmaları konusunda uyaran ve teşvik eden kişidir.

8.3. Enerjinin Eğitimdeki Yeri

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından düzenlenen öğretim programlarında yer alan amaçlara göre enerji kavramı okul öncesi eğitimini tamamlayan yeterli düzeyde bilişsel, duyuşsal, psikomotor beceri olgunluğuna ulaşan öğrencileri kapsayacak şekilde hazırlanmaktadır. Fen bilimleri dersi içeriğine uygun enerji kavramı yeteri kadar olgunluğa ulaştığı tahmin edilen üçüncü sınıf ve sonraki sınıf seviyelerindeki öğrenciler için planlama dahilinde uygulamaya konulmuştur. Fen bilimleri eğitimi içerisinde öğrencilerin enerji kavramı bilincini oluşturmak merak duygusunun aktif bir şekilde kullanılması ile gerçekleştirilmektedir. Yeteri kadar öğrenme olgunluğuna geldiği düşünülen bireylerde konu kazanımlarının akademik düzeyde anlatımı gerçekleştirilirken ders içi yapılacak etkinliklerin ön planda tutulmasıyla öğrencilerin enerji kavramını somutlaştırması hedeflenmektedir. Soyut olan enerji kavramı ancak ilgili seviyede yer alan öğrencilerin aktif olması ile gerçekleşebilecek bir durum olarak görülmektedir. İlkokul sınıf seviyelerinde yer alan öğrencilerin enerji konu başlıklarına ilgili ve bilinçli bir şekilde yaklaşımları için ilkökul seviyesinden başlanması Enerji okuryazarlığını artırmak için oldukça önem taşımaktadır. Üçüncü sınıf seviyesinde Konu alanı Fiziksel olaylar olan Ünite adı “Çevremizdeki Işık ve Sesler” ünitesinden başlanarak ilgili kazanımların öğrencilere akademik seviyede verilecek şekilde planlandığı görülmektedir. 3. sınıf ünite içeriğinde STEM öncesi etkinliklerin yapılması yeterli olarak görülmektedir (MEB, 2018). 4. sınıf ve sonraki sınıf seviyelerinde yer alan kazanımların sonunda öğrencilerden ürün performansı ortaya konulması istenilmektedir. Hedeflenen sunum ve ürünlerin yılsonu etkinliklerinde paylaşılması fen bilimleri öğretim programında vurgulanmıştır. İlkokul ve ortaokul seviyelerinde soyut olan Enerji kavramı çeşitli etkinlikler kullanılarak daha da anlaşılır bir hale getirildikten sonra orta öğretimde yer alan disiplinlerdeki öğretim programlarında enerji daha kapsamlı ve kolay bir şekilde öğrencilere aktarılabilir (Şekil 8.1). Enerji ile ilgili hazırlanan kazanımlar öğrenciler tarafından benimsenerek öğrencilerin sınıf ya da okul ortamında öğrendiklerini çevreye uygulayabilecek seviyeye gelmeleri hedeflenmektedir. Bu durumun gerçekleşebilmesi enerji okuryazarlığı farkındalığından geçmektedir. Eğitimde öğrenilen kazanımlar sayesinde, bireyselleştirilmiş öğrenme yöntemlerini kullanarak, araştıran ve öğrenen birey, aktif öğrenme ile çevresine karşı daha duyarlı olmaktadır (Bahar ve ark., 2018)

2018 Fen Bilimleri Öğretim Programında Enerji Kavramlarının Yer Aldığı Ünite Adı, Konu			
SINIF	Ünite Adı	Konu / Kavramlar	Süre Ders Saati
3.Sınıf	Elektrikli Araçlar	Isınma amaçlı araç-gereçler, aydınlatma amaçlı araç-gereçler, ev araç-gereçleri	6
	Aydınlatma ve Ses Teknolojileri	Şehir elektriği, akü, pil, batarya	8
	Elektriğin Güvenli Kullanımı	Elektrik çarpması	8
4.Sınıf	Basit Elektrik Devreleri	Devre elemanları, basit elektrik devresi kurulumu	6
	Isı ve Sıcaklık	Isı, sıcaklık, ısı alışverişi	7
5.Sınıf	Devre elemanlarının sembolleri, devre şemaları	Devre Elemanlarının Sembollerle Gösterimi ve Devre Şemaları	8
	Basit Bir Elektrik Devresinde Lamba Parlaklığının Etkileyen Değişkenler	Pil sayısı, lamba sayısı	8
6.Sınıf	Yakıtlar	Katı yakıtlar, sıvı yakıtlar, gaz yakıtlar, yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları	6
	Sesin Sürati	Sesin sürati, ses enerjisi	4
	Elektriksel Direnç ve Bağlı Olduğu Faktörler	Elektriksel direnç, elektriksel direncin bağlı olduğu faktörler (kesit alanı, uzunluk, iletkenin cinsi)	8
7.Sınıf	Kuvvet, İş ve Enerji İlişkisi	Fiziksel iş, kinetik enerji, çekim potansiyel enerjisi, esneklik potansiyel enerjisi	6
	Enerji Dönüşümleri	Enerjinin korunumu, sürtünme ile kinetik enerji kaybı, hava ve su direnci	8
	Ampullerin Bağlanma Şekilleri	Seri bağlama, paralel bağlama, elektrik akımı, gerilim	8
8.Sınıf	Elektrik Enerjisinin Dönüşümü	Elektrik enerjisinin bilinçli ve tasarruflu kullanımı ve elektrik enerjisinin hareket enerjisine, güç santralleri, elektrik enerjisinin ısı ve ışık enerjisine dönüşümü, hareket enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümü	10

Şekil 8.1. 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programında Enerji Kavramları (MEB, 2018)

8.4. STEM ile Enerji Okuryazarlığı

Bütün Dünya ülkeleri için problem teşkil eden enerji sorununun çözümü için enerji kaynaklarının doğru ve verimli kullanılmasına yönelik etkili eğitimin önemi büyüktür (Güneş, Alat ve Gözüm, 2013). Disiplinler arası bir kavram olan enerji, fen ve teknoloji dersi programında birçok konuda yer almaktadır. Enerji, öğrencilerin öğrenirken zorlandığı kavramlardan birisidir (Ponikvar ve Planinsic, 2008). Öğrencinin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerini kapsayan etkili bir eğitim yöntemi kullanılması akademik öğretimin kalıcılığının sağlanmasında önem arz etmektedir. (deWaters ve Powers, 2011). Enerji okuryazarlığı, günlük hayatımızda enerji ile ilgili problemlerden ortaya çıkmış bir kavramdır. Enerji ile ilgili problemlerin çözümüne yönelik eğitim yaklaşımları ile enerji okuryazarlığı öğrencilerde kalıcı öğrenme davranışına dönüşebilir. MEB (2018) tarafından yayınlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Program kitabında; öğrencilerin enerji kaynaklarını tanıma ve enerji kaynaklarının tasarruflu kullanımı ile ilgili kazanımlar mevcuttur. Bu kazanımların tutum ve davranışa dönüşebilmesi ancak öğrencilerin yaparak yaşayarak deneyimledikleri öğrenmeler ile kalıcı hale gelebilecektir. Enerji hayatımızın her alanında karşımızdadır; sözel bir anlatım yerine öğrencilerin sorunu araştırarak, yaparak yaşayarak ve problemlere çözüm üreterek, yeni ürünler meydana getirebilecekleri bir öğretim programıyla daha kalıcı davranışa dönüşecektir. Enerji, dikkatli ve ilgili adımlar kullanılmadığında, çevre ve toplum için büyük bir problem oluşturabilecektir. Enerji konusunun sadece bir bilgi olarak değil, öğrencilere problem çözebilme becerilerini geliştirebilecek, teknoloji kullanabilecekleri ve öğrendiklerini günlük hayata aktarabilecekleri bir eğitimle verilmesi gerekmektedir.

Dünyada ve ülkemizde enerji sorunlarını ve bu sorunların azaltılması için neler yapabileceklerini genç nesillerin bilmesi önemlidir. Enerji okuryazarlığı, enerji krizini çözmek amacıyla halkın tutumlarını, inançlarını ve davranışlarını olumlu yönde değiştirmek ve halkı bilinçlendirmek amacıyla ortaya çıkmıştır (deWaters ve Powers, 2008). Enerji okuryazarlığı planlı davranış değiştirme teorisine dayanmaktadır (Ajzen ve Fishbein, 1976).

Öğrencileri enerjinin tarihsel gelişimi hakkında bilgilendirmek, enerjinin verimli kullanımı ve yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları hakkında daha fazla yapıcı bilgiye sahip olmalarını sağlayarak, toplumda farkındalığı yüksek, enerjiyi her yönüyle tanıyan ve bunu günlük yaşamda kullanabilen, enerji okuryazarı bireylerin artmasını sağlamak, sürdürülebilir bir dünya için önemlidir. Enerji okuryazarlığı; Bireyin enerjiyi tanıması, enerji kullanımı konusunda bilinçli davranışlar sergilemesi, günlük yaşamında buna uygun davranması, çevreye karşı sorumluluklarını bilen bilinçli ve duyarlı olması demektir. İlkokul ve ortaokul fen bilimleri öğretim programlarında yer alan enerji kavramı, disiplinler arası bir kavramdır. Fen bilimleri içinde bulunan çoğu kavramın da enerji kavramı ile bağlantısı bulunmaktadır. Enerji, soyut bir kavram olduğu için öğrenciler tarafından somutlaştırılması oldukça zor olmaktadır (Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009). Enerji kavramının öğrenilmesi ve öğretilmesi ile ilgili yapılan araştırmalarda öğrencilerin enerji kavramı ile ilgili kavram karmaşası yaşadıkları ve enerji konusu içinde bulunan kavramların geleneksel yaklaşımlarla

öğretilmesi ve geliştirilmesinde yetersiz olduğu tespit edilmiştir (Papadouris, Constantinou ve Kyratsi, 2008).

Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin iç içe geçtiği STEM yaklaşımı, öğrencilere disiplinler arası düşünme becerisi kazandırması ile gerçek yaşam problemlerini çözme konusunda fırsatlar sağlar. Öğrencilere öğretilen konuları bölüm bölüm öğretmek yerine bilgileri yaparak yaşayarak ve problemlere ait çözümler üretecek ürünler tasarlayarak çözümler üretmelerini sağlayan bir uygulamadır (Dugger, 2010). STEM öğrencilere çağın gerektirdiği, onlara düşünme, yaratıcılık, iletişim, problem çözme, inovasyon becerileri kazandıracak eğitim ortamlarının sunulduğu etkili bir yaklaşımdır (Akdağ ve Güneş, 2017). Tüm bu unsurlar enerji nedeniyle oluşan sorunlara çözüm arayışı ile birlikte enerji kavramını somutlaştırmak ve enerji okuryazarlığını artırmak amacıyla STEM etkinlikleri derslerde kullanılabilir.

STEM ile enerji okuryazarlığının ilişkilendirilmesi örneği şu şekilde olabilir. Pedagojik uygulama olarak, Sorgulamaya dayalı öğrenme, Probleme dayalı öğrenme kullanarak, Gereksiz elektrik enerji tüketiminin azalması için bir çalışma yapabiliriz. Burada Gerçek problem, “Elektrik enerjisinin maliyeti nasıl azaltılır?” dır ve bu problem Fen, Matematik, Mühendislik alanları ile ilişkilidir. Eğitimin yapılışı ise şu şekilde özetlenebilir. STEM yaklaşımı öğrencilerin problem çözme odaklı ve yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağlayan bir yaklaşımdır. Öğrenciler enerji kaynaklarına yönelik daha kalıcı ve kapsamlı günlük hayatlarına entegre edebilecekleri bilgiler edineceklerdir. Fen bilimleri öğretim programlarında öğrencilere uygun kazanımlar planlanmıştır. Planlanan bu kazanımlardan yola çıkarak problemlerin belirlenmesinde sınıflarda meydana gelen enerji kayıplarından yola çıkılabilir. Bunlar, öğrencilerin dikkatini çekmekte farkındalık oluşturabilmektedir. Sınıfta yanan ampullerin tüm sınıflar ve okul olarak düşünülerek hesaplaması yapılabilir ya da aylık ortaya çıkan elektrik faturalarından belirli bir zaman diliminde ölçüm sonuçları raporlaştırılarak veriler toplanabilir. Verilerin toplanması öğrencilerde somutlaştırılmasını sağlayarak problemi daha iyi anlamlandırmaları sağlanmış olacaktır. “Sınıflarda ya da okulda nasıl bir uygulama yaparak çıkan maliyeti azaltabiliriz?” problem sorusu ile öğrenciler enerjiyi tüketen kaynakları araştırmaya yönlendirilecektir. Öğrenciler probleme dayalı öğrenmeyi matematik hesaplamalarının yanında teknolojinin getirdiği yenilikler ve enerji alanındaki gelişmelerden haberdar olarak ilgi alanlarına göre yenilik getiren enerji kaynaklarını araştırma fırsatı bulacaklardır. Kendilerine özgün geliştirdikleri “Sınıflarda yer alan ampul sayısı azaltıldığında enerji tasarrufu sağlanmaktadır.” hipotez cümlesini oluşturarak prizlerden bir kısmını iptal etme uygulamasına göre hangi ampuller devre dışı bırakılırsa sınıf içi aydınlık olma durumu daha az etkileyebileceğini ilgili sorgulama temelli öğrenme ile problem sorunu destekleyerek çözüm arayışına gireceklerdir. Öğrenciler gerekli aşamaları gerçekleştirdikten sonra okulun aylık faturalarında ne kadar farklılık olduğunu anlamak için yapılan ön inceleme verilerini ve son gözlem verilerini karşılaştırma olanağı bulacaklardır. Enerji okuryazarlığının önemi öğrenciler tarafından kalıcı bir şekilde öğrenilmiş olacaktır.

8.5. Sonuçlar

Gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakabilmek ancak enerji kaynaklarını tanıyan, çevreye etkilerini bilen, günlük yaşamında enerji tasarrufu konusunda duyarlı olan bireyler yetiştirmek ile mümkün olacaktır. Enerji sadece bilimle ilgili değil, aynı zamanda insanların günlük yaşamlarıyla, ekonomik ve sosyal konularla da ilgilidir. Enerji okuryazarlığının alt boyutlarında, bilişsel bilginin yanı sıra tutum ve davranışsal alanlar da yer almaktadır. Enerji okuryazarlığına sahip kişilerden, bilgilerine ve tutumlarına göre sorumluluk duygusuna sahip performans göstermeleri istenmektedir. Öğrenciler enerji ile ilgili öğrendiklerini davranış ve beceriye dönüştürdükleri zaman enerji okuryazarlığı becerisine sahip bireyler yetişmiş olacaktır.

Bireylerin okullardaki eğitim öğretim programları ile öğrendiklerini sosyal yaşamları ile ilişkilendirmelerini sağlayan problem çözme odaklı yaklaşım olan STEM yaklaşımının, öğretim programına entegre edilerek, enerji okuryazarlığı alt boyutları olan bilişsel, duyuşsal, davranışsal boyutları ile öğrencilere kalıcı öğrenme sağlanabilir. Ayrıca STEM yaklaşımı ile öğrencilerle enerji ile ilgili problemlere çözüm üretebilecekleri çalışmalar yapılarak, enerji sorunlarının farkına varmaları hedeflenebilir ve günlük yaşamlarında daha farkındalıklı davranabilirler.

Yapılan literatür tarama sonuçlarına göre öğrencilerin enerji ile ilgili kavram yanılgıları olduğu, davranış ve tutum geliştirmekte zorlandıkları tespit edilmiştir. STEM yaklaşımının öğrencilerin günlük hayat problemlerine çözüm bulmaları ve davranış geliştirmede etkili olduğu yapılan çalışmaların sonuçlarında toplanan verilere göre incelenmiştir. STEM yaklaşımı ve enerji okuryazarlığına yönelik çalışmaların öğretim programına entegre edilmesi yoluyla öğrencilerin enerji okuryazarı olmaları desteklenebilir. Enerji okuryazarı olmak için çaba gösteren bireyler öğrendikleri kazanımları çevrelerine aktarmakta zorlanmadan istenilen sonuçlara ulaşılabilir. Süreç ve sonuçta yapılan değerlendirmelere göre geliştirilen öğretim programlarının öğrencileri istenilen hedefe ulaştırabilecek şekilde düzenlendiğini göstermektedir. Literatür taramasında Enerji kavramı ve enerji okuryazarlığı ile ilgili aşağıdaki araştırmaların sonuçlarına ulaşılmıştır;

- Akdağ ve Güneş (1995), Fen lisesinde 9. sınıfta öğrenim gören 30 kişilik erkek ve kız öğrenci grubundan oluşan ve bir öğretmen kapsamında gerçekleştirilen çalışmada, STEM uygulamaları ile enerji ünitesine yönelik etkinlikler uygulamışlar ve STEM etkinliklerinin enerji ünitesiyle ilgili bilgilerin öğrenilmesinde öğrencilere katkı sağladığını tespit etmişlerdir.
- Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez (2009) çalışmaları sonucunda Ortaokul öğrencilerinin enerji ve enerji ile ilgili kavramları zihinlerinde yapılandırmakta zorlandıkları sonucuna varmıştır. Bu sonucu destekler nitelikte yapılan bir çalışmada da farklı kademelerde öğrenim gören öğrencilere yönelik yapılan çalışmada enerji kavramının anlaşılmadığı

ve kavram yanlışlarının olduğu tespit edilmiştir (Çakırlar, 2015; Töman, Odabaşı ve Çimer, 2012; Yıldırım, 2016).

- Karpudewan, Ponniah ve Zain (2016), Ortaokul öğrencilerine yönelik gerçekleştirdikleri yarı deneysel çalışmada, proje tabanlı yaklaşımın enerji öğretiminde bilgi, tutum, davranış ve enerji ile ilgili algılarındaki değişimi ölçmüşlerdir. Araştırma sonucunda; proje tabanlı planların uygulandığı öğrencilerin, geleneksel yöntemlerin uygulandığı öğrencilere göre enerji okuryazarlığında önemli ölçüde gelişme gösterdiği sonucuna varmışlardır.
- Mustain ve Herlina (2019), Denizcilik Mesleki Eğitiminde Enerji Okuryazarlığının geliştirilmesinde STEM yaklaşımının etkisini ölçmek amaçlı yarı deneysel yöntem kullanmışlardır. Araştırma sonuçlarında öğrencilerin bilişsel olarak gelişiminde küçük bir anlamlı fark var iken enerji kaynaklarına karşı tutum ve günlük yaşamlarında enerji tasarrufuna yönelik davranışlarında büyük bir anlamlı fark olduğu sonucuna ulaşmışlardır.
- Boz ve Görgülü (2021), yaptıkları araştırmada “Enerji Eğitimi ve Enerji Okuryazarlığı Konusunda Öğretmen Görüşleri” başlıklı araştırma gerçekleştirmişlerdir. Yapılan araştırmada öğrencilerde yeteri düzeyde enerji okuryazarlığı olduğu verilerine ulaşmak için belirli sayıdaki fizik, kimya ve biyoloji öğretmenleriyle görüşme formunun doldurulması sağlanmıştır. Yapılan araştırma sonrasında fizik ve kimya öğretmenlerinde enerji okuryazarlığının daha dikkatli bir şekilde kullanıldığı tespit edilirken biyoloji branşında yer alan öğretmenler için bazı olumlu önerilerde bulunulduğundan bahsedilmiştir.

8.6. Kaynaklar

Akdağ, F. T. ve Güneş, T. (2015). Enerji konusunda yapılan STEM uygulamaları ile ilgili Fen Lisesi öğrenci ve öğretmen görüşleri. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(5), 1643-1656.

Bahar, M, Yener, D, Yılmaz, M, Emen, H. ve Gürer, F. (2018). 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı Kazanımlarındaki Değişimler ve Fen Teknoloji Matematik Mühendislik (STEM) Entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 702-735. DOI: 10.17240/aibuefd.2018..-412111

Brounen, D., Kok, N., & Quigley, J. M. (2013). Energy literacy, awareness, and conservation behavior of residential households. *Energy Economics*, 42-50.

Boz, V., & Görgülü, A. A. (2021). Teachers Views About Energy Education and Energy Literacy. *IBAD Journal of Social Sciences*, (11), 93-110

Çakırlar E. (2015). *Ortaöğretim öğrencilerinin yenilenebilir enerji kaynakları konusundaki farkındalık düzeylerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 394830)

Çoban, G. Ü., Aktamış, H. ve Ergin, Ö. (2007). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Enerjiyle İlgili Görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 175-184.

deWaters, J., & Powers, S. (2008, October). Energy literacy among middle and high school youth. In *2008 38th Annual Frontiers in Education Conference* (pp. T2F-6). IEEE.

deWaters, J., & Powers, S. (2013). Establishing measurement criteria for an energy literacy questionnaire. *The Journal of Environmental Education*, 44(1), 38-55.

Dugger, W. E. (2010, December). Evolution of STEM in the United States. In the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research'nda sunulmuş bildiri, Gold Coast, Queensland, Australia.

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1976). Misconceptions about the Fishbein model: Reflections on a study by Songer-Nocks. *Journal of Experimental Social Psychology*, 12(6), 579-584.

Güneş, T., Alat, K. ve Gözüm, A. İ. C., (2013). Fen öğretmeni adaylarına yönelik yenilenebilir enerji kaynakları tutum ölçeği: Geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 269-289.

Karpudewan, M., Ponniah, J., & Zain, A. N. M. (2016). Project-based learning: An approach to promote energy literacy among secondary school students. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 25(2), 229-237.

Martins, A., Madaleno, M., & Dias, M. F. (2020). Energy literacy: What is out there to know? *Energy Reports*, 454-459, Doi: 10.1016/j.egy.2019.09.007.

Mustain, I., & Herlina, Y. (2019). STEM for establishing energy literacy in maritime vocational education. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 8(2), 131-140.

MEB. (2018). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Özenir, İ., & Nakıboğlu, G. (2019). The role of industry 4.0 in sustainable manufacturing. *Business & Management Studies: An International Journal*, 7(5), 2248-2281. Doi:10.15295/bmij.v7i5.1197.

Papadouris, N., Constantinou, C. P., & Kyratsi, T. (2008). Students' use of the energy model to account for changes in physical systems. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(4), 444-469.

Ponikvar, D., & Planinsic, G. (2008). Conservation of mechanical and electric energy: simple experimental verification. *European Journal of Physics*, 30(1), 47.

Satman, A. (2007). Türkiye'nin enerji vizyonu. VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 18, 3.

Töman, U. ve Çimer, S. O. (2016). Enerji Kavramının Farklı Öğrenim Seviyelerinde Öğrenilme Durumunun Araştırılması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 31-43.

Yürümezoğlu, K., Ayaz, S., & Çökelez, A. (2009). Grade 7-9 students' perceptions of energy and related concepts. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 52-73.

BÖLÜM 9: MÜFREDATA STEM ENTEGRASYONU VE STEM KARIYERLERİ

Betül ESEN, Fatma AVCI, Gökhan ARIKAN, Meryem KARAGÖZ,

Öznur DEMİRCAN, Pınar ARISOY, Salim AÇIKGÖZ & Zeynep KALINCI

Bölüm Özeti: Günümüz toplumlarında 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirebilmek için disiplinler arası eğitime ihtiyaç vardır. Bu amaca STEM eğitiminin müfredata entegrasyonu ile ulaşılabilir. STEM eğitimi hem ülkemizde hem de dünyanın birçok ülkesinde müfredata dahil edilmektedir. Müfredata STEM entegrasyonu bölümünde STEM eğitimi tanımlanmış, STEM eğitiminin müfredata entegrasyonunun önemi vurgulanmış ve entegrasyon sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar detaylı şekilde açıklanmıştır. Avrupa Birliği ülkelerinde, Amerika Birleşik Devletleri'nde ve dünyanın çeşitli ülkelerinde STEM eğitimi müfredat entegrasyonu incelenmiştir. Türkiye'deki müfredat entegrasyonu çalışmaları hakkında bilgiler verilmiştir. STEM kariyerleri tanıtımı, STEM kariyerleri seçmenin önemi ve öğrencilere aktarılması konusu önemle vurgulanmıştır. Bu entegrasyon çalışmaları STEM eğitimi verebilecek öğretmenlerin yetiştirilmesi, okulların STEM eğitimine olanak sağlayacak donanımlara sahip olması, öğrencilerin yaş grupları, kariyer planları ve sosyal çevre algıları gibi birçok kriter göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Günümüzde ve gelecekte istihdam alanlarında STEM becerilerine sahip bireyler aranmaktadır.

9.1. Giriş

Yirmi birinci yüzyılın ilk çeyreğinin son yıllarına yaklaştığımız günümüzde, sanayideki dördüncü büyük kırılmanın da etkisiyle şekillenen bilimsel ve teknolojik gelişmeler, yaşamın tüm alanlarında olduğu gibi eğitim alanını da etkilemektedir. Bu etkinin sonuçlarından biri olarak karşımıza çıkan STEM eğitim yaklaşımı; öğrenenlerin sorgulayan, problem çözebilen, eleştirel düşünebilen, yaratıcı bireyler olarak yetiştirilmesini sağlarken aynı zamanda bilim okuryazarı, matematik okuryazarı ve dijital okuryazarı olmalarını da sağlamaktadır. Bununla beraber STEM eğitimi, ülkelerin ekonomilerinin gelişmesi, toplumun yaşam standartlarını yükseltmesi, yeni iş sahaları oluşturması ve gelecek kuşaklara istihdam sağlayacak iş olanaklarını sunması sebebiyle içinde bulunduğumuz yüzyılda önemini daha da arttırmaktadır (Landivar, 2013). STEM eğitimi ile iş piyasasının ihtiyaç duyduğu becerileri kazanan bireyler, inovasyon ve yeniliklere açık, çalışma ortamlarının beklentilerini karşılayabilen bireyler olarak ekonomik büyümede kilit rol taşımaktadırlar (TÜSİAD, 2017). Bu nedenle STEM yaklaşımı,

okul ve iş piyasası bağlantısını sağlayarak eğitim süreçlerinde etkin bir şekilde kullanımını bir gereklilik olarak ortaya çıkarmaktadır.

OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) tarafından gerçekleştirilen PISA (Programme for International Student Assessment - Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı) ve IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement - Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu) tarafından gerçekleştirilen TIMMS (Trends in International Mathematics and Science Study - Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması) sınavlarında alınan sonuçlar da ülkelerin STEM eğitim yaklaşımına yönelmelerinde etkili olmaktadır. Bu sınavlar, eğitim sistemlerindeki bireylerin matematik, bilim, okuma- anlama becerilerinin çok yönlü araştırılmasını sağlamakta ve sonuçta ülkelerin eğitim standartları ve gelişimleri açısından veriler ortaya koymaktadır. Fen ve matematik gibi STEM disiplinlerini kapsayan bu sınavlardaki ülke sıralamaları önemli bir gösterge durumuna gelmektedir. Ülkeler bu alanlara yönelik ilgiyi artırmak için eğitim programlarında değişikliklere gitmek durumunda kalmaktadırlar (Çepni, 2017).

9.2. Müfredata STEM Entegrasyonu

Günümüzün önemli bir eğitim yaklaşımı olan STEM; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bir araya getirilmesiyle okul öncesinden yükseköğretime kadar disiplinler arası yaklaşımla bireylerin problemleri tespit etmesini sağlar. Bu problemlere gerçekçi çözümler üretmek için de disiplinler bir bütün olarak verilmelidir.

STEM eğitimi ve öğretiminin kuramsal (teorik) taslağının bütünleşmesi öğretim programı ile sağlanır (Drake ve Burns, 2004). Alanyazın taramasında öğretim programlarının bütünleştirilmesinde izlenen yol ve bütünleşmenin derecesini tanımlamak için çok disiplinli (multidisciplinary), disiplinler arası (interdisciplinary) ve disiplinler üstü (transdisciplinary) olmak üzere üç yaklaşım ortaya çıkmaktadır. Bu durum bize disiplinlerin bütünleşme düzeyinin ayrı disiplinlerden başlayarak çok disiplinli, disiplinler arası ve disiplinler üstüne doğru yükselen bir seviyede tanımlandığını göstermektedir. Yıldırım'ın (2018a) çalışmasında belirttiği gibi STEM eğitiminde en çok kullanılan öğretim yöntem ve stratejileri proje tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, bağlam temelli öğrenme, argümantasyon tabanlı öğrenme ve 5E öğrenme modelidir (Capraro, Capraro ve Morgan, 2013; Dass, 2015; Han, Capraro ve Capraro, 2014). STEM uygulayıcıları olan öğretmenlerimizin STEM eğitim yaklaşımının müfredata entegrasyonu için bu bütünlük STEM eğitim modellerini ve öğretim yöntem ve stratejilerini bilmesi çok önemlidir.

Vasquez, Sneider ve Corner (2013), Bütünlük STEM eğitim modellerinde içeriklerin STEM öğretim programına entegre edilmesinde izlenecek yolu; disiplinler, çok disiplinli (multidisciplinary), disiplinler arası (interdisciplinary) ve disiplinler üstü (transdisciplinary) olmak üzere şu şekilde açıklamıştır; Disipliner STEM'de kavram ve beceriler her disiplinde ayrı olarak öğrenilmektedir. Çoklu Disipliner (Multi) STEM'de kavramlar ve beceriler, her disiplinde ayrı ayrı olarak ancak bir tema içinde verilerek öğrenilir. Disiplinlerarası (Inter)

STEM’de ise bilgi ve beceriler derinleşmek amacıyla iki veya daha fazla disiplinden yakın kavramlara ve becerilere yer verilerek öğrenilir ve Disiplinler üstü (transdisciplinary) STEM ile de iki veya daha fazla disiplinden öğrenilen bilgi ve beceriler, gerçek dünyadaki sorunlara ve projelere uygulanarak öğrenilir. Öğretmenlerimiz ve okul idarecilerimiz, Millî Eğitim Bakanlığı YEĞİTEK (Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü) tarafından 2017 yılında yayımlanan STEM Eğitim Öğretmen El Kitabı’ndan yol haritası olarak yararlanabilir.

9.2.1. Müfredata STEM Entegre Etmenin Önemi

Her ülke dünya üzerinde söz sahibi güçlü bir ülke olmayı hedefler. Bu hedef doğrultusunda halkı, benimsediği eğitim sistemi içinde yetiştirir. Güçlü bir ülke olabilmenin yolu ekonomik güçten, güçlü ekonominin yolu ise hiç kuşkusuz bilim ve teknolojiye geçmektedir. Bu nedenle ülkeler eğitim sistemlerinin önemli bir parçası olan müfredatlarında bilim ve teknolojiyi en iyi şekilde öğretecek yaklaşımlara yer vermelidir. Bu doğrultuda bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bir araya getiren STEM’in müfredat programlarına entegre edilmesi faydalı olacaktır (Akgündüz, Ertepinar, Ger, Sayı Kaplan ve Türk, 2015).

21. Yüzyıl başlarına kadar okullarda disiplinler birbirinden bağımsız olarak ayrı şekilde verilmiştir. Bu durumun olumsuz yanları zamanla ortaya çıkmıştır (Yıldırım, 2018b). Oysaki günümüz insanlığı artık kanser, küresel ısınma, makine-insan ilişkileri gibi dinamik ve karmaşık problemlerle iç içedir. Bu problemlerin karmaşıklığı, problemin çözümü için farklı disiplinlerde uzman bireylerin ortak çalışmalarını gerektirmektedir (Çorlu ve Çallı, 2017). Eğer çocuklarımızı gerçek hayata hazırlamak istiyorsak onları bu tip karmaşık problemleri çözebilen, iş birliğine açık, eleştirel düşünebilen bireyler olmaları yönünde eğitmemiz gerekir. STEM yaklaşımı tam da bu noktada destekleyici bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. STEM konusundaki ulusal ve uluslararası literatürün büyük kısmı, STEM bazlı etkinliklerin öğrencilerde çok farklı yetkinlik ve becerilerin gelişmesine olanak sağladığını ortaya koymaktadır (bkz., Bahar, Yener, Yılmaz, Emen ve Gürer, 2018). Bu nedenle farklı disiplinleri bütünleştiren STEM yaklaşımının müfredata entegre edilmesi faydalı olacaktır. Entegrasyon, öğretmenlerin kendi konu alanlarındaki veya disiplinlerindeki temel kavramları, ilkeleri, genellemeleri ve teorileri göstermek için çeşitli disiplinlerden ve kültürlerden örnekleri, verileri ve bilgileri ne ölçüde kullandığı ile ilgilenmektedir (Banks, 1993). Entegrasyon yani farklı disiplinleri bir araya getirmek zor ve karmaşık bir süreçtir (Yıldırım, 2018b). Ancak zor olsa da fen ve matematiğin farklı disiplinler ile entegrasyonu öğrencinin daha gerçeğe dayalı bir öğrenme deneyimi yaşamasını ve dünyamızdan anlam çıkarmasını sağlar (Davison, Miller ve Metheny, 1995).

Tüm bunların yanı sıra STEM’in müfredata entegrasyonu ile K-12 sınıflarında mühendislik eğitiminin yer alması bilim, teknoloji ve mühendisliğin geleceği üzerinde olumlu etkiler yaratacaktır (National Academy of Engineering, 2009). Zaten eğitimciler, müfredat tasarımcıları ve eğitim araştırmacıları ‘eğitimde tasarımın’ faydalarını uzun zamandır ifade etmektedir. (Brophy, Klein, Portsmore, ve Rogers, 2008). Bu nedenle mühendislik tasarım

süreçleri izleyerek sonunda tasarım yapmayı da barındıran STEM yaklaşımının müfredata entegrasyonu olumlu sonuçlar doğuracaktır.

Günümüzde birçok ülke STEM eğitimini önemsemekte ve müfredatlarına STEM'i dahil etmektedir. Bu durumun nedenleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Yıldırım, 2018b);

- STEM eğitiminin ülke ekonomisi ve teknolojisinin gelişimine sağladığı olumlu katkılar,
- Öğrencilere öğrendikleri bilgileri günlük yaşamlarında kullanabilme fırsatını sunması,
- Okul ve sanayi bağlantısını sağlaması,
- PISA/TIMSS sınavlarında öğrenci başarısının artırılmasına katkı sağlaması,
- Ülkeler için önem arz eden mesleki eğitimi aktif hale getirerek meslek liseleri ile iş dünyasının etkileşim içinde kalmasında etkili olması,
- STEM disiplinlerine karşı ilginin artırılmasında önemli bir rol üstlenmesi.

Türkiye’de 2018 yılından itibaren uygulanan fen bilimleri öğretim programına bakıldığında STEM eğitimi kapsamında kabul edilebilecek kazanımların 3. sınıf düzeyinde eğitim öğretim yılının %1,85’ini, 4. sınıf düzeyinde eğitim öğretim yılının %5,56’sını, 5. sınıf düzeyinde eğitim öğretim yılının %4,86’sını, 6. sınıf düzeyinde eğitim öğretim yılının %4,17’sini 7. sınıf düzeyinde eğitim öğretim yılının %8,3’ünü ve 8. sınıf düzeyinde eğitim öğretim yılının %7,64’ünü kapsadığı sonucuna ulaşılmıştır (Bahar ve ark., 2018). Bu oranların yükseltilmesi gelecek nesiller için iyi olacaktır. Çünkü gerçek hayat problemlerinin üstesinden gelebilmek için günümüzde artık olaylara farklı ve çoklu bakış açılarıyla yaklaşmak ve bir alandaki bilgiyi diğer alanlara transfer ederek kullanmak gerekli hale gelmiştir. Bunu gerçekleştirebilmek her bireyin sahip olması gereken 21. yüzyıl becerileri aracılığıyla mümkündür (Bahar ve ark., 2018). 21. yüzyılda hayatta kalabilmek için insanların “yaratıcılık”, “eleştirel düşünme”, “problem çözme”, “iş birliği yapabilme” gibi becerilere ihtiyacı vardır (Akgündüz ve ark., 2015). Bunun nasıl olacağını bireylere öğretecek yaklaşımların başında STEM gelmektedir. Bu nedenle STEM’in müfredata entegrasyonu önemli ve gereklidir.

9.2.2. Müfredata STEM Entegrasyonunda Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

“Müfredat öğretim programları ile belirlenen bir kapsamdadır. Öğretim programları öğrencilerin her bir sınıf seviyesinde ulaşmaları gereken bilgi ve beceri düzeyini belirten öğrenme hedeflerini ortaya koyar. Böylece öğretmene eğitsel liderliğinde yol gösterirken, velilere de çocuklarından neler beklemeleri gerektiği konusunda rehberlik yapar.” (MEB, 2021).

STEM eğitimi için bir devlet eğitim politikasının belirlenerek farkındalık faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi, STEM eğitime uygun becerilere ve sürece odaklanan bir müfredatın tasarlanması, bu programı uygulayacak öğretmenlerin eğitim fakültelerinde yetiştirilmesi, halen görevde olan öğretmenlerin yetkinliklerinin artırılması ve STEM eğitimi için gerekli fiziksel, sosyal ve yönetsel altyapının oluşturulması gerekmektedir (Akgündüz, Ertepinar, Ger, Kaplan ve Türk, 2018).

Millî Eğitim Bakanlığı YEGİTEK Genel Müdürlüğü (2016)'nın hazırladığı FeTeMM Eğitimi raporuna göre FeTeMM Eğitimi Eylem Planı aşağıdaki adımlardan oluşmalıdır:

- 1) Üniversitelerin eğitim fakülteleri ve mühendislik fakülteleri iş birliği ile FeTeMM Eğitimi merkezlerinin kurulması,
- 2) Bu merkezlerde üniversitelerle iş birliği içerisinde FeTeMM eğitimi araştırmalarının yapılması,
- 3) Öğretmenlerin FeTeMM eğitim yaklaşımını benimseyecek şekilde yetiştirilmesi,
- 4) Öğretim programlarının FeTeMM eğitimini içerecek biçimde güncellenmesi,
- 5) Okullardaki FeTeMM eğitimi için öğretim ortamlarının oluşturulması ve ders materyallerinin sağlanması .

Bu adımlarla ilgili yapılan taramalar sonucunda şu verilere ulaşılmıştır.

1) Üniversitelerin eğitim fakülteleri ve mühendislik fakülteleri iş birliği ile FeTeMM Eğitimi merkezlerinin kurulması; STEM eğitimini ülkemiz eğitim sistemine entegre etmek için her öğrenci ve öğretmenin ulaşabileceği STEM merkezleri açılabilir. STEM eğitiminin ülkemiz eğitim sistemine entegrasyonu için yapılacak çalışmalar bu merkezlerin koordinasyonunda yürütülebilir. Bu merkezler, hem STEM eğitimi araştırmaları yapma, program geliştirme ve öğretmen eğitimi konusunda, hem de STEM eğitiminin işleyişi konusunda eğitim sistemine destek merkezleri olacaklardır. Bunlar, ülkemiz için düşünüldüğünde 81 il merkezinde ve önemli ilçe merkezlerinde oluşturulmalıdır (Akgündüz ve ark., 2015).

2) Bu merkezlerde üniversitelerle iş birliği içerisinde FeTeMM eğitimi araştırmalarının yapılması; STEM ilk olarak 2001 yılında Judith Aitken Ramaley tarafından fen, teknoloji, mühendislik ve matematik müfredatını ifade etmek için ortaya atılmış bir akronimdir (Sanders, 2009).

STEM eğitimi ile ilgili araştırmalar ülkemizde ilk olarak 2014 yılında yayımlanmıştır (Aydın Günbatır ve Tabar, 2019). Aradaki bu zaman farkının eğitim açısından çok büyük bir açıklık olduğu aşikardır. Bu nedenle bilinç oluşturma ve yaygınlaştırma faaliyetlerine yoğunlaşılması gerekmektedir.

3) Öğretmenlerin FeTeMM eğitim yaklaşımını benimseyecek şekilde yetiştirilmesi; bugüne kadar hiçbir eğitim fakültesinde FeTeMM ile ilgili lisans veya lisansüstü eğitim programının açılmamış olması, yalnızca 16 (%26) eğitim fakültesinde lisans düzeyinde FeTeMM ile ilgili birkaç dersin açılmış olması, öğretmenlerin FeTeMM eğitimi konusunda eksik kaldığının göstergesidir. Etkili bir FeTeMM eğitimi şüphesiz ki öğretmenlerin FeTeMM eğitimini nasıl uygulayacaklarını çok iyi bilmeleri, pedagoji ve teknolojik pedagojik içeriğin FeTeMM eğitime entegrasyonunu başarabilmelerinden geçer (Bell vd., 2009).

Sınırlı konu bilgisi, bir öğretmenin, öğrencilerine kavramsal öğrenmeyi teşvik etme kapasitesini kısıtlar. Bu durumda öğretmenlerin, müfredata entegrasyonu sağlanacak olan STEM yaklaşımı ile ilgili eğitim düzeylerinin artırılması ve uygulamalı öğrenmeye tabi tutulmaları gerekmektedir. Bu süreç üniversitelerin öğretmen yetiştirme aşamalarına dahil edilmeli, halen görev yapan öğretmenlere yetkinlik kazandırılmalıdır (Isaacs vd.,1997).

4) Öğretim programlarının FeTeMM eğitimini içerecek biçimde güncellenmesi; Türkiye’de Öğretim programları, 1739 sayılı Milli Eğitim Temel Kanununun 2. maddesinde ifade edilen “Türk Milli Eğitiminin Genel Amaçları” ile “Türk Milli Eğitiminin Temel İlkeleri” esas alınarak hazırlanmıştır. Eğitim ve öğretim programlarıyla sürdürülen tüm çalışmalar; okul öncesi, ilköğretim ve ortaöğretim seviyelerinde birbirini tamamlayıcı bir şekilde ortak amaçlara ulaşmaya yöneliktir (Tarih Zümresi, 2021). Programlar sarmal bir yapıdadır. Bu açıdan dikkat edilmesi gereken en önemli faktör aşamalılık ilkesi olmalıdır. Okul öncesi-İlköğretim-Ortaöğretim ve Hayat Boyu Öğrenme basamaklarında yapılanma birbirini takip ederek ilerlemelidir. Programlar ve disiplinler arası geçişkenlik ilke edinilerek tasarım yapılması uygun olacaktır. STEM yaklaşımının entegrasyonunda, başlı başına bir ders ve bu dersin programlanması daha doğru çıktılar elde edilmesini sağlayabilir.

5) Okullardaki FeTeMM eğitimi için öğretim ortamlarının oluşturulması ve ders materyallerinin sağlanması; Türkiye’de zorunlu eğitimin sekiz yıla çıkarılmasını takiben okullar taşınmalı, normal ve yatılı olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Şartların eşit olmaması standart bir entegrasyonun önündeki en büyük engeldir. Ayrıca STEM eğitim yaklaşımında malzeme kitlerinin her yıl satın alınması gerekebilir. Buna karşın, atık malzemeler de dahil, çeşitli materyallerin kullanımıyla, öğrencilerin teknolojinin sadece elektronik olmadığını, birçok farklı şeyi içerebileceğini görmelerini de sağlamak gerekmektedir. Öğretmenlerin ihtiyaçlarını karşılayabilecek depolama alanlarına, öğrenci projelerini ve materyallerini düzenli tutabilecekleri büyük bir sınıfa ihtiyaçları olacaktır. Öğretmenlerin, öğrencilere gerekli materyalleri sağlamak için okullarının programlarını tam olarak desteklediğinden emin olmaları gerekir (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012).

9.3. Dünya ve Türkiye Örnekleri Bağlamında STEM Müfredat Entegrasyonu Çalışmalarının İncelenmesi

Dünyada STEM eğitime olan ilgi özellikle son on yılda oldukça artmıştır (Pehlivan ve Uluyol, 2018). Nitelikli 21. Yüzyıl becerilerine sahip vatandaşların yetiştirilmesinde ve iş

dünyasının nitelikli çalışan talebinin karşılanmasında STEM eğitiminin önemli bir rolünün olduğu ifade edilmektedir. STEM eğitiminin bu etkisi nedeniyle çeşitli ülkeler eğitim sistemlerini güncelleme çabasına girmişlerdir. Bu doğrultuda birçok ülke, eğitim bakanlığının öncülüğünde; çeşitli kamu kurum ve ajansları, iş dünyası, çeşitli meslek kuruluşları, bilim merkezleri ve konuyla ilgili diğer kuruluşların çalışmalarını da bir araya getirerek ülke çapında izlenen STEM politikaları oluşturmuşlardır (Ay ve Seferoğlu, 2020). 21. Yüzyıl içerisinde teknolojik gelişme alanındaki yarış iyice hızlanmış, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) için Japonya'nın 1980'li yıllarda rakip olmasının ardından sahneye Çin de hem ekonomik hem teknolojik hem de savunma sanayi alanlarında bir rakip olarak ortaya çıkmıştır. Bu da gelişmiş ülkeleri bilime, mühendisliğe ve yenilikçiliğe yatırım yapmaya teşvik etmiştir (MEB, 2016). ABD ve AB ülkelerinde, verilecek eğitimin felsefesi teknik bilgi ve beceriler veren, öğrencileri hayata hazırlayan, modern iş hayatının gereksinimlerine/becerilerine öncelik veren bir eğitim yaklaşımı ortaya koyma yolunda programlar ve projeler başlatmıştır (Akgündüz ve ark., 2015). Bu uygulamaların en yeni olanı STEM eğitim uygulamalarıdır (Gülhan ve Şahin, 2016). STEM eğitimi alanında ABD önde gitmektedir. ABD dışında Çin, Güney Kore, Japonya ve farklı Avrupa ülkelerinin okullarında da STEM'i uyguladıkları görülmektedir (Yılmaz, Koyunkaya Yiğit, Güler ve Güzey, 2017). ABD, Çin ve Hindistan gibi ülkelerin mühendislik ve inovasyon alanlarındaki başarısıyla birlikte eğitimde reform hareketlerine başladıkları görülmektedir (Ceylan, 2014). Araştırmalarda ilkökul ve ortaokulda verilen STEM eğitimlerinin üniversitelerde en yüksek düzeye ulaştığı tespit edilmiştir. Buradan STEM eğitimlerinin öğrencilerin mesleki seçimlerine katkısının büyük olduğu sonucuna varılabilir (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). Bu bağlamda çeşitli ülkelerin STEM eğitimi yaklaşımları aşağıda verilmiştir:

9.3.1 Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

STEM eğitimi ABD başkanlık düzeyinde özellikle vurgulanmakta, teşvik edilmekte ve desteklenmekte olan bir eğitim yaklaşımıdır (Obamawhitehouse, 2013). Özellikle geleneksel olarak dezavantajlı gruplar için STEM eğitiminin iyileştirilmesi, ABD'nin uzun vadeli ekonomik büyümesi ve güvenliğinin merkezi olarak kabul edilmektedir (Xie Fang ve Shauman, 2015). 2013 yılında 5 yıllık Federal STEM Strateji Planı oluşturulmuştur (Holdren, Marrett ve Suresh, 2013). ABD federal yapısında 14 Federal CoSTEM (Committee on STEM Education- STEM Eğitim Komitesi) bulunmaktadır. Bu birimler STEM eğitimi iyileştirmek için çeşitli programlara ve faaliyetlere destek vermektedir. Aynı zamanda laboratuvarları, araştırma araçlarını ve tesisleri de finanse etmekte; bilim insanları, araştırmacılar ve mühendisler için istihdam sağlamaktadır. Programların çoğu, STEM okuryazar nüfusunu geliştirmek ve STEM alanlarında daha nitelikli bir iş gücü sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. STEM eğitimine yıllık 3 milyar dolarlık yatırım yapılmaktadır (Ay ve Seferoğlu, 2020).

ABD'de birçok üniversite ve okul bünyesinde çok sayıda STEM Merkezi kurulmuştur. STEM eğitimleri içerisinde yer alan proje tabanlı öğrenme, sorgulama tabanlı öğrenme, STEM aktiviteleri, tasarım ve inovasyon aktiviteleri, takım çalışması, yaratıcılık, yaratıcı drama, robotik, maker, programlama ve STEM ders planı hazırlama atölyeleri yer almaktadır (STEM

Akademi, 2013). Bu okullarda derslikler atölye tarzında düzenlenmekte ve öğrenciler bu atölyelerde tasarladıkları ürünleri üretmektedir (Özdemir, 2016). ABD’de STEM eğitiminin okullarda uygulanması iki şekilde olmaktadır. Derslere mühendisliğin ara disiplin olarak konulması ve başarılı öğrencilere hizmet veren STEM Okullarının açılması (Akgündüz ve ark., 2015). STEM Okulları, proje tabanlı öğrenme ve mühendislik tasarım süreci gibi yenilikçi pedagojilerin uygulandığı okullardır. Amerikan iş dünyasının ihtiyaç duyduğu bilgi ve becerilerin okul ortamında kazandırılması amaçlanmaktadır. STEM Okulları arasında sınav ya da kıstas olmadan öğrenci kabul eden okullar öne çıkmaktadır. Bu okullar sosyoekonomik düzeyi düşük olan öğrencileri üniversite eğitimine yönlendirmeyi hedeflemiştir (Akgündüz ve ark., 2015).

9.3.2 Avustralya

Avustralya’da “Avustralya’nın STEM geleceğini güvence altına alan danışman raporu: Ülke karşılaştırmaları” başlıklı rapor ülke çapında yapılan STEM çalışmalarının bir özetini sunmaktadır (Cole, 2012). Avustralya’da eyalet ve bölge hükümetleri doğrudan ya da dolaylı olarak STEM eğitimini etkileyen çalışmalar yapmaktadırlar. Avustralya’nın eyaletler bazında yürüttüğü ortak STEM politikaları incelendiğinde erken çocukluk döneminden lise düzeyine kadar uzanan formal eğitimin, öğretim programından öğretim kalitesinin değerlendirilmesine, alt yapıya ve öğrencilerin çeşitli başarı göstergelerinin izlenmesine kadar birçok alanda ciddi çalışmalar yapıldığı gözlemlenmektedir. Öğretmen yetiştirme ve öğretmenlerin mesleki eğitimi, raporda vurgulanan maddeler arasındadır. Ayrıca STEM alanlarından mezun olanların mesleki eğitimine yönelik hizmetler ve kariyer danışmanlığı hizmetleri verilerek ve hükümet, endüstri, eğitim ve araştırma kuruluşları arasında iş birliği kurularak öğrencilerin STEM eğitimi almaya ve STEM alanlarındaki meslekleri seçmeye teşvik edildiği görülmektedir (Ay ve Seferoğlu, 2020).

9.3.3 Birleşik Krallık

Dört ülkeyi kapsayan Birleşik Krallık STEM politika beyanı, STEM eğitimini; beceri tabanını genişletmek, ekonomiyi büyütmek ve yeniden dengelemek için merkezi bir nokta olarak görmektedir. Devletin hedefi zorunlu eğitimi bitiren gençlerin, anlamlı istihdam elde etmelerini sağlayacak beceri ve niteliklere sahip olmasını ve beceri geliştirmek isteyen kişilerin uygun beceri kazandırma programlarına erişimlerini sağlamaktır. İş dünyası STEM eğitiminin merkezi konumunda görünmektedir. Öğretmenlere profesyonel destek verilmesi ve mesleki gelişimlerinin sağlanması, üzerinde yoğun çalışmalar yapılan bir diğer konudur. STEM eğitimi alan öğrencilerin çiraklık eğitimi almasına yönelik Bakanlıklar düzeyinde çalışmalar yapılmaktadır (Ay ve Seferoğlu,2020).

9.3.4 İrlanda

2017-2026 yılları için arttırma, yerleştirme ve gerçekleştirme aşamalarından oluşan, STEM işgücünde Avrupa’ya öncülük etme hedefine yönelik çalışmaları kapsayan ayrıntılı bir

politika beyanı yayınlanmıştır. Raporda formal eğitimden informal eğitime erken çocukluk eğitiminden başlayarak STEM öğrenme ortamlarının ve yaşantılarının düzenlenmesine dezavantajlı grupların katılımına, öğretmen eğitimine, sürecin desteklenmesinde rol oynayacak iş ve sanayi dünyası, kamu sektörü kuruluşları, araştırma kuruluşları ve bakanlık birimlerinin görev paylaşımına kadar çalışma planlarının yer aldığı görülmektedir (Ay ve Sedefoğlu, 2020). Rapor 4 ana başlıktan oluşmaktadır:

1. İş dünyasının STEM eğitimini geliştirmek için önderlik etmesi gerektiği,
2. STEM eğitiminin önündeki kısıtlamaların azaltılması ya da ortadan kaldırılması,
3. STEM eğitiminin esnekliğinin artırılması,
4. Hükümetin STEM eğitim çalışmalarına destek vermesi.

9.3.5 Avrupa Birliği Ülkeleri

Avrupa’da STEM çalışması yapan ülkeleri inceleyen bir rapor yazan Kearney (2015)’e göre 2002 yılında Norveç STEM programına “STEM of course” isimli bir plan hazırlamıştır. Bu plana göre bütün eğitim seviyelerinde programların STEM programı doğrultusunda hazırlanması ve ders etkinliklerinin iyileştirilmesi gibi eylemlere yer vermiştir (Pehlivan ve Uluyol, 2018).

Finlandiya’nın eğitim sistemi STEM eğitimi açısından en geniş ulusal plana sahiptir. 2014 yılında yayımlanan planda çocuk ve gençlerin STEM eğitimi ve kariyerlerine ilgi ve yeteneklerini arttırmak için çalışma grupları oluşturulması desteklenmektedir. Üniversitelerin, enstitülerin ve diğer organizasyonların kendilerine ait STEM stratejileri bulunmaktadır (MEB, 2016).

İspanya STEM eğitim stratejilerine çok fazla yer vermese de STEM eğitiminin önemi ve gerekliliği LOMCE denilen eğitim kalitesini kapsayan kanunda belirtilmiştir. Bu kanuna göre Fen Bilimleri öğretme becerilerinin artırılması, öğrencilerin Matematik ve Fen Bilimlerindeki düşük PISA sınav sonuçlarının iyileştirilmesi hedeflenmektedir (MEB, 2016).

9.3.6 İsrail

STEM eğitime ulusal öncelik vermektedir. İsrail eğitimde yüksek teknolojilerin geliştirilmesine ve mesleki eğitimlerde STEM eğitiminin önemine odaklanmıştır. STEM ile ilgili yapılan reformlarda öğretmenler, sendikalar ve Eğitim Bakanlığı iş birliği halindedir. Toplumun STEM eğitim etkinliklerine katılımı ile etkililiğin artırılması, araştırmaların yapılması ve eğitim sisteminin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (MEB, 2016).

9.3.7 Çin Halk Cumhuriyeti

Çin uzun yıllardan beri Fen Bilimleri eğitimine büyük önem vermiş ve bunu toplumun gelişebilmesi için merkeze almıştır (MEB, 2016). Lise seviyesinde ve Yükseköğretim seviyesinde STEM eğitimi programa eklenmiştir (Pehlivan ve Uluyol, 2018). STEM eğitiminin entegre edildiği Biyoloji, Kimya, Matematik dersleri lise seviyesinde zorunlu değildir. 10-12. Sınıflarda öğrencilerin STEM konularına ilgisini yöneltmek için öğretim programlarında yenilik yapılmıştır. Ayrıca öğretmen yetiştirme programlarında da STEM yer almaktadır (MEB, 2016).

9.3.8 Kore

Kore Bilim ve Teknoloji Bakanlığı bu alanda Bilim ve Yaratıcılık Gelişimi Kore Vakfını kurmuştur. Bu vakıf STEAM programıyla ilgili araştırmalar yapmakta ve ilkökul öğretmenlerine STEAM ile ilgili mesleki eğitim hizmeti sunmaktadır (Sanders, 2009).

9.3.9 Türkiye

Ülkemizin STEM eğitimi için Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanmış doğrudan bir eylem planı bulunmamaktadır. Bununla birlikte 2015-2019 Stratejik Planında STEM'in güçlendirilmesine yönelik amaçlar yer almıştır. STEM amaçlarının Teknoloji ve Tasarım dersi amaçları ile örtüştüğü görülmektedir (MEB, 2016). STEM disiplinlerine ilişkin bilgilerin ölçüldüğü uluslararası sınavlardan alınan sonuçlar incelendiğinde Türkiye'nin STEM politikasına sahip tüm ülkelere kıyasla düşük puanlar aldığı gözlemlenmektedir. Bir STEM politikasına sahip ülkeler, sınavlardan yüksek puanlar almalarına ve üst sıralarda yer almalarına rağmen yoğun çalışmalarına devam etmektedir (Ay ve Seferoğlu, 2020).

STEM Eğitimi ile ilgili Türkiye'de son yıllarda önemli girişimler gerçekleşmektedir. Bunlardan birisi TÜSİAD tarafından 2014 yılında yayınlanan STEM iş gücü raporudur. Bir diğeri 2015 yılında İstanbul Aydın Üniversitesi tarafından yayınlanan STEM Eğitimi Türkiye Raporudur. 2016 yılında Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK) tarafından STEM Eğitim Raporu yayımlanmıştır (MEB, 2016). Son yıllarda STEM eğitimi ile ilgili projelerin sayısında da bir artış söz konusudur. TÜBİTAK tarafından birçok STEM eğitimi projesi desteklenmiştir (Akgündüz ve ark., 2015).

Okullar düzeyinde STEM eğitimi kapsamında çeşitli sivil toplum kuruluşları, üniversiteler ve diğer kurum ve kuruluşlar iş birliğinde öğrencilere yaz okulları, bilim okulları, bilim şenlikleri gibi etkinlikler düzenlenmekte ve her yaştan bireylerin STEM etkinlikleri konusunda bilgilendirilmesi sağlanmaktadır. Ülkemizde 2016 yılı itibarıyla STEM eğitimi veren STEM Merkezleri, STK'lar ve belediyeler iş birliği ile birçok ilimizde öğretmen ve öğrenci eğitimleri gerçekleştirmek üzere kurulmuştur.

9.4. STEM Kariyerleri Tanıtımı

Tüm dünyada Son yıllarda artan STEM alanlarının önemi, dikkatleri STEM kariyerlerinin tanıtımına çekmiş ülkelerin bu alanda faaliyete geçmelerinde etkili olmuştur. Bu konuda üzerinde durulması gereken iki önemli unsur ise STEM kariyerleri seçiminin öneminin kavranması ve ardından STEM kariyerlerinin öğrencilere aktarılmasıdır. Bu bölümde ise alt başlıklar altında bu iki unsur alanyazında yer alan çeşitli araştırmalar ışığında irdelenmiştir.

9.4.1. STEM Kariyerleri Seçmenin Önemi

Çağımızda ülkelerin ekonomik olarak ilerlemesinin ve küresel inovasyon zincirine dahil olabilmesinin temel şartlarının STEM (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) alanlarında çalışan eğitilmiş mühendislerin varlığı, yaratıcılık becerisine ve inovatif düşüncelere sahip bireylerin varlığı ve ülkelerin STEM alanlarına yaptıkları yatırımlar olduğu ifade edilebilir (Aydeniz, 2017; Candeğer, 2017; Carnevale, Smith ve Melton, 2011). Öte yandan küresel gelişmeler değerlendirildiğinde son dönemlerde STEM alanlarında kariyer yapma ve STEM alanlarında istihdam açmanın ülkelerin ekonomik gelişmelerinin sağlanması açısından oldukça değerli olduğu görülmektedir (Kızılay, 2018).

Dünya ölçeğinde değerlendirildiğinde, Türkiye mevcut bilim insanı ve mühendis sayısı ile dünya sıralamasında ortalarda yer almaktadır (Schwab, 2016). Raporlarda Bilim ve mühendislik alanlarında yükselme gözlenmektedir. Türkiye'deki meslek dağılımlarına bakıldığında, 2008 yılında; fizik, matematik ve mühendislik elemanlarının toplam içerisinde %0,8 oranında olduğu, 2009 yılında ise %0,9 oranına yükseldiği; fizik ve mühendislik bilimleri yardımcı meslek mensuplarının ise 2008 yılında %1,8 iken 2009 yılında %1,5'a düştüğü görülmektedir (Ercan, 2011). Fizik, matematik ve mühendislik elemanlarının mesleki dağılım içerisinde yüzdesi yükseliyor olmasına rağmen bu yükselmenin yeterli düzeyde olmadığı söylenebilir. Konu daha açık bir şekilde ele alınırsa, çevremize baktığımızda kullandığımız teknolojik ürünlerden giydiğimiz kıyafetlere ve hatta yediğimiz yiyeceklere kadar kullandığımız hemen her şeyde bu becerileri kullanan bilim insanları, araştırmacılar, mühendisler, teknisyenler gibi mesleklere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle eğitim sistemlerinin okul öncesi eğitimden yükseköğretim basamağına kadar birbiri üzerine inşa edilen ve gerçek hayat problemleri ile ilişkilendirilen STEM bilgi ve becerilerini öğrencilere kazandırması önem arz etmektedir.

Günümüz istihdam alanlarında gereken problem çözme, analitik düşünme, bağımsız çalışma yeteneği gibi temel becerileri düşündüğümüzde tamamı STEM ile ilişkilidir ve esasen STEM inovasyon sürecinin ardındaki itici güçleri oluşturmaktadır. Bu nedenle özellikle pandemi sürecinde daha da ortaya çıkan tıp alanında atılımlar yapmamız, küresel bir problem olan iklim değişikliği ile mücadele etmemiz, bağımsız ekonomimizi inşa etmemiz gibi çok önemli konularda STEM alanının etkisi inkâr edilemez. Hızlı gelişen teknoloji çağında, ülkelerin gelecekteki kalkınması ve refahının STEM becerisine sahip işgücünün sayesinde olacağı açıktır (Hossain ve Robinson 2012). STEM eğitimine yatırım yapmanın bir ülkenin

geleceğine uzun vadede önemli katkılarının olacağı öngörülmektedir. Ekonomik zorlukların üstesinden gelmek için kritik önem taşıması, STEM konusunda vasıflı işgücüne duyulan ihtiyacın artmasına dolayısıyla ülkelerin STEM eğitimine yönelimini artırmaktadır.

Küresel olarak, STEM mezunlarına talep yüksek olmakla birlikte, bu talebi karşılamak için yeterli STEM eğitimi mezunu bulunmamaktadır (Çakıroğlu, 2018). STEM alanlarında gerekli becerilere sahip profesyonellerin eksikliği STEM becerileri açığı olarak adlandırılır ve bu açığın ilerleyen yıllarda katlanarak büyüyeceği tahmin edilmektedir. Buna neden olan etkenlerden bazıları, gençler arasında mühendislik ve bilime yönelik bilgi yetersizliği, gençlerin matematik ve bilimde başarılı olmaya karşı güven eksikliği, kız çocuklarının örnek alması için STEM mesleklerinde kadın rol model eksikliği, STEM alanında uzman öğretmen eksikliği, okullarda kariyer rehberliği zayıflığıdır. Eğitime dair çoğu şeyde olduğu gibi bu konuda da çözüm yine eğitim sisteminde ve eğitim sisteminin de temel ögesi olan eğitimcilerdedir. STEM alanında kendini geliştirmiş bir öğretmen, öğrencilerin STEM'e olan ilgisini tetikleyerek bu alanda kariyer yapmaları için gereken temel becerileri geliştirmelerine yardımcı olabilir dahası etkili bir rol model olabilir (Uyar, Canpolat ve Şan, 2021).

9.4.2. STEM Kariyerlerinin Öğrencilere Aktarılması

Öğrencilere erken yaşlarda STEM kariyerlerini tanıtmak ve bu alanlara ilgilerini çekmek, destek olmak büyük önem taşımaktadır. STEM kariyerlerini tanımak için en etkili yöntem ise bu meslekleri birinci ağızdan öğrenmek olacaktır. Bunun için öğretmenler, çocukların STEM alanlarında çalışmakta olan meslek mensupları ile bir araya gelmelerine yardımcı olabilirler.

Cohen ve Patterson (2012), STEM kariyer farkındalığı oluşturmada fen bilgisi öğretmenin rolü başlıklı araştırmalarında, STEM kariyeri farkındalığını arttıran dört öğretim stratejisinden söz etmektedir. Bunlar:

1. Hem resmi hem de resmi olmayan yaklaşımları dahil edin: Faaliyetlerinizde sürekli olarak kariyer farkındalığı dahil edin ve bunu ayrı bir birim olarak tutmayın.
2. Öğrencilerin bilim insanlarını gerçek insanlar olarak görmelerine yardımcı olun: Öğrenciler bilim insanlarının tıpkı onlar gibi normal bir yaşam sürdürdüklerini göremedikleri için kendilerini bilim insanı olarak hayal etmekte güçlük çekebilirler. Hobileri, aileleri ve çeşitli ilgi alanları vardır.
3. Noktaları birleştirin: Öğrencileri sadece kariyer bilgilerine maruz bırakmak yeterli değildir, öğretmen aynı zamanda öğrencinin o anda öğrenmekte olduğu şeyle kariyer bilgisini doğrudan ilişkilendirmek zorundadır. Bu konuların gerçek hayattaki kullanımıyla net bağlantılar kurmaya, bilim insanlarının işleriyle nasıl bağlantılı olduğuna dair örnekler vermeye atıfta bulunabilir. Öğrenci bu bağlantıları her zaman kendi başına yapamayacak ve bunu onun için yapmanız gerekecektir.

4. Yansıtma yapmasına izin verin: Bilginin öğrencilerde kalmasını ve daha derin bir anlayış kazanmasını sağlayacaktır. Aksi takdirde, yansıtma kullanılmazsa, birçok bilgi zamanla kaybolabilir.

9.5. Sonuçlar

Günümüzde globalleşen dünyada eğitimdeki eksiklikleri giderebilecek STEM eğitiminin öğretim programlarına entegrasyonu oldukça önemlidir. STEM, eğitimde disiplinlerin arasındaki sınırları kaldırarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında sentez yapabilen günümüzde var olan veya gelecekte var olması muhtemel bilimsel problemlere çözüm üretebilecek, strateji geliştirebilecek bireylerin yetişmesine olanak sağlar (Akgündüz ve ark., 2018). STEM eğitiminin pedagojik yaklaşımlar göz önüne alınarak öğretim programlarına entegre edilmesi ile problem çözebilme, sorgulama/araştırma yapabilme, ürün geliştirme ve buluş yapabilme gibi öz yeterlilikleri gelişmiş bireyler hayata hazırlanır (Akgündüz ve ark., 2018).

Genç ve inovasyona açık bir ülke olan Türkiye'nin öğretim planlarında STEM eğitiminin entegrasyonu için Millî Eğitim Bakanlığının 2017'de yeni Fen Bilimleri Dersi öğretim programı taslağı hazırlanmıştır. 2018'de birtakım değişiklikler yapılarak analitik düşünme, girişimcilik, yaratıcı düşünme, yenilikçi ve takım çalışması becerileri kazanımları hedeflenmiştir (Gencer Savran, Doğan, Bilen ve Bilge, 2019). STEM eğitiminin öğretim programlarına entegrasyonu, hedeflenen kazanımları gerçekleştirebilmesi için erken çocukluk döneminden itibaren uygulanmalıdır. 2018 yılı Millî Eğitim Bakanlığı Matematik Dersi Öğretim Programı'nda "Üst bilişsel becerilerin kullanımına yönlendiren, anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlayan, sağlam ve önceki öğrenmelerle ilişkilendirilmiş, diğer disiplinlerle ve günlük hayatla değerler, beceriler ve yetkinlikler çevresinde bütünleşmiş bir öğretim programları toplamı oluşturulmuştur." ifadesi ile STEM eğitiminin müfredata entegrasyonu hedeflenmiştir. (MEB, 2018a, s.6)

Eğitimin her kademesinde öğretmenlerin STEM eğitimi yeterliliğine sahip olması gerekmektedir. Bu konuda öğretmenler gerekli eğitimleri alarak eğitim vermeye yeterli donanıma ulaştırılmalıdır (Gencer ve ark., 2019). Okullar STEM eğitimi etkinliklerine olanak sağlayabilecek fiziki şartlara ve gerekli materyallere sahip olmalıdır. Mümkün olduğunca STEM eğitim sınıfları ve atölyeleri kurulabilir.

Bu bölümde Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli etkinliklerin öğretim programlarına entegrasyonu sonucu öğrenciler üzerindeki etkileri konusunda yapılan araştırmalarda; iş birliğine dayalı öğrenme gruplarının önemi, okul sonrası STEM etkinliklerinin popülerliği, STEM alanlarına olan ilgileri ve 21. yüzyıl becerilerine katkıları incelenmiştir. STEM eğitiminin öğretim programlarına entegrasyonunun öğrencilerin öğrenmelerine destek olabileceği ve amaçlanan 21. yüzyıl becerilerinin gelişmesini sağlayabileceği sonucuna varılmıştır (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014).

9.6. Kaynaklar

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). STEM Eğitimi Türkiye Raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?] [White Paper]. İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.

Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Sayı Kaplan, A. Ve Türk, Z. (2015). STEM Eğitimi Çalıştay Raporu: Türkiye STEM Eğitimi Üzerine Kapsamlı Bir Değerlendirme, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul

Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M.& Türk, T. (2018). STEM Eğitiminin Öğretim Programına Entegrasyonu: Çalıştay Raporu

Altunel, M. (2018). STEM Eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve Riskler. *Seta Perspektif*, 207, 1-7.

Ay, K. ve Seferoğlu, S. S. (2020). Farklı ülkelerin STEM eğitimi politikalarının incelenmesi ve Türkiye için çıkarımlar. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 83-105.

Aydeniz, M. (2017). Eğitim sistemimiz ve 21. yüzyıl hayalimiz: 2045 hedeflerine ilerlerken, Türkiye için STEM odaklı ekonomik bir yol haritası. University of Tennessee, Knoxville.

Aydın Günbatır, S. ve Tabar, V. (2019). Türkiye’de gerçekleştirilen STEM araştırmalarının içerik analizi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 1054–1083.

Bahar, M., Yener, D., Yılmaz M. Emen, H.&Gürer, F. (2018). 2018 Fen bilimleri öğretim programı kazanımlarındaki değişimler ve fen teknoloji matematik mühendislik (STEM) entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 702-735.

Banks, J. (1993). Multicultural education: Development, dimensions, and challenges. *PhiDelta Kappan*, 75(1). 22-28.

Beane, J. A. (1997). Curriculum integration: Designing the core of democratic education. New York, NY: Teachers College Press.

Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369- 387.

Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. NSTA press.

Candeğer, K.C. (2017). Mühendisler ve ekonomi. *Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Metalurji ve Malzeme Mühendisleri Odası Metalurji*, 184, 31-35.

Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. (Eds.). (2013). Project-based learning: an integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach (2nd ed.). Rotterdam: Sense

Carnevale, A. P., Smith, N., & Melton, M. (2011). STEM: science, technology, engineering, mathematics. Georgetown University Center on Education and the Workforce, Washington, D.C.

Ceylan, S. (2014). Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (Fetemm) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Cohen C., & Patterson, D. (2012). Teaching Strategies that Promote Science Career Awareness

Cohen C., & Patterson, D. (2012). The emerging role of science teachers in facilitating. *Washington State Kappa*, 6(2), 1-17.

Cole, M. (2012). Consultant report securing Australia's future STEM: Country comparisons. <https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report-%20Literature%20review%20Identity.pdf>

Çakıroğlu, E. (2018). Matematiksel bakış açısıyla STEM eğitimi uygulamaları. *Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi* içinde. Devrim Akgündüz (Ed.) Ankara: Anı Yayıncılık.

Çepni, S. (2017). Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.

Çorlu, S. ve Çallı, E. (2017). STEM Kuram ve Uygulamaları. (1.Basım). İstanbul: Pusula Yayıncılık.

Davison, D. M., Miller, K. W., & Metheney, D. L. (1995). What does integration of science and mathematics really mean?. *School Science and Mathematics*, 95(5), 226-230.

Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). Meeting standards through integrated curriculum. ASCD.

Ercan, H. (2011). Türkiye'de mesleki görünüm. Ankara: Uluslararası Çalışma Ofisi.

Gencer Savran, A., Doğan, H., Bilen, K. ve Bilge, C. (2019). Bütünleşik STEM Eğitim Modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45(45), 38-55.

Gülhan, F. & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve mesleklerle ilgili görüşlerine etkisi. *Pegem Atıf İndeksi*, 283-302.

Gündüz, H. (2006). Yatılı ilköğretim bölge okullarında görev yapan yönetici ve öğretmenlerin tükenmişlik düzeyleri (Diyarbakır örneği). (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.

Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2014). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 13(5), 1089-1113.

Holdren, J. P., Marrett, C., & Suresh, S. (2013). Federal science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. 5 Year strategic plan. National Science and Technology Council: Committee on STEM Education. USA.

Hossain, M., & M.G. Robinson (2012). How to motivate US students to pursue STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) careers (https://www.researchgate.net/publication/236031459_How_to_Motivate_US_Students_to_Pursue_STEM_Science_Technology_Engineering_and_Mathematics_Careers sayfasından erişilmiştir).

Hoyle, P. (2016). Must try harder: An evaluation of the UK government's policy directions in STEM education. Paper presented at the ACER Research Conference 2016: Improving STEM Learning: What will it take?

Isaacs, A., Wagreich, P. ve Gartzman, M. (1997). Bütünleşme arayışı: okul matematiği ve bilimi. *Amerikan Eğitim Dergisi*, 106(1), 179-206. Doi: 10.1086/444180

Karakaş, A. (2017) Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM) Uygulamalarının Fen Öğretimine Yansımaları. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Denizli: Pamukkale Üniversitesi.

Kızılay, E. (2018). Türkiye'de STEM alanlarında kariyer ve istihdam. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(56).

Landivar, L.C. (2013). The relationship between science and engineering education and employment in STEM occupations. American Community Survey Reports. <https://www2.census.gov/library/publications/2013/acs/acs-23.pdf> sayfasından erişilmiştir.

MEB. (2021). MEB Öğretim Programları İzleme ve Değerlendirme Sistemi Web sitesi. <https://mufredat.meb.gov.tr/SSS.aspx> sayfasında erişilmiştir.

MEB. (2018a). Matematik Öğretim Programı, Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara.

MEB. (2018b). Fen Bilimleri Öğretim Programı, Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara.

MEB. (2017). STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabı, Yeğitek, Ankara.

MEB (2016). STEM Eğitim Raporu. Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara.

National Academy of Engineering. (2009). Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects. Washington, DC: National Academies Press.

Obamawhitehouse (2013). STEM for all. Çevrimiçi: <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/02/11/stem-all>

Pehlivan, K.& Uluyol, Ç. (2019). STEM ve Eğitimde Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 23(3), 848-861.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20–26.

Schwab, K. (2016). The global competitiveness report 2016-2017. Geneva: World Economic Forum. http://www3.weforum.org/docs/GCR20162017/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2016-2017_FINAL.pdf

Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education, *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), Article 4.

Şahin, A., Ayar, C. M. ve Adıgüzel, T. (2014). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik İçerikli Okul Sonrası Etkinlikler ve Öğrenciler Üzerine Etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297-322.

Tarih Zümresi. (2021). Tarih Zümresi İnternet Sitesi Öğretim Programının Amaçları. <https://sites.google.com/site/tarhibilsek/tarih-zumresi/03--muefredatlar/kaynaklar/03--degerler-egitimi>

Taştan Akdağ, F. v& Güneş, T. (2015). Enerji konusunda yapılan STEM uygulamaları ile ilgili fen lisesi öğrenci ve öğretmen görüşleri. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(5), 1643–1656. <https://doi.org/10.24289/ijsser.337238>

TÜSİAD. (2017). 2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi. https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/download/8660_30a25d91d584bc1eccf28d4b9d715f5d

Uyar, A., Canpolat, M., & Şan, İ. (2021). STEM merkezindeki öğretmenlerin ve öğrencilerin STEM eğitimi hakkındaki görüşleri: PayaSTEM merkezi örneği. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(1), 151-170.

Vasquez J. A., Snelder C., & Corner M., (2013). The inclined plane of STEM integration. Adapted from STEM Lesson Essential, Grade 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering and Mathematics.

Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K. (2015). STEM education. *Annual Review of Sociology*, 41, 331-357.

Yıldırım, B. (2018a). STEM uygulamalarına yönelik öğretmen görüşlerinin incelenmesi. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 42-53.

Yıldırım, B. (2018b). Teoriden Pratiğe STEM Eğitimi Uygulama Kitabı. (2. Basım). Ankara: Nobel Yayınevi.

Yılmaz, H., Koyunkaya Yiğit, M., Güler, F. ve Güzey, S. (2017). Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM) eğitimi tutum ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(5), 1787-1800.

BÖLÜM 10: OKUL ÖNCESİNDE STEM ÇALIŞMALARI

Merve Bengü ERDOĞAN, Nurdoğan ÇEVİK, Emine YILDIRIM, Hülya EREN, Esra Duygu ERKOL, Havva DÜZENLİ, Merve YAĞCI, İpek ÖZEK, Ülkü KALE KARAASLAN & Ayşin KAHRAMANTEKİN

Bölüm Özeti: Bu bölümde okul öncesinde STEM eğitimine dair ana başlıklar ve temel unsurlar ele alınmıştır. Okul öncesinde STEM ve STEM başlıklarının önemi, okul öncesinden öğrenme modelleri ve STEM, okul öncesi eğitim programı kapsamında STEM, günümüzde okul öncesinde Harmanlanmış/Hibrit Öğrenme Modeli ile STEM, okul öncesi eğitimde STEM yaklaşımının gerekliliği, okul öncesi eğitimde 21. yüzyıl becerileri, okul öncesi eğitimde STEM çalışmalarının müfredata entegrasyonu ve okul öncesi STEM aktivite ve proje örneklerine yer verilmiştir.

10.1. Giriş

Okul öncesi eğitim düzeyine uygun bir STEM eğitim programı geliştirmek, söz konusu yaklaşımın önemi ve erken çocukluk döneminde başlanması için gerekli bilgi ve yaklaşımlar ve STEM eğitiminin okul öncesi dönemdeki çocuklar üzerindeki etkilerini daha iyi ele almak ve bu dönemde STEM eğitimi için kullanılacak yaklaşımlar bu bölümün konusunu oluşturmaktadır. Bölümü oluşturan bu başlıklar altında; konuya ilişkin aktiviteler, proje örnekleri ve konuyla ilgili bazı özel kavramların tanımı ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Okul öncesi eğitimde 21. yüzyıl becerileri ve STEM çalışmalarının müfredata entegrasyonu konuları da bölüm başlıkları arasında bulunmaktadır.

10.2. Okul Öncesinde STEM

“Okul öncesi dönemde kavramlar zihnin yapı taşlarıdır. Kavramların oluşumu, kullanılması ve kazanımı çocukların aktif katılımı ile gerçekleşir. Bu dönemde çocukların temel kavram gelişimlerinin yanı sıra fen, teknoloji, matematik, sanat gibi pek çok konuya ilişkin kavramlarında da hızlı bir gelişme gözlenmektedir” (Uyanık Balat ve Günşen, 2007, s.337-348). Bu disiplinlere sanat ve diğer disiplinler de eşlik edebilmelidir. 21. yüzyıl becerilerinin kazanımı, değişen çağa uyum sağlanması ve gerçek dünya problemlerine yönelik alternatif çözümler üretmeye duyarlı bir nesil yetiştirmek her toplumun hayalidir. STEM çok yönlü, disiplinler arası, yenilikçi, yaratıcı ve gerçek dünya problemlerini çözmeye dayalı bir yaklaşım modelidir. Bu nedenle alana yeterince açıklanmalı, tanıtılmalı ayrıca bu yaklaşımı temel alan eğitim programları ve etkinliklerle STEM eğitimine erken yaşta başlamanın tüm öğrenme süreçlerine olumlu etki edeceğine değinilmelidir. STEM eğitimi, okul öncesi çağdan

yükseköğretime kadar bütün eğitim sürecini kapsayan, disiplinler arası bir yaklaşımdır. STEM eğitimi, eğitim sisteminde kullanılacak yeni yaklaşımlardan biridir ve çocukların günlük hayattaki sorunları çözmeyi öğrenmesini amaçlar (İdin, 2018). Kısacası STEM eğitimi okul öncesi eğitiminden yükseköğretime kadar olan süreci içerir ve öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini edinmelerini sağlar.

10.2.1. Okul öncesinde STEM çalışmalarının önemi

Okul öncesi dönem çocukların gelişimlerinin en hızlı olduğu, ilk deneyimlerini yaşadığı dönemdir. Bu dönemde öğrenilen deneyimlerin ve kazanımların gelecek yaşantılara temel olacağı ve okul başarısını artıracacağı düşünüldüğünde kritik öneme sahip oldukları anlaşılır. Erken çocukluk dönemindeki çocuklara zengin uyarıcıların sunulması bu çağdaki çocukların üst düzey bilimsel süreç becerilerini destekleyerek olayları daha iyi anlamlandırmasını sağlayacaktır. Bu nedenle öğrencilerimizin oyun esnasında, fen ve doğa çalışmaları kapsamında ya da doğal yaşamda farklı STEM etkinlikleri ile tanışmaları sağlanarak STEM konusunda farkındalıkları artırılmalıdır. Okul öncesi dönemde çocukların STEM alanlarına olan ilgilerinin küçük yaşlarda fark edilerek, gelecek yıllarda STEM ile ilişkili alanlara yönelmelerine yardımcı olunmalıdır (National Research Council, 2011).

Okul öncesinde çalışmalarımızın bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik kazanımlarını desteklemesi, bir disiplinde gerçekleştirilen etkinliklerin diğer disiplinlerle ilişkilendirilmesi çocuklarda kavram edinimini destekleyecektir. Böylece öğrencilerin çok yönlü düşünme, olaylara farklı bakış açılarıyla bakabilme, değişik alanlardaki bilgilerini bütünleştirebilme, eleştirel ve yaratıcı düşünebilme becerileri desteklenmiş olacaktır. Öğrencilerin erken çocukluk döneminde öğrendikleri becerileri günlük yaşam becerileriyle ilişkilendirip kolaylıkla uygulayan ve problemlerine kolaylıkla çözüm bulabilen bireyler olmaları sağlanacaktır. “Bu nedenle kavram edinimine erken çocukluk döneminde gereken önemin verilmesi, okul öncesi eğitim kurumlarında farklı yaklaşım ve öğretim yöntemlerinin uygulanması çocuklarda kavram edinimini kolaylaştıracaktır” (Toran, 2011, s.46).

Okul öncesi dönemdeki öğrenciler kendini tanıma, çevresini tanıma ve günlük hayatta karşısına çıkabilecek problemlere çözüm bulma konusunda soyut kavramlar yerine gerçek nesnelere çalışıldığında edinimlerini daha çok destekler. Bu nedenle çocuk doğal yaşamda gerçek nesnelere deneme yanılma, gözlem yapma ve yaparak yaşayarak öğrenmeye dayalı etkinliklerle desteklenmelidir. Bu çağdaki öğrenci sürekli soru soran her şeyi öğrenmeye çalışan meraklı bir kâşif gibidir. Eğer çocuklar; “Sence neden böyle?”, “Sen olsaydın ne yapardın?”, “Başka neler yapılabilir?”, “Sen bu soruna nasıl bir çözüm bulurdun?” gibi sorularla soru sormaya teşvik edilir ve cesaretlendirilirse merakları daima canlı kalacak ve yaratıcılıkları desteklenecektir. Böylece okul öncesinde STEM çalışmaları ile öğrencilerimiz araştırarak, sorgulayarak, buluş yaparak, bilimsel süreç becerilerini geliştirerek problem çözme yeteneklerine katkı sağlayacaktır.

10.2.2. Okul öncesi eğitim programı STEM yaklaşımını kapsıyor mu?

Araştırmalara göre STEM eğitime erken yaşta başlamak tüm öğrenme süreçlerine olumlu etki etmektedir. Örneğin erken yaşta matematik öğrenimi, çocuğun gelecekteki matematik başarısına ve okuma kazanımına ilişkin öngörüde bulunmayı sağlayabilir (Gonzales & Kuenzi, 2012).

Ulusal Araştırma Konseyi'nin (1996) tanımına göre, STEM eğitsel bir öğretim yaklaşımıdır ve içeriği bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik becerilerini bütünleştirir. Erken çocukluk dönemindeki çocuklar zihinsel ve fiziksel olarak aktiftir. 21. yüzyıl becerilerinin önemli olduğu bilinmektedir ve gelişmiş bir toplum yaratılması için STEM eğitiminin çocukların geleceği üzerinde önemli bir rolü olduğu düşünülmektedir. Partnership for 21st Century Skills'e göre (2011), 21.yüzyıl becerileri; iş birliği yapmak, iletişim kurmak, eleştirel düşünmek ve yaratıcılıktır. Ulusal Araştırma Konseyi'ne (2010) göre ise, rutin olmayan sorunların çözümü, kişisel gelişim, sistematik düşünme, uyum sağlama ve karmaşık iletişim becerileridir. Bunların yanı sıra yenilik, istihdam edilebilirlik ve etkili takım çalışması da 21. yüzyıl becerilerine örnek olarak verilebilir.

Okul öncesi eğitim sürecinden itibaren eğitim programlarının 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek için güçlendirilmesiyle çocukların tüm sorunları çözebileceği düşünülmektedir. 21. yüzyıl becerilerinin STEM konuları üzerindeki etkisi oldukça önemlidir. Kişi günlük hayatında bir sorunla karşılaşır, bu sorunu kendi başına veya bir takımla birlikte çözmeyi başarabilir. Erken çocukluk yıllarında güçlendirilen 21. yüzyıl becerileri sayesinde ilerleyen zamanlarda hem akademik hem de profesyonel anlamda STEM alanlarına ilgi gösterebilir. Buna göre çocukların STEM kariyer alanlarına yönlendirilmesi önerilmektedir. STEM eğitiminin anlamlı olabilmesi için üç temel unsurun kazanılması gerekmektedir: Girişimcilik, istihdam edilebilirlik ve yaratıcılık. STEM eğitimi alan bireyler, karşılaştıkları sorunları çözerken bu unsurları kullanır. Erken çocukluk döneminde STEM eğitime başlanarak çocukların bu özelliklere sahip olmaları sağlanır. Böylece bireyler; eleştirel düşünme, takım çalışması, yaratıcılık, girişimcilik, inovasyon ve iletişim gibi 21. yüzyıl becerilerini kazanırlar. Ayrıca bu bireylerden çevrelerindeki kişilere saygılı, anlayışlı ve demokratik bir şekilde davranmaları beklenir.

10.3. Okul Öncesinde Öğrenme Modelleri ve STEM

10.3.1. 5E Öğrenme modeli

Okul öncesi dönemde çocuklar kavramları ezberleyerek öğrenmezler. Önceden öğrendikleri bilgilerle yeni edindikleri bilgiler arasında bağlantı kurarlar ve bu bilgileri önceki bilgilerin üzerine yapılandırarak öğrenirler. Okul öncesi dönem, çocukların bilimsel süreç becerilerini ve bazı temel kavramları edindikleri önemli bir süreçtir. Günlük yaşamlarında yapılandırarak edindikleri bu kavramlar, çocukların daha sonraki yıllarda soyut olan bilimsel kavramları edinmeleri için çok önemlidir (Kıldan ve Pektaş, 2009). Yapılandırmacı yaklaşım

temelli etkinlikler çocukların bilimsel okuryazarlık ve bilimsel süreç becerileri kazanmalarına katkıda bulunmaktadır (Büyüktaşkapu, 2010). Yapılandırmacı yaklaşım modellerinden biri olan 5E modeli, Roger Bybee tarafından 1970'li yıllarda geliştirmiştir. 5E Modelinin temel amacı, öğrencilerin öğreneceği yeni kavramlarla geçmişte öğrendiği kavramları kaynaştırmaktır. Öğrenciler yaptıkları bu kaynaştırma sayesinde bilgiyi ezberlemek yerine kendileri inşa ederek öğrenmiş olacaklardır. 5E Modeli, disiplinler arası ilişkinin çok rahat bir şekilde kurulduğu ve bilginin günlük hayatla bağlantı kurularak işlendiği bir modeldir (Çepni, 2017). Modelin basamakları şu şekildedir: Giriş (Engage), Keşfetme (Explore), Açıklama (Explain), Derinleştirme (Elaborate) ve Değerlendirme (Evaluate). Basamakların baş harflerinin birleşimi ile bu model 5E ismini almıştır.

Sonuç olarak Okul öncesi STEM eğitiminde 5E modelini kullanmanın oldukça uygun olduğu görülmektedir. Ayrıca 5E Modeli ve STEM eğitiminin içerikleri arasında benzerlikler olduğu için yapılan çalışmaları STEM eğitimiyle bütünleştirmek kolay olacaktır. 5E Modelinde öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmeleri sağlanmakta ve öğrenciler yeni kavramları kalıcı bir şekilde zihinlerinde somutlaştırarak öğrenebilmektedir.

10.3.2. 7E Öğrenme modeli

Bybee ve Eisenkraft yapılandırmacı yaklaşım modellerinden 5E öğrenme modelinin basamaklarını geliştirerek 7E öğrenme modelini oluşturmuşlardır. (Kanlı, 2009). Aslında her iki araştırmacı ortak noktalarda birleşmiş olmalarına rağmen bazı aşamaları farklı yorumlamışlardır. Eisenkraft aşamaları; Ön Bilgileri Yoklama (Elicit), Merak Uyandırma (Engage), Keşif (Explore), Açıklama (Explain), Genişletme (Expand), Değerlendirme (Evaluate) ve İlişkilendirme (Extend) şeklinde yorumlamıştır. Bybee ise; Merak Uyandırma (Engage), Keşif (Explore), Açıklama (Explain), Genişletme (Expand), İlişkilendirme (Extend), Paylaşma/Fikir Alışverişi (Exchange) ve Değerlendirme (Evaluate) şeklinde yorumlamıştır. Bu öğrenme modelinde öğrencilerin konuya ilgilerini çekebilmek ve basamakları daha iyi anlayabilmek için basamaklar genişletilmiştir (Şadoğlu Paliç ve Akdeniz, 2015). Basamakların daha ayrıntılı olması sayesinde öğretimin daha da nitelikli olacağı düşünülmektedir. Ancak bu ayrıntıdan dolayı öğretim daha fazla zaman alacaktır.

Çocukların okul öncesi dönemde aldıkları doğru eğitim, ileri yaşlarında bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerinde etkili olacaktır. Kula'nın (2011) yaptığı bir araştırmada okul öncesi eğitim kurumlarında öğrenim görmüş olan 9. sınıf, 10. sınıf ve 11. sınıf öğrencilerinin daha önce okul öncesi kurumlarda hiç eğitim almamış olan öğrencilerle kıyaslandığında, bu öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini çok daha iyi geliştirdikleri ortaya çıkmıştır. Bu araştırmadan da yola çıkarak okul öncesi dönemde STEM etkinliklerini uygularken yapılandırmacı yaklaşımların kullanılması sayesinde bilimsel süreç becerilerinin gelişeceği sonucuna varılabilir.

10.3.3. Proje tabanlı öğrenme modeli

Okul öncesi eğitim döneminde öğrencilere bilimsel okuryazarlık ve STEM becerileri kazandırmak için üst düzey beceriler ve temel beceriler şeklinde adlandırılan bilimsel süreç becerilerinin kullanılması önemli bir aşamadır. Temel beceriler; sınıflama yapma, sayı ve sembolleri kullanma, gözlem yapma, ölçme, zamanla ilgili kazanımlar; üst düzey beceriler ise hipotez kurma, neden-sonuç ilişkisi kurma, model oluşturma gibi becerilerdir. Okul öncesi dönemde alınan eğitimler daha sonraki yaşlardaki üst düzey bilimsel süreç becerilerini etkilemektedir. Bilimsel süreç becerileri sayesinde öğrencilerde öğrenme kolaylaşır, öğrenirken aktif olurlar, sorumluluk alma duyguları gelişir, araştırma yetenekleri gelişir ve öğrenme kalıcı olur. Bilimsel süreç becerileri kazandırılırken çocukların gelişimsel özelliklerine dikkat edilmesi gerekir. Okul öncesinde proje tabanlı öğrenmenin kullanılması ile bilimsel süreç becerilerinin ve STEM alanına yönelik becerilerin kazandırılması kolaylaşacaktır. Okul öncesinde yapılan proje tabanlı eğitimde amaç çocukları bilim insanı veya mühendis yapmak değildir. Çocuklarda temel düşünme, çevresini tanıma ve hayat problemlerine çözüm üretme becerilerini geliştirmek hedeflenmektedir (Şahin, 2000). Çocuklarda kendi kendilerini yönetme becerisi, bilgisayar kullanma becerisi, sosyal beceriler, sorumluluk alma becerisi gelişir. STEM uygulamaları yapılırken, geleneksel eğitim yöntemlerinin yerine günlük yaşam örneklerini barındıran ve araştırmaya dayalı olan proje tabanlı öğrenme yöntemleri kullanılmaktadır (Özçakır Sümen ve Çalışıcı, 2019).

Proje tabanlı öğrenmenin aşamaları; proje seçimi, amacın belirlenmesi, projenin planlanması, projenin uygulanması, sunumun yapılması ve proje değerlendirilmesi şeklindedir (Şimşek ve Hamzaoğlu, 2020). Proje tabanlı eğitimde çocukların yaşına ve seviyelerine uygun etkinliklerle bir konu üzerinde derinlemesine bir araştırma yapılmaktadır. Bu araştırma genellikle küçük gruplarla bazen de bütün sınıfla ya da tek bir çocuğun katılımıyla yapılabilmektedir. Yapılan etkinliklerle toplanan bilgiler ise şema, grafik, tablo, çizim, resim, model vb. yollarla ortaya konulur. Proje tabanlı öğrenme ile çocuklar yaratıcılıklarını geliştirir, iş birliği ile sorunları çözer, kendi öğrenmelerini kurgular ayrıca gerçek hayat sınıfa taşınır, teknoloji tabanlı öğrenme ortamları oluşur, öğrencilerin hem akademik başarıları hem de sosyal ve duygusal başarıları gelişir. Okul öncesi eğitim programlarında uygulanan proje tabanlı öğrenme ile STEM eğitim yaklaşımı arasında oldukça benzerlik vardır. Proje tabanlı öğrenme yönteminde STEM yaklaşımının hedeflediği 21. yüzyıl becerilerinin birçoğu mevcuttur. Sonuç olarak STEM yaklaşımını uygulamada tüm kademelerde olduğu gibi okul öncesinde de proje tabanlı öğrenme modelinin kullanılması ile amaçlanan kazanımların verimli bir şekilde kazandırılması sağlanacaktır.

10.3.4. İş birliğine dayalı öğrenme modeli

İş birliğine dayalı öğrenmede bir grup öğrenci bir araya gelerek ortak bir amacı gerçekleştirmek için birlikte çalışırlar. Bu yöntem sayesinde öğrencilerin sosyal becerileri, empati kurma, dinleme, liderlik özellikleri, uzlaşma ve transfer edebilme özellikleri gelişir. Öğrenciler hoşgörülü ve saygılı olmayı öğrenirler, birbirlerine karşı olumlu duygular

geliştirirler, demokratik yaşam alışkanlıkları kazanırlar (Kaya, 2013). Bu öğrenme modeli öğrencilerin küçük karma gruplar oluşturdukları ve ortak bir hedef için birbirlerinin öğrenmelerine de yardımcı oldukları, grup başarısının da önemsendiği öğrenme yaklaşımıdır (Gömleksiz, 1993). Bu öğrenme modelinin başarılı olabilmesi için bireysel sorumluluk ve grup amaçları önemlidir. Öğrencilerin birbirlerine yardım etmeleri, birbirlerini cesaretlendirmeleri ve çaba göstermeleri sonucunda grup üyelerinin tamamında öğrenme gerçekleşecektir. İş birliğine dayalı öğrenme tüm sınıf düzeylerinde rahatlıkla kullanılabilir. Yapılan araştırmalar da göstermektedir ki iş birliğine dayalı öğrenme, geleneksel öğrenme yöntemlerinden daha etkili sonuçlar vermektedir. Bu yöntem sayesinde çocuklar daha paylaşımcı, kendine güvenen ve daha sosyal kişilik özellikleri geliştirebilmektedirler. Okul öncesi dönemde de bu yöntemin kullanılması önemlidir. Ayrıca iş birliğine dayalı öğrenme ile STEM eğitiminin birlikte kullanılması daha da etkili sonuçlar yaratacaktır. Yapılandırmacı eğitimin temelini oluşturan gerçek yaşam problemlerini merkeze alan, sorun çözmeye odaklı, kişilerin iş birliği ile birbirlerinin öğrenmelerinden de sorumlu oldukları süreç tasarımı günümüzde mühendislik tasarım süreci adı verilmektedir (Demirel, 2000). Mühendislik tasarım süreci basamakları; problemin tanımlanması, çözüm yollarının araştırılması, en iyi çözüm yoluna karar verilmesi, ilk örnek oluşturulması, oluşturulan prototipin test edilmesi, gerekli olması halinde planın tekrar gözden geçirilmesi şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Bu süreçte hem alana ait disiplin kazanımlarına ulaşmak hem de kişiler arasındaki etkileşimin oluşturulması hedeflenmektedir. Bütün bunların sonucunda öğrenciler Teknoloji, Matematik, Mühendislik ve Fen gibi disiplinlere ait kazanımları elde etmenin yanında etkili iletişim kurabilen, takım çalışması yapabilen, akranlarından öğrenebilen, sorumluluk alabilen bireyler olarak da yetişeceklerdir (Hurst, 2006).

10.4. Günümüzde Okul Öncesinde Hibrit Öğrenme ile STEM

Hibrit uygulama devrin gereği olan yapay zekâyı etkin bir şekilde kullanırken yapılandırmacı yaklaşıma da öncülük eden bir kazanım çalışmasıdır. Beyin temelli öğrenme gibi geçmişten günümüze etkili olan öğrenme yaklaşımına hibrit uygulamaları dâhil etmek, geçmiş ile günümüz arasında köprü kurmayı kolaylaştıracaktır.

Hibrit öğrenme (Harmanlanmış, karma öğrenme), “yalnızca farklı eğitim türlerinin harmanını (genellikle teknoloji ile kolaylaştırılan okul içi ve uzaktan öğrenme) değil, aynı zamanda farklı öğretim yöntemlerinin, pedagojik yaklaşımların ve araçların kombinasyonları gibi diğer karışımları da içeren genel bir terimdir” (Saltidou, 2020). Avrupa Komisyonu'na göre (2021), harmanlanmış öğrenme, çeşitli faktörleri (öğrenme ortamları, yeterlilik geliştirme süreci, duygusal alan ve insanlar) entegre eden bir öğretim ve öğrenme sürecidir. Bu nedenle, karma öğrenmeyi tüm okulun ve tüm ilgili paydaşlarının devam eden gelişimi için de dikkate almak önemlidir.

10.4.1. Hibrit (Harmanlanmış) öğrenme neden gereklidir?

Teknolojinin baş döndürücü bir hızla ilerlediğini gözlemleyip bizzat yaşıyoruz. Yapay zekâ 21. yüzyılda eğitim uygulamalarında sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Tek bir öğrenme modelini kullanmak yerine çok boyutlu öğrenme modellerinin karıştırılmış olarak uygulanması ayrıca yapay zekânın yer aldığı eğitimle ilgili içerik sunan platformlardan ve sosyal medyadan verimli bir şekilde faydalanılması gerekmektedir. Bu gereklilik karşımıza Harmanlanmış Öğrenmeyi çıkarmaktadır.

Harmanlanmış öğrenme ortamı, eğitilenlere web tabanlı öğretim ortamı aracılığı ile istediği yerden istediği zamanda, istediği süre ile ve anında geri bildirim/düzeltilme/pekiştirmeyle çalışabilme gibi birçok fırsat sunar (Saltidou, 2020). Aynı zamanda yüz yüze öğrenme ortamında da beyin fırtınası yapabilme, eğitmen ve eğitilenlerle etkileşimde ve iletişimde olabilme, eğitilenlerin birbirlerinin öğrenme ürünlerini görebilmesi ve inceleyebilmesi, değerlendirebilmesi gibi yüz yüze öğrenme ortamının güçlü taraflarını da ortaya koyar. (Saltidou, 2020). Kendi kendine öğrenmeyi destekleyerek pekiştirir. Değerlendirmeleriyle öğrenmeyi denetleme imkânı elde eder ve tam öğrenmeyi gerçekleştirir. 21. yüzyıl becerilerini her anlamda pekiştiren model ve yaklaşım olduğu için kazanım ve göstergelere ulaşmada yaşayacağımız zorlukların üstesinden gelebileceğimiz hissini deneyimlerir.

10.4.2. Çevrimiçi ve çevrimdışı öğrenim deneyimleri arasında köprü kurma:

Harmanlanmış öğrenmenin uygulanma şekli, öğrenme yerlerindeki duruma (sınıfta ve uzaktan), bununla birlikte kullanılan pedagojik yaklaşımlara ve teknolojiyle ilgili faktörlere (kullanım kolaylığı, erişilebilirlik, kullanılabilirlik vb.) göre belirlenecektir.

Neden harmanlanmış öğrenmeye odaklanmalıyız? Garrison ve Kanuka (2004), harmanlanmış öğrenmenin geleneksel öğretim modelini sorgulaması ve sınıf zamanının daha aktif ve anlamlı etkinliklere odaklanmasına izin vermesi nedeniyle etkili olduğunu savunmaktadır. Garrison ve Vaughan (2008), harmanlanmış öğrenmenin sadece geleneksel öğretim stratejilerine bir “eklentiyi” temsil etmediğini vurgulamaktadır; daha ziyade, mesafeyi yüz yüze karşılaşmalarla harmanlayan öğretme ve öğrenmenin yeniden tasarlanması, öğrenim için yeni olanaklar yaratır.

Harmanlanmış öğrenmeyle ilgili yanılgılar: Maliyetle edinme türü öğrenme etkinlikleri hakkında uzaktan acil öğretim sırasında diğer öğrenme stratejilerinin edinme baskınlığıdır. Harmanlanmış öğrenme yönteminin kullanılması beraberinde birtakım zorlukları ve yanılgıları da beraberinde getirmektedir. Şöyle ki (Koohang, Britz, Seymour, 2006);

- Eğitim verecek kurumun harmanlanmış eğitim verecek “üretim üzerine kurulu program hazırlaması.
- Eğiticilerin harmanlanmış öğrenme kursları için içerik planlaması ve konularına yönelik düzenlemeleri için gerekli zamana ihtiyaç duymaları.

· 21 yüzyıl uzaktan eğitim sisteminin daha verimli olabilmesi için eğitilenlerin hazırbulunuşluklarının hazırlanması.

Bu yaklaşım; öğretmenlerin teknolojik anlamda bilgisini arttırmada, öğrenmeyi diri tutmada ve geri bildirim almada hız kazanma anlamında etkilidir (Koochang, Britz, Seymour, 2006). Bu uygulama öğrencinin öğrenme becerileri eleştirel ve yaratıcı düşüncenin gelişmesi, öğrenme çeşitliliğinin artmasına katkı sunacaktır. Pandemi döneminde Harmanlanmış Öğrenme Yaklaşımı kendi kendini geliştiren bir öğrenme kültürünü teşvik etmeye yardımcı olacaktır. Öğretmenlerin okul içi ve uzaktan öğretim ve öğrenimi anlamlı bir şekilde bütünleştirmelerine yardımcı olabilecek **dört harmanlanmış öğrenme modeli** örneğini sunmaktadır (Maxwell, 2016; Staker ve Horn, 2012).

- Ters Çevrilmiş Sınıf Model
- Bireysel Rotasyon Model
- Esnek Model
- Kendinden Karışım Model

10.4.3. Nörobilim ve Eğitim: Nasıl Bir Köprü Kurulabilir?

Erken çocukluk dönemi, beyindeki sinaps sayısındaki hızlı artış (sinaptogenez) ile karakterize edilir ve bu genişlemeyi bir budama dönemi izler. Gelişmekte olan beyin belirli duyuşal girdilerden yoksun bırakılırsa, bu girdileri işlemekten sorumlu beyin alanlarının daha sonra gelişimde tam olarak gelişemediği gerçeğine hitap etmektedir. Böylece “pencereyi kaçırsanız, bir handikapla oynuyorsunuz” (Rivera, Reiss, Eckert ve Menon, 2005, s.15).

“Yapılan bir fMRI çalışmasında çocukluk ve gençlik dönemlerinde beyindeki bağlantısalılıkların arttığı gözlemlenmiştir. Bir başka çalışmada zihinsel aritmetikle ilgili, öğrencinin yaşıyla birlikte beyin aktivasyonunda ki değişikliklerin ortaya çıkmasıdır” (Rivera, Reiss, Eckert ve Menon, 2005, s.15).

Etkinlik planı sürecinde Hibrit Temel Bileşenleri ile birlikte Beyin Temelli Öğrenme Koşullarına yer verilerek STEM bağlamı kurularak etkin, verimli bir süreç işleyecek ve sonuç olarak farkındalık yaratan bir kazanım ortaya çıkacaktır.

Harmanlanmış öğrenme senaryosunu oluşturmaya başlamadan önce, üç bloklu bir yapıyı izlemek gerekir.

1. Okul içi öğrenmeden önce planlanan faaliyetler
2. Okul içi öğrenme için planlanan faaliyetler
3. Okul içi öğrenme sonrası için planlanan faaliyetler.

10.5. Okul Öncesi Eğitimde STEM Yaklaşımının Gerekliliği

Wolf, LeCraw ve Barton'un (1989) yaptıkları çalışmada öğrenme deneyimi kazanma ve çevreden gelen uyarıcılara tepkiler sonucunda davranış değişikliği ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Uygun bir öğrenme ortamı yaratmak, farklılaştırılmış deneyimlere yer vermek etkili öğrenme için gereklilikler arasında yer almaktadır.

Yapılan araştırmalar sonucunda; 0-6 yaş döneminde öğrenme hızının yetişkinlik dönemine oranla daha hızlı ve en yüksek seviyede olduğu bilinmektedir. Çocukların hayat boyu gerekli olan ileri düzey bilişsel düşünme becerilerini ve bilgi okuryazarlığını kazandıkları dönemdir. Çocukların bu dönemdeki tüm yaşantıları ve deneyimleri diğer eğitim kademelerinde onların akademik hazırbulunuşluklarına yatırımdır. Kula (2011) yaptığı araştırmada okul öncesi eğitim döneminde kazanılan deneyimlerle lise öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Yapılan bu araştırmada okul öncesi eğitimi alan lise öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin okul öncesi eğitimi almayan öğrencilere göre daha üst düzeyde olduğunu tespit etmiştir. Şahin, Güven ve Yurdatapan (2011), yaptığı araştırmada proje tabanlı eğitim uygulamalarının okul öncesi eğitim almakta olan çocukların bilimsel süreç becerileri gelişimi ile bilimsel süreçleri kullanma becerilerinde anlamlı bir ilişki bulmuştur. Tüm bu çalışmalar öğrencilerin yaşamının ileri döneminde gerekli olan deneyimlerde proje tabanlı öğrenmenin ve STEM'in önemli yer aldığını göstermektedir. Bu nedenlerle okul öncesi dönemde verimli, bilinçli ve planlı eğitim ortamları hazırlamak; onların var olan potansiyellerini keşfetmesi ve en üst düzeye çıkarılabilmesi için önemli bir gerekliliktir.

Hazırlanan bu etkili öğrenme ortamında çeşitlendirilmiş deneyimler ile bilginin aktarımı ve uygulamalarda disiplinler arası öğrenilenlerin bütünleştirilmesi gerekmektedir. STEM disiplinler arası çalışmalar ile bütünleştirme çalışmaları mümkündür. Ayrıca öğrenciler STEM çalışmaları ile ilerleyen dönemde karşılaşabileceği her türlü problem ile karşı karşıya gelmekte ve günlük yaşam becerilerini geliştirebilmektedir. Tüm bu kazanımlar düşünüldüğü zaman okul öncesinde STEM önemli bir gerekliliktir.

10.6. Okul Öncesi Eğitimde Bilimsel Süreç Becerileri

Çocuklar düşünebilirler, düşündüklerini sorgulayabilirler. Günümüzde bilgiye ulaşabilen, sorgulayabilen, neden ve nasıl öğrenmesi gerektiğini bilen, olaylar arasında bağlantı kurabilen, gözlem yapabilen, strateji geliştirebilen bireylere ihtiyaç duyulmaktadır. Bilimsel süreç becerisini kazanan çocuklar ileriki yaşamlarında daha üretken, daha başarılı, topluma faydalı, aranılan bireyler olacaklardır (Yağcı, 2016). Bilimsel süreç becerileri literatürünü incelemeyen önce bilimin tanımını yapmak gerekir. Bilim açıklanması zor bir kavramdır. Çünkü bilim;

- a) Matematiksel bir kavram değildir. Karmaşık bir yöntemdir.

b) Durağan değildir, sürekli gelişmektedir.

c) Belirsizlikler vardır.

d) Bazen bilgi olarak ifade edilmekte, bazen de bilgiyi kurma, ortaya çıkarma olarak adlandırılmaktadır.

Bilimin herkes tarafından kabul edilen bir tanımını yapmak zordur. Bu zorluklara rağmen bilimin tanımını yapmak oldukça önemlidir (Çepni, 2018). Herkes bilim insanı olmamasına rağmen günlük hayatta pek çok şekilde bilimle uğraşmaktadır. Bilimsel araştırmalar her alanla ilişkilidir. Sayı, şekil ve biçim gibi pek çok temel matematiksel kavram, bilimsel araştırmaların bir parçasıdır. Çocuklar yaprakları biçimlerine göre sınıflandırabilir, solucanları uzunluklarına göre karşılaştırabilirler (Büyüктаşkapu, 2010). Bloklarla oynarken, kuklaların gölgesini izlerken, farklı malzemelerle ritim aletleri yaparken, bilimsel araştırma yapar, çözümler üretebilirler. Bilimle uğraşabilmek için bilimsel süreç becerilerine sahip olmak gerekmektedir. “Bilimsel süreç becerileri, öğrenmeyi kolaylaştıran, araştırma yeteneği kazandıran, öğrencilerin öğrenme ortamında aktif olmasını sağlayan, öğrenmelerinde sorumluluk alma duygusunu geliştiren ve öğrenmenin kalıcılığını arttıran beceriler olarak tanımlanmaktadır” (Akdeniz, 2005, s.223). “Araştırmacı görevlerle uğraşan öğrenciler bilimin süreçlerini öğrenmeyi daha anlamlı sürdürür ve daha yaratıcıdır. Araştırmacı çalışmanın amaçları bilimsel süreçleri öğretmektir” (Aktamış ve Ergin, 2007, s.12).

Çocukların kullanıp geliştirdikleri süreç ve beceriler bilim insanlarının araştırma yaparken kullandıkları süreç ve becerilerle aynıdır. Doğanın işleyişini kavramak ve yaşanılır ortamlar sağlamak için bilim insanları tarafından bu beceri ve süreçler kullanılır. Bilim insanları da gözlem, sınıflama, ölçüm ve deneyler yapar, sonuçlar çıkarmaya çabalar, hipotezler ileri sürer (Temiz, 2001).

Temel süreç becerileri bilimsel süreç becerilerinin temelini oluşturur. Her öğrenciye mutlaka kazandırılması gereken becerilerdir. Bu beceriler sadece derslerde verilen bilgilerin kolay öğrenilebilmesi için değil, günlük yaşamda da gereklidir (Doğan, 2014). Temel süreç becerileri, okul öncesinden ilkokul üçüncü sınıfa kadar öğrencilere tavsiye edilirken, birleştirilmiş süreç becerileri daha üst kademede okuyan öğrenciler için uygun görülür (Bozkurt, 2005).

İnsan yaşamında bireylerin, karşılaştıkları tüm sorunlara çözüm bulmaları beklenir. Kişiler farklı bakış açılarına sahip olduklarından sorunlara farklı çözümler getirirler. Aktamış ve Ergin (2007)’e göre, bulunan çözümler “o kişilerin ne derece yaratıcı olduklarına bağlıdır. Sorun çözmeyi öğrenme becerisi bilimsel yaratıcılığın gelişimine de katkıda bulunabilir. Bireyler sorun çözmeyi okullardaki eğitim sürecinde yavaş yavaş öğrenirler” (s.1). Can ve Pekmez’e (2010) göre bilimin doğasının ne anlama geldiğini kavramış bir birey; problem çözme becerisine sahip bireylerdir. Ülkelerin ise bilimsel süreç becerilerine sahip bu bireylere ihtiyaçları vardır.

Öztürk'e (2007) göre günümüz dünyasında nasıl ve neden öğrendiğini bilen, bilgilerini anlamlandırabilen, öğrenmesini kolaylaştıracak stratejilerin farkında olan ve bunları kullanabilen, araştıran, sorgulayan, karşılaştığı problemleri çözebilen, çözüm üretebilen, eleştirel ve yaratıcı düşünebilen bireylerin yetiştirilmesinin gerekliliği düşünüldüğünde, öğretmenin sınıfta öğrenci merkezli öğretim yaklaşımı uygulaması zorunlu olmaktadır. Gelişen teknoloji, eğitim ortamları ve yaşam standartları bilimsel süreç becerilerine sahip olan bireylere ihtiyaç duymaktadır. Bu beceriler küçük yaşta çocuklara kazandırılmalıdır.

10.7. Okul Öncesi Eğitimde 21. Yüzyıl Becerileri

Çocuk merkezli bir program olan okul öncesi programı, çocukların oyun yoluyla tüm gelişim alanlarını içine alarak, sağlıklı bireyler olmalarını ve zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarıyla ilkokula hazır hale getirmeyi hedeflemektedir. Özellikle erken çocukluk döneminde ele alınması gereken 21. yüzyıl becerilerinin 2013 okul öncesi müfredatına entegre edilmesi önemlidir (Koçin ve Tuğluk, 2020).

P21 (Partnership for 21st Century Skills / 21.yüzyıl becerileri ortaklığı) kuruluşuna göre üç ana başlık altında toplanılan 21. Yüzyıl becerilerinin alt becerileri şunlardır:

1. Öğrenme ve yenilenme becerileri: Eleştirel düşünme ve problem çözme, yaratıcılık ve yenilenme, iletişim ve iş birliği.
2. Bilgi, medya ve teknoloji becerileri: Bilgi, medya, bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı.
3. Yaşam ve meslek becerileri: Girişimcilik-öz yönelim, üretkenlik, sorumluluk, liderlik, esneklik ve uyumdur.

Bu beceriler kısaca şu şekilde açıklanabilir:

Eleştirel düşünme ve problem çözme: Öğrencilerin doğru bilgiye ulaşma, ulaştığı bilgileri değerlendirmesidir. Erken çocukluktan itibaren gelişen eleştirel düşünme becerisi, soyut düşünme, deneyimleme, oyun, iletişim ve sosyal-duygusal gelişim gibi becerilerin başlangıcını oluşturmaktadır. Okul öncesinde, hikâye tamamlama, fen-doğa etkinlikleri, çocuğun kendisini anlaması-anlatması olanağı sunan etkinliklerle eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri uygulanmaktadır.

Yaratıcılık: Doğuştan var olan yaratıcılık yetisi, çocukta çevreyi taklit etmekle başlar. Merak duygusu ile de yaratıcılıkları gelişir. Dramatizasyon, resim yapma, hikâye anlatma, bir nesneyi modelleme, sanat etkinlikleri, çocukta merak uyandıracak hayvan bakımı, bitki yetiştirme, deney yapma, oyun, müzik gibi etkinliklerde erken çocukluk döneminde yaratıcılıklarını geliştirecek etkinlikler uygulanmaktadır.

İletişim ve iş birliği: Somut düşünme döneminde olan okul öncesi öğrencileri ile kısa ve net olarak, onların anlayacağı şekilde iletişim kurulmalıdır. Kendi akranlarıyla belli görevlerin olduğu takımlar oluşturularak etkin çalışma olanağı sağlayan etkinliklerle de iş birliği sağlanabilmektedir.

Teknoloji, bilgi ve medya okuryazarlığı, okul öncesi dönemde teknolojiyle ilgili görselleri tanıma, kodlama, web 2.0 araçları ile hazırlanan oyun, mantık ve matematiksel beceriler olarak ele alınmaktadır.

Girişimcilik ve öz yönelim; Erken çocukluk döneminde, kendi kendini güdüleyebilme, zamanı etkin kullanma, aldığı sorumluluğu yerine getirme kazanımlarını örnek gösterebiliriz. Yapılan araştırmalara göre, 21.yüzyıl becerileri okul öncesi kademesinde incelendiğinde en fazla sosyal-duygusal alanda becerilerin bulunduğu, öz bakım becerileri ve motor becerilerinde ele alınan kazanımlarda ise 21. yüzyıl becerilerine rastlanmadığı görülmüştür. Bireylerde 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi evrensel okuryazarlığın artması sebebiyle oldukça önem taşımaktadır. Bu beceriler okul öncesi dönemden başlayarak diğer eğitim kademelerinde de desteklenmelidir.

10.8. Okul Öncesi Eğitimde STEM Çalışmalarının Müfredata Entegrasyonu

STEM eğitimi disiplinlerin birbirine entegre edilmesi yoluyla öğretim yaklaşımına dayanmaktadır. Birçok eğitimci küçük çocukların en iyi öğrenmeyi, disiplinlerin birbiri ile birleştirildiği zaman gerçekleştirdiklerini ifade etmişlerdir (Çepni, 2018). “Okul Öncesi Eğitim Programı, çocukların gelişim düzeylerine ve özelliklerine dayanan ve bu anlamda, bütün gelişim alanlarının geliştirilmesini esas alan “gelişimsel” bir programdır. Yaklaşım olarak “sarmal” özellik gösteren bu program, model olarak “eklektik”tir.” (MEB, 2013, s.14). Program bu özelliği itibarıyla STEM yaklaşımı ile örtüşmektedir. Programda 36-66 aylık çocukların gelişim özellikleri, kazanım ve göstergeler ise çocukların gelişimleri ile örtüşen bir bütünlük içindedir. Programdaki kazanım ve göstergelerin çocukların gelişim özelliklerine ve seviyelerine göre alınmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Programdaki kazanım ve göstergeler dışında programda yer almayan bir kazanım ve/veya gösterge, öğretmen tarafından eğitim planına eklenebilir (MEB, 2013). Okul öncesi programının aynı zamanda esnek olması, öğretmenin sınıfın seviyesine göre kazanımları belirlemesi ve tekrar edebilmesi STEM yaklaşımının okul öncesi eğitim kademesinde uygulanmasında kolaylık sağlamaktadır.

Erken çocukluk döneminde merak sayesinde iyi birer gözlemci ve kâşif olan çocuklar farklı yaşam alanlarında doğa bilimleri, fizik, kimya, biyoloji veya matematik gibi isimler bilmeseler de bilim insanı gibi çalışırlar (Ekici, Bardak ve Zadeh, 2018). Bu dönemde meraklı, araştırmacı ve sorgulayıcıdırlar. Bu nedenle sürekli sorular sorarlar. Günlük hayatta karşılaştıkları problemlerin nedenleri ve sonuçları arasında ilişki kurmaya çalışırlar (Akgündüz ve Akpınar, 2018).

MEB Okul Öncesi Eğitim Programı (2013), çocukların meraklarını destekleyen düşünme becerilerini geliştirme üzerine bazı temel bilgiler üzerine kurulmuştur. Bu temel beceriler ve STEM yaklaşımının özellikleri büyük ölçüde örtüşmektedir. STEM eğitimi, çocukların karşılaştıkları problemleri araştırmalarını, çözmelerini ve merak duygularını geliştirerek birer araştırmacı olduklarını savunur. MEB Okul Öncesi Eğitimi Programı (2013), okul aile iş birliği ve çocuk merkezli bağlamlarını da içeren uygun öğrenme ortamlarının gerekliliğinde hazırlanmaktadır. Çocukların gelişim seviyeleri, ilgileri ve ihtiyaçlarına göre tüm gelişim alanlarında çocukları geliştirmeyi hedefleyen ilerleyici bir özelliğe sahiptir. Bu benzerlik, gelecekteki anlayışı belirlemek için ön bilgiye dayanan hiyerarşik yapılar STEM konuları için bir temel oluşturur.

MEB Okul Öncesi Eğitim Programı (2013), çocukların bilimsel süreç becerilerini kazanmalarına olanak verir. Okul öncesi eğitimin oyun temelli öğrenme ile aktif katılım yoluyla ilk deneyimlerini öğrenmeyi destekleyen yöntemler erken çocukluk eğitiminde STEM uygulaması için uygun yöntemlerdendir. Bu nedenle programda yer alan; Türkçe, Dil, Oyun, Drama, Müzik Etkinlikleri; İlgi Merkezleri ile bütünleştirilerek STEM etkinliklerine dâhil edilebilir. Okul Öncesi Programında yer alan Fen ve Matematik etkinliklerine STEM etkinliklerinin temelini oluşturarak mühendislik tasarım sürecinde Sanat etkinlikleri olarak planlamada yer verilebilir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli unsur iyi planlanmış STEM etkinliklerinin olmasıdır. Programda yer alan kazanım ve kavramların STEM yaklaşımı ile benzer özellikler taşıdığı görülmektedir. Bu anlamda STEM programlarının uygulanmasında bu yöntemin kullanılması tüm kademelerinde olduğu gibi okul öncesi eğitimde de amaçlanan kazanım ve göstergelerin verimli bir şekilde kazanılmasını sağlayacaktır (Ekici, Bardak ve Zadeh, 2018).

10.8.1. Okul öncesinde yapılan örnek STEM aktiviteleri

STEM eğitim uygulamalarının amacı 21. yüzyıl becerilerini geliştiren yani kritik düşünebilen, öğrendiği bilgiyi transfer edebilen, aldığı kritik kararları uygulayabilen, iş birliği içinde çalışabilen, teknoloji okuryazarı ve akıllı tasarımlara imza atan mühendislik kabiliyeti gelişmiş nesillerin yetişmesini sağlamaktır (Uğraş, 2017). Bu bağlamda STEM yaklaşımı, uygulamalarında sonuç odaklı değil süreç odaklı etkinlikleri öğrencinin gerçekleştirmesine önem verilir (Yıldırım, 2020). STEM uygulaması yapacak öğretmenlerin öncelikle kendi alan bilgisine hâkim olması, uygulamalarında STEM entegrasyonu yapabilmesi için de yeterli düzeyde ve doğru şekilde STEM eğitimi almış olmaları gereklidir (Uğraş, 2017).

Okul öncesi, çocukların kendilerini ve hayatı tanıyarak geliştikleri bir dönemdir. Çocuğun kendine karışık gelen dünyayı anlayabilmesi için STEM etkinliklerini yaparak yaşayarak öğrenmesi elzemdir (Ekici, Bardak ve Zadeh, 2018). Stem uygulamaları sayesinde çocuklar ihtiyaç duyacakları yeterlilikleri eğlenerek ve deneyimleyerek öğrenirler (Torres vd., 2014). Okul öncesi eğitimde STEM uygulamalarının yapılması, çocukların hangi alana ilgi duyduğunu ve hangi becerilere sahip olduğunu keşfetmelerine imkân sağlar (Yıldırım, 2021).

Çocuklar oyun oynamakta uzadırlar ve içgüdüsel olarak gerçek yaşama hazırlık için oyunu kullanırlar (Torres-Crespo, 2009).

Okul öncesi çocuğun gelişimi açısından kritik dönemler içerir ve bu dönemde aldığı eğitimin içeriği de bu nedenle çok önemlidir. Bu kritik dönemde çocuklar disiplinler arası uygulama süreçleri sayesinde analitik düşünme ve gerekli araçları kullanma becerileri geliştirirler (Akgündüz ve Akpınar 2018).

Etkinlik 1: Çocuklara heyecan verici bir elektrik hikâyesi izletildi. Soyut olan elektrik kavramı bu sayede somutlaştırılarak çocukların anlaması kolaylaştırıldı. Elektrik nasıl keşfedilmişti ve Edison onu bulurken sürekli denemeler yapmıştı. Her defasında başarısız olmasına rağmen vazgeçmedi. Nerede hata yaptığını bulmaya çalıştı ve başardı. Yapılan bu etkinlik sayesinde çocukların bilimsel farkındalıklarını arttırmak için fırsat yaratılmış oldu (Akman, Üstün ve Güler, 2003). Beyin fırtınası tekniği kullanılarak gerçek hayatta elektriği nasıl ve nerelerde kullandığımız sınıfımıza gelirken hangi yollardan geçtiği çocuklar tarafından tartışıldı. Elektriği bir limondan elde edebilir miyiz sorusundan hareketle limon pili deneyi çocuklar tarafından yapılarak küçük bir led ampulün yakılması sağlandı. Çocuklar bu deney sayesinde heyecan verici öğrenme deneyimi yaşadılar (Torres-Crespo, 2009). Çocuklar bu deney esnasında kaç limon kullanmaları gerektiğini, kaç kabloyu birbirine bağlamaları gerektiğini, neden çivi ve bakır kullanıyoruz, akım geçtiğinde ampül yandı mı gibi matematik ve bilim ile ilgili entegrasyonları zihinlerinde kurdular.

Resim 10.1

Etkinlik 1'den bir görsel – 1



Etkinliğin ikinci aşamasında elektriği ve önemini kavrayan çocuklara “Elektrik olmasaydı ne yapardık? Elektrik yerine ne kullanabiliriz?” soruları yöneltilerek mühendislik ve tasarım entegrasyonuna geçildi. Çocuklar bu aşamada tıpkı bir mühendis gibi düşünerek ilk tasarım çizimleri üzerinde çalıştılar. Ardından tasarımlarını hayata geçirmek üzere sınıfta

bulunan artık materyallerden faydalandılar. Bu sırada hepsi kendi tasarımını yapmasına rağmen birbirlerinin tasarımlarına da fikir üretip, yardımcı oldular. Güneş enerjisi ile çalışan doğa dostu araçlar üretme fikrini bularak çeşitli araçlar tasarladılar. İş birliği ve akran öğrenimi doğal olarak ortamda oluştu. Günlük hayattaki matematiği fark ederek kaç tane hangi malzemeden kullanılmalı, dengede durması için neler eklenmeli gibi problemlere çözüm buldular. Sınıf ortamında uygulanan bu STEM etkinlikleri çocukların bilimsel, duyuşsal, sanatsal ve psikomotor becerilerini geliştirmekte çok etkilidir (Yıldırım, 2021). Etkinlik sonrasında ortaya çıkan ürünler görülmeye değerdi. Çocukların etkinlik sürecinde hiç sıkılmadıkları her anından keyif aldıkları gözlemlendi. STEM uygulama süreci sırasında çocukların kendi yeteneklerine olan inançları gelişirken, günlük yaşam becerisi ve deneyimi elde ettikleri saptandı (Campell, 2018).

Son aşamada sürece aileler de dâhil edilerek okul ve ev arasındaki koordinasyonun sağlanması ve çocuklarının çizdikleri tasarımları birlikte teknolojik hale getirmeleri istendi. Aileler hafta sonu çocuklarıyla kaliteli ve eğitici bir süreç ve deneyim yaşadıklarını ve memnun olduklarını söylediler. Çocuklar da evde yaptıkları bu ürünleri sınıfa getirerek nasıl gerçekleştirdiklerini birbirlerine anlatarak araçlarını çalıştırıp keyifle izlediler. Okul öncesinde bir çocuğun hayal ettiği bir aracı gerçek yaşama geçirmiş olması unutamayacağı bir öğrenme deneyimi yaşamasını sağlamıştır (Çakmak, 2010 s.2).

Etkinlik 2. Ağaç Tutkalı ve Peçete ile oluşturulan Astronotlar: Ağaç tutkalı siyah parmak boyası kullanılarak hazırlanan karışımla ay yüzeyi krateri oluşturma uygulaması da uzay temasının eğlenceli aktiviteleri arasındadır.

Resim 10.2

Etkinlik 2'den bir görsel - 1



Uzay etkinlik çalışmaları kodlama robotları kullanılarak da devam ettirilir. Çalışma esnasında çocuklar algoritmik düşünce yapısı geliştirmeyi ve işlem basamakları oluşturmayı keşfederler. Bu etkinlik sırasında çocuklar bilgisayara komut vererek hareket ettirmeyi deneyimleyerek yaşama imkânı bulurlar.

Resim 10.3

Etkinlik 2'den bir görsel - 2



Okul öncesi dönemde verilen STEM uygulamaları ilerleyen yaşlarda çocukların daha üst düzey bilişsel süreç becerileri geliştirmelerini etkilemektedir (Kula, 2011). Okul öncesi dönemde zengin öğrenme deneyimleri yaşayan çocuğun olay, durum, gerçek yaşam arasındaki ilişkiyi kolay algılamasını ve öğrendiklerini düzenleyerek analitik düşünme becerisi geliştirmesini sağlayacaktır.

10.9. Okul öncesinde yapılan STEM projeleri - ulusal ya da uluslararası örneklerle

10.9.1. Proje 1: eTwinning Projeleri

10.9.1.1. Proje Adı: One step recycling one step STEM

Proje; Türkiye, Bulgaristan, Yunanistan, İtalya, Romanya, Litvanya, Polonya ve Portekiz ortaklı uluslararası bir eTwinning projesidir.

Tüketimin azaltılarak doğal kaynakların verimli kullanılması ve atıkların geri dönüştürülmesi günümüzde önemli bir konudur. Daha yaşanabilir bir gelecek için yapabileceğimiz en önemli girişim çocuklarımıza geri dönüşümü öğretmektir. Projede okul öncesi öğrencilerimizde geri dönüşüm bilinci oluşturmak, doğal kaynakları verimli kullanma ve tasarruf yapma bilgi ve becerisini kazandırmak, geri dönüşüm malzemelerinden STEM yöntemiyle tasarımlar yapmalarını sağlamak, öğrencilerimize STEM eğitim yöntemini tanıtmak ve STEM uygulamalarını deneyimlemelerini sağlamak amaçlanmıştır. Ayrıca öğrencilere fen, teknoloji, mühendislik ve matematik becerileri kazandırmak ve öğrencilerin yaratıcı düşünme, problem çözme, analitik düşünme, takım çalışması ve iş birliği becerilerini geliştirmek, merak duygularını uyandırmak projenin hedefleri arasındadır.

Proje sonucunda projede yapılan etkinliklerle öğrencilerin psikomotor, dil, sosyal-duygusal ve bilişsel alanları desteklenmiştir. Öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinden analitik düşünme, sorgulama ve yaratıcı düşünme, kültürlerarası yetkinlik, dijital yeterlilik, iletişim ve iş birliği yeterlilikleri büyük ölçüde gelişmiştir. Öğrenciler tasarım odaklı düşünme sayesinde uyguladığımız STEM çalışmalarında yenilikçi ve yaratıcı fikirler ve çözüme ulaşmak için farklı yollar ortaya koymuşlardır. Grup halinde çalışmayı, sorumluluk almayı öğrenmişlerdir. Öğrencilerin geri dönüşüm ile ilgili bilgileri artmış, çevre bilinçleri gelişmiş, doğal kaynakları verimli kullanma, tasarruf yapma bilgi ve becerileri artmıştır. Öğrenciler erken yaş STEM eğitimi ile tasarım odaklı düşünmeyi öğrenmişler, disiplinler arası bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik becerileri kazanmışlardır. Proje sonunda başvuru yapan 30 ortak, ulusal ve Avrupa kalite etiketi almışlardır. Proje ayrıca İtalya, Polonya ve Bulgaristan'da yılın en iyi projesi seçilerek birincilik ödülleriyle layık görülmüştür.

10.9.1.2. Projenin Adı: Water'STEM

Proje Ortakları: Türkiye-Slovakya

Gelecekte su kaynaklarının tükenmesi tehlikesiyle karşı karşıya kalacağımıza dair her ortamda dikkati çekmek, okul öncesi dönemden itibaren farkındalık yaratmak ve STEM etkinlikleri ile desteklemek amacı ile çalışılan bir projedir. Projede suyun oluşumu, su kaynakları, temizliği ile ilgili çalışmalar yapılmış, su meslekleri tanıtılmıştır. Dünya su rezervleri araştırılmıştır. Proje sonunda BLOOM Taksonomisi basamaklarına uygun okul öncesi STEM etkinlik planları oluşturulmuştur. Öğrenci, öğretmen ve veliler de su tasarrufu ile ilgili farkındalık kazanmışlardır. STEM uygulamaları ile gerçek yaşam problemine çözüm bulmaya çalışılmıştır.

10.9.1.3. Projenin Adı: Miniklerin STE(A)M ve Kodlama Günlüğü

Proje Ortakları: Türkiye-Sırbistan

Erken çocukluk döneminde merak etme, araştırma, problemlere çözüm bulma becerilerini STEM süreçleri ile geliştirmek için amaçlanan bir projedir. Proje süresince

öğrenciler tarafından deneyler , web2 araçları ve kodlama etkinlikleri ile tasarımlar yapılmış ve sonucunda ürün ortaya çıkarmışlardır.. STEM disiplinleri ile öğrenciler günlük hayatta yakın çevrelerinde sık sık karşılaştıkları durumlara çözümler üretmişlerdir. Proje sonucunda bilgiyi alma ve sonraki süreçlerde bu bilgiyi disiplinler arası kullanmaları kolaylaşmıştır.

10.9.1.4. Projenin Adı: [Let's teach and learn STEM](#)

Proje Ortakları: Türkiye- Azerbaycan

Okul öncesi dönem STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) etkinliklerinin ders müfredatına entegre edilmesini sağlayarak, okul öncesi dönemden itibaren STEM eğitiminin yaygınlaşmasını sağlamayı ve küçük yaştan itibaren geleceğin meslekleri ile tanışmayı ve mühendislik alanlarına ilgiyi artırmaya çalışmayı hedefleyen bir projedir. Proje sonunda 100 okul öncesi öğretmeni STEM yaklaşımı, planlaması ve uygulamasında pratiklik kazanmışlardır. Okul Öncesi Eğitim Programı çerçevesinde 5E Öğrenme Modeli Okul Öncesi STEM Etkinlik planları oluşturulmuştur. Proje ortağı okullar proje etkinlikleri ile STEM Okul Etiketini almışlardır. STEM Discovery Campaign ve Codeweek etkinliklerine katılım sağlanmıştır. Projede başvuran 90 ortak ulusal ve Avrupa kalite etiketi almışlardır. Ayrıca EYFOR 11 Altın Meşale ödülleri kapsamında en iyi eTwinning projesi kategorisi ödülünü almıştır.

10.10. Sonuçlar

STEM yaklaşımının okul öncesinden başlayarak yükseköğrenimin sonuna kadar uygulanması öğrencilerin gelişimlerine ve üretime katkı sağlamaları açısından destek sağlayacaktır. Kısa sürede büyük işlerin yapılması gün geçtikçe fazlasıyla hissedilmektedir. 21. yüzyıl bireylerin üretken olabilmesi için birçok alanda yeterli bilgi birikimine sahip olmalarının yanında; özellikle mühendislik alanında yeterli bilgi ve beceriye sahip olmalarını gerektirmektedir (Ekici, Bardak ve Zadeh, 2018).

Bu alana ilginin artması ve bireylerin erken çocukluktan itibaren yönlendirilmesi önem kazanmaktadır. STEM yaklaşımının desteği ile aktif öğrenen, eleştirel düşünen, problem çözen öğrencilerin belirlenen hedeflere ulaşmasında kolaylık olacaktır. Eğitim programının verdiği bilgileri gerçek yaşamda kullanabilen nesillerin öğrenmelerinin de kalıcı olmasını sağlayacaktır.

Okul öncesi öğretmenleri tarafından sınıflarında STEM etkinlikleri uygulayabilmeleri için gerekli yeterliliklerinin sağlanması çalışmalara destek sağlayacaktır. Ayrıca yapılan eTwinning, Erasmus ve Tübitak projelerinin teşviki, sayılarının artırılması STEM yaklaşımının okul öncesi eğitim kademesinde yaygınlaşmasına olanak sağlayacaktır.

10.11. Kaynaklar

Akdeniz, A.R. (2005). Problem çözme, bilimsel süreç ve proje yönteminin fen eğitiminde kullanımı. Fen ve teknoloji öğretimi. Çepni, S. (Ed.). Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Akgündüz, D. ve Akpınar, B. C. (2018). Okul Öncesi Eğitiminde STEM Uygulamaları. D. Akgündüz (Ed.), *Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi*, Ankara: Anı Yayıncılık.

Akman, B., Üstün, E. ve Güler, T. (2003). 6 yaş çocuklarının bilimsel süreçlerini kullanma yetenekleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 11-14.

Aktamış, H. ve Ergin, Ö. (2007). Bilimsel süreç becerileri ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 11-23.

Ayvacı, H. Ş. (2010). Okul öncesi dönem çocuklarının bilimsel süreç becerilerini kullanma yeterliliklerini geliştirmeye yönelik pilot çalışma. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 4-19.

Başaran, M. (2018). *Okul öncesi eğitimde STEM yaklaşımının uygulanabilirliği (eylem araştırması)*. Doktora Tezi, Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep

Bıyıklı, C. (2013). *5E Öğrenme Modeline Göre Düzenlenmiş Eğitim Durumlarının Bilimsel Süreç Becerileri, Öğrenme Düzeyi ve Tutuma Etkisi*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Bozkurt, O. (2005). *İlköğretim 6.sınıf fen bilgisi dersinin Dunn ve Dunn öğrenme stili modeli kullanılarak öğretilmesinin öğrencilerin akademik başarı, tutum ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Büyüктаşkapu, S. (2010). *6 yaş çocuklarının bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye yönelik yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bir bilim öğretimi programı*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

Campbell, C., Speldewinde, C., Howitt, C., & MacDonald, A. (2018). STEM practice in the early years. *Creative Education*, 9(01), 11.

Can, B. ve Pekmez, E. Ş. (2010). Bilimin doğası etkinliklerinin ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesindeki etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 113–123.

Catherwood, D. (1999). New Views on the Young Brain: Suggestions from Developmental Psychology to Early Childhood Education. *Current Issues in Early Childhood*, 1, 23-35. <https://doi.org/10.2304/ciec.2000.1.1.4>

Çakmak, Ö. Ç. (2010). Okul öncesi eğitim kurumlarında aile katılımı. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 1-18.

Çepni, S. (Ed.) (2017). *Kuramdan Uygulamaya STEMAE Eğitimi*. 1.Baskı, Ankara: Pegem Akademi.

Çepni, S. (2018). *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi*. 3.Baskı, Ankara, Pegem Akademi.

Demirel, Ö. (2000). *Kuramdan Uygulamaya Eğitimde Program Geliştirme*. 3. Baskı, Ankara, Pegem Yayıncılık.

Doğan, İ. (2014). *Okul öncesi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin belirlenmesi*. Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Ekici, Y. Bardak, M. ve Zadeh, M. Y. (2018). Erken Çocukluk Döneminde STEM. A. Kırkiç & E. Aydın (Eds.), *Merhaba STEM Yenilikçi Bir Öğretim Yaklaşımı*. Konya: Eğitim Yayınevi.

Garrison D. R. ve Vaughan N. D. (2008). [Blended learning in higher education: Framework, principles, and guidelines](#).

Garrison, D.R. ve Kanuka, H. (2004): Harmanlanmış öğrenme: Yüksek öğrenimdeki dönüştürücü potansiyelini ortaya çıkarmak, *İnternet ve Yüksek Öğrenim*, 7(2), 95-10.

Gonzales, H. B. & Kuenzi, J. F. (2012). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. Congressional Research Service. <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf>

Gömlüksiz, M. (1993). *Kubaşık Öğrenme Yöntemi ile Geleneksel Yöntemin Demokratik Tutumlar ve Erişmeye Etkisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Hurst, K. (2006). *Mühendislik Tasarımı İlkeleri*. (Çev. Faruk İnaltekin), Bileşim Yayınları Teknik Kitaplar, İstanbul.

İdin, Ş. (2018). *An Overview of STEM Education and Industry 4.0. Research in Highlights in STEM Education*.

İdin, Ş. (2017). 7. Bölüm: STEM Yaklaşımı ve Eğitime Yansımaları (Ed. Ersin Karademir). *Örnek ve Uygulama Destekli Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Beceri Etkileşimi*, 257-288.

Kanlı, U. (2009). Yapılandırmacı Kuramın Işığında Öğrenme Halkası'nın Kökleri ve Evrimi-Örnek Bir Etkinlik. *Education and Science*, 34(151), 45-64.

Kaya, S. (2013). *İşbirlikli Öğrenme ve Akran Değerlendirmenin Akademik Başarı, Bilişüstü Yeti ve Yardım Davranışlarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sivas.

Koçin, B. ve Tuğluk M. N. (2020). 2013 okul öncesi eğitim programının 21.yüzyıl becerileri açısından incelenmesi. *Ulakbilge*, 49(1) 621-649.

Köksal, O. (2014). 7E Modeline Göre Düzenlenmiş Öğretim Etkinliklerinin 6. Sınıf Öğrencilerinin İngilizce Dersindeki Başarılarına, Tutumlarına ve Kalıcı Öğrenmelerine Olan Etkisinin İncelenmesi. *International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9 (5), 1459-1475.

Koohang, A. Britz, J. Seymour, T. (2006). Hybrid/Blended Learning: Advantages, Challenges, Design, and Future Directions.

Kula, G. (2011). *Okul öncesi eğitimin 9., 10. ve 11. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisi: Polatlı ilçesi örneği*. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Maxwell, C. (2016). What blended learning is - and isn't. <https://www.blendedlearning.org/what-blended-learning-is-and-isnt/>

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). Okul Öncesi Eğitim Programı. Ankara: MEB.

National Research Council. (2011). Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. USA: National Academies Press.

Özçakır Sümen, Ö. ve Çalışıcı, H. (2019). STEM Proje Tabanlı Öğrenme Ortamında Sınıf Öğretmeni Adaylarının Geliştirdikleri Matematik Projelerinin İncelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(1), 238-252.

Öztürk, S. (2007). *Yaratıcı Düşünmeye Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Öğrencilerin Yaratıcı Düşünme ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

Partnership for 21st Century Skills (P21). (2011). P21 common core toolkit: A guide to aligning the common core state standards with the framework for 21st century skills. The partnership for 21st Century Skills, Washington, D. C.: Partnership for 21st Century Skills.

Rivera, S. M., Reiss, A., Eckert, M. A., & Menon, V. (2005). Developmental changes in mental arithmetic: evidence for increased functional specialization in the left inferior parietal cortex. *Cerebral Cortex*, 15(11), 1779-1790

Saltidou, E. (2020). Harmanlanmış Öğrenimi Keşfedin Modül1. schooleducationgateway.eu

Staker, H., & Horn, M. B. (2012). Classifying K-12 blended learning. Innosight Institute. <https://web.archive.org/web/20130821034813/http://www.innosightinstitute.org/innosight/wp-content/uploads/2012/05/Classifying-K-12-blended-learning2.pdf#>

Şadoğlu Paliç, G. ve Akdeniz, A. R. (2015). 7E Öğrenme Modeline Yönelik Tasarlanan Materyallerin Lise Öğrencilerinin Modern Fizik Başarılarına Etkisi. *Bilgisayar ve Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(5), 96-129.

Şahin, F. (2000). Okul öncesinde fen bilgisi öğretimi ve aktivite örnekleri. Ya-Pa yayınları, İstanbul.

Şahin, F, Güven, İ. ve Yurdatapan, M. (2011). Proje Tabanlı Eğitim Uygulamalarının Okul Öncesi Çocuklarında Bilimsel Süreç Becerilerinin Gelişimine Etkisi. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 33, 157-176.

Şimşek, F. ve Hamzaoğlu, E. (2020). Okul Dışı Gerçekleştirilen Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının Ortaokul Öğrencilerine Etkisinin Araştırılması. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18, 395-404.

Temiz, B.K. (2001). Lise 1. Sınıf fizik dersi programının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye uygunluğunun incelenmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Toran, M. (2011). Montessori yönteminin çocukların kavram edinimi, sosyal uyumları ve küçük kas motor becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Torres-Crespo, M. N. (2009). Exploring gender roles through children's play episodes in an early childhood setting, as part of Puerto Rican culture: A qualitative study.

Torres-Crespo, M. N., Kraatz, E., & Pallansch, L. (2014). From Fearing STEM to Playing with It: The Natural Integration of STEM into the Preschool Classroom. *SRATE Journal*, 23(2), 8-16. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1044758.pdf>

Uğraş, M. (2017). Okul Öncesi Öğretmenlerinin Stem Uygulamalarına Yönelik Görüşleri.

Uyanık Balat, G ve Günşen G. (2017) "Okul Öncesi Dönemde STEM Yaklaşımı" *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 42.

Wolf, S. L., LeCraw, D. E., & Barton, L. A. (1989). Comparison of motor copy and targeted biofeedback training techniques for restitution of upper extremity function among subjects with neurologic disorders. *Physical Therapy, 69*(9), 719–735.

Yağcı, M. (2016). Okul öncesi dönem çocuklarının bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinde doğa ve çevre uygulamalarının etkisinin incelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.

Yıldırım, B. (2021). Preschool STEM activities: Preschool teachers' preparation and views. *Early Childhood Education Journal, 49*(2), 149-162.

BÖLÜM 11: EDEBİYAT EĞİTİMİNDE STEM ÇALIŞMALARI

Özlem SENAN & Nurdan ÖZEL

Bölüm Özeti: Son yılların en büyük eğitim hareketlerinden biri olarak kabul edilen STEM eğitimi, öğrencileri fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinde bütüncül olarak eğitmeyi hedefleyen bir yaklaşımdır. Günümüzde; ezbercilikten uzak, teorik değil pratik eğitimin pekiştirilmesi büyük önem arz etmektedir. STEM yaklaşımı, hâlihazırda uygulanan müfredatın içeriğini canlandıran ve yenileyen bir etki katacaktır. Bununla birlikte öğrencilerin, yaratıcılıklarının gelişmesine de çok önemli katkı sağlayacak, onların yeni buluşlar yapmalarına olanak tanıyacaktır. Öğrenciler; olaylar üzerinde sebep ve sonuç bağlantısını kurma yeteneğini öğrenecek, bunu tüm meslek yaşamlarında kullanabilme imkânına sahip olacaklardır. Hem esnek düşünme hem de kendilerine güvenme yetenekleri gelişecektir. STEM uygulamaları ile birlikte yeni ürünlerin elde edilmesi, eko sistemimiz açısından da avantajlı olacaktır. Bu yaklaşım, ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde Türk Dili ve Edebiyatı dersinde çok fazla uygulanmamıştır. Neden STEM uygulamalarında edebiyat kullanılmalıdır? Sosyal bilimlerle etkileşim içerisinde olan edebiyatın diğer disiplinler ile ilişkisi somut bir göstergeden ziyade soyut ve daha derin bir özellik taşır. Edebiyatta da düşüncenin söze belli bir kompozisyonla aktarımı söz konusu olduğundan mantık ve akıl yürütme önem teşkil eder. Edebiyat; öğrencilerin düşüncelerini keskinleştirmesine, karmaşıklığının ve empati kurmasına yardımcı olur. Bu da yeni sorular sormalarına, daha iyi çözümler bulacakları karmaşık bir dünya görmelerine ve empati kurarak farklı insanların dünyasını yaşamalarına izin verir. Bu bağlamda Türk Dili ve Edebiyatı dersi, disiplinler arası çalışmayı geliştirme düşüncesiyle STEM programının içine dâhil edilmeli ve öğretmenlerin öğrencileri ile uygulayabilecekleri etkinlik örneklerine yer verilmelidir.

Anahtar Kelimeler: STEM Eğitimi, Türk Dili ve Edebiyatı, Yaratıcılık

11.1. Giriş

STEM kavramı; science (fen bilimleri), technology (teknoloji), engineering (mühendislik) ve mathematics (matematik) kelimelerinden yola çıkılarak oluşturulmuştur. Bu aşamada Science kelimesinin bilim ya da fen olarak çevrilmesi farklı görüşlere yol açmaktadır. Kavram yanlışlarını anlamak için STEM eğitiminin iyi şekilde bilinmesi gerekmektedir.

2023 Eğitim Vizyonumuzun temel amacının çağın ve geleceğin becerileriyle donanmış ve bu donanımı insanlık yararına sarf edebilen, bilime sevdalı, kültüre meraklı ve duyarlı,

nitelikli, ahlaklı bireyler yetiştirmek olduğunu göz önünde bulundurduğumuzda; bugünün edebiyat öğretmenlerinin kendilerini ve öğrencilerini STEM ile tanıştırmının yollarını aramaları gerektiği görülmektedir.

Teknoloji ve internetin hayatımıza girmesiyle bakış açımızı değiştirmemiz gerektiği gerçeği ortaya çıkmıştır. STEM eğitimi, yalnızca bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin becerilerini öğretmekle kalmayıp aynı zamanda bu becerileri yorumlama, iletişim, analiz ve sentezin temel süreçleriyle birleştirmenin de yollarını öğreten bir öğretme ve öğrenme ortamı sağlar.

“Edebiyat eğitimi ise, çağdaş eğitim yaklaşımlarını kendisine hareket noktası olarak bireylerin kendilerini gerçekleştirme, gizli güçlerini ortaya koyma ve geliştirme, kendisiyle ve içinde yaşadığı toplumla barışık olmalarını sağlama, millî ve evrensel değerlerle donanma, Türkçeyi doğru ve güzel kullanma, kendisini sözlü ve yazılı olarak ifade edebilme gibi görevleri yerine getirmekle yükümlüdür.” (Güzel,2006).

Neden STEM uygulamalarında edebiyat kullanılmalıdır? Dil ve edebiyat; mevcut tüm okul müfredatının ayrılmaz bir parçasıdır. Okunan hikâye ve romanlar; öğrencilerin hayal gücünü arttıracak ve farklı çözümler sunacak potansiyele gelmelerine sebep olurlar. Bazı hikâyeler, öğrencileri tasarımlar üretmeye ve STEM’e bağlanmaya teşvik eder. Edebiyatın beşerî bilimlerde kullanılmasına ilişkin var olan modeller, onun STEM’le, liderlik programlarıyla ve profesyonel programlarla bütünleşmesi için de geçerlidir (Cal, 2017).

Bu çalışmanın amacı; Türk Dili ve Edebiyatı derslerinde STEM yaklaşımının kullanılabileceğini farkındalığını oluşturmaktır. Çalışmada; Türk Dili ve Edebiyatı dersinde STEM çalışmalarının önemi, alanyazındaki çalışmalar, dil ve edebiyat dersinde Avrupa’da yapılan örnek STEM çalışmaları, Türk Dili ve Edebiyatı dersinde yapılan örnek bir uygulama anlatılacaktır.

STEM örnek uygulaması 9. sınıfların Türk Dili ve Edebiyatı Dersinin “Biyografi” konusunda işlenmiştir. Uygulama Türkiye’de 7 ilden 9 farklı okulun 9. sınıf öğrencileri ile yapılmış ve 10 ders saati sürmüştür. STEM planı, 5E Öğrenme Modeline göre hazırlanmıştır.

11.2. Türk Dili ve Edebiyatı dersinde STEM çalışmalarının önemi

STEM entegrasyonu yedi basamaktan oluşmaktadır. Birinci aşamada alan belirlenir. İkinci aşama, belirlenen alan kapsamında öğretilmek istenen konunun belirlenmesidir. Üçüncü aşama, belirlenen konunun diğer disiplinlerle olan ilişkisinin gösterilmesidir. Bu aşamada diğer disiplinlerle ilgi kurularak yeni bir içerik oluşturulur. Dördüncü aşamada, uygun etkinlikler tasarlanır. Beşinci ve altıncı aşamada STEM etkinlikleri uygulanır ve değerlendirilir. Bu aşamalar dikkate alınarak bir ders planı hazırlanır.

Bu aşamalardan bahsedilmesinin nedenlerinden biri edebiyat dersinin öncelikle günlük hayatla barışık bir ders olmasıdır. Bir yerde insan varsa orada edebiyat da vardır. Konuya bu açıdan bakıldığında STEM yaklaşımının edebiyat derslerine entegrasyonu uygundur.

Ancak; sınıf düzeyleri ve fen, matematik dersleri müfredatları göz önünde bulundurularak çok iyi planlama yapılması gerektiği de bir gerçektir. Fen ve matematik müfredatlarına bakılarak aynı hafta işlenecek konular incelenerek ve bu konulardan nasıl yola çıkılacağı düşünülerek edebiyat konularına entegre edilebilir. Bu konuda zümreler bazında ortak çalışmalar yapılması daha uygun olacaktır.

Örneğin; Edebiyat dersinde öğrencilerin okuduğu ya da bilinen bir romandan yola çıkılarak tasarım görevi verilir. Roman türü ile ilgili bilgilendirme yapılır. Öğrencilerden verilen konuyla ilgili araştırma yapmaları istenir. Bu konudan yola çıkılarak Fizik dersi için “.....” konusu değerlendirilir. Matematik dersi için; incelenip hesaplatılır. Bu konu ile ilgili bir senaryo oluşturulup proje üretilir. Son aşamada tasarlanan ürünler değerlendirilir.

Edebiyat derslerinde öğretmenler STEM fikirlerini kullanarak karakterleri hayata geçirebilirler. Sadece metni okumak ve soru sormak yerine, öğretmenler öğrencilere karakter modelleri oluşturmak veya romanda geçen bir yeri tasarlamak için STEM becerilerini kullanabilecekleri görevler verirler. Tutarlı bir hikâye kurgusu oluşturmak, karmaşık bir mühendislik tasarım problemi gibidir: adımlar tekrarlanır ve hikâye, nihai resim herkes için netleşene kadar revize edilir (Vines, 2020).

Lise öğrencileri, edebiyatı hayata geçirmek için devreleri ve bilgisayar programlamayı kullanarak daha da ileri gidebilir. Bir sayfada sadece kelimeler yerine karakterler, çizimler ve kendi hayal ettikleri olabilir. Öğretmenler ayrıca öğrencilerin geleneksel kitap raporları yerine bilgisayar araçlarını (web2.0) kullanarak STEM aktiviteleri yapmasını sağlayabilir.

Çok çeşitli şekillerde edebiyat ve STEM çalışmasını birleştirmek kolaydır. Öğrenciler farklı konuların birbirini tamamladığını öğrendikçe, aynı zamanda düşünmenin farklı yollarını da öğrenecektir.

11.2.1 Alanyazındaki Çalışmalar

İnternette yapılan inceleme sonucunda ülkemizde alanyazın çalışmalarında STEM yaklaşımı ile ilgili olarak akademik yazı ya da makaleye rastlanmamıştır. Ancak STEM ile ilgili birçok sitede edebiyat konu ve kazanımlarıyla STEM uygulaması yapıldığı gözlemlenmiştir. Dilbilgisi çalışmalarında eş anlam terazisi etkinliği yapılmıştır. Bu çalışmada öncelikle ahşap malzeme kullanılarak bir terazi oluşturulmuştur. Daha sonra küçük kutuların içerisine ağırlıklar konulmuş ve üzerlerine eş anlamlı kelimeler yazılmıştır. Aynı anlama gelen kelimelerin kutularına aynı değerdeki ağırlıklar yerleştirilmiştir. Öğrenciler kelimeleri terazinin kefelerine koyarak eş anlamlarını bulmaya çalışmaktadır. Bu etkinlikte fen bilimleri dersindeki kuvvet hareket ve basit makineler konusundan, matematik dersindeki ağırlık

birimleri konusundan ve tasarım becerilerinden faydalanılarak çok disiplinli bir çalışma yapılmıştır (Uluyol ve Pehlivan, 2019).

STEM ve edebiyat alanındaki bir diğer çalışma da coğrafya ile edebiyat aynı paydaya alınarak oluşturulmuştur. Jules VERNE'in 1889 yılında yayımlanan "Ne Altı Var Ne Üstü" romanında, kuramsal bilgileri teknoloji ve mühendisliğin pratiği ile harmanlayarak hayata değer katacak yenilikleri hangi yöntemlerle ortaya çıkardığı açıkça görülmektedir. Buna ek olarak, romanda yer alan karakterlerin STEM eğitiminin bir parçası olan 21. yüzyıl becerileri ile donatıldıklarını görülürken karakterler yer yer "Maker Hareketi"nin ruhunu yansıtan tutumları ile de dikkat çekmektedir (Yüksel, 2016).

STEM uygulamalarında yaratıcı dramadan yararlanmak için STEM'in belirli amaçlarına uygun bir etkinlik planı hazırlamak ve uygulamak mümkündür. Doğaçlama ve değerlendirme aşamalarında öğrencilerin fen ve matematik bilgilerini teknoloji ve mühendislik olanakları ile bütünleştirerek bir ürün ortaya çıkarmak mümkündür. Böylece öğrenciler, STEM'in amaçları arasında yer alan problem yaratma ve çözme amacının yanı sıra grup içinde iş birliği ve sorumluluk çerçevesinde amaca uygun bir ürün üretmeye çalışabilirler. Bu açıdan bakıldığında, STEM uygulama sürecinde yaratıcı dramanın kullanılmasının yararlı olabileceği ve STEM uygulamalarında eğitimin duyuşsal yönünü zenginleştirip katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Özsoy ve Özyer, 2018).

11.2.2. Dil ve Edebiyat dersinde Avrupa'da yapılan örnek STEM çalışmaları

İnternette yapılan inceleme sonucunda Avrupa'da dil ve edebiyat dersinde STEM yaklaşımı ile ilgili olarak akademik yazı ya da makaleye rastlanmamıştır. Ancak STEM ile ilgili birçok sitede edebiyat konu ve kazanımlarıyla STEM uygulaması yapıldığı gözlemlenmiştir. Bazı makalelerde "Novel Engineering" (roman mühendisliği) kavramı ile karşılaşılmıştır (Novel Engineering, 2021). Bu kavramdan da anlaşıldığı gibi mühendislik; edebiyat dersinin okuryazarlık becerilerini arttırma, problem senaryoları oluşturma, okuduğunu anlama, yaratıcı ve analitik düşünme becerisi geliştirme bağlamıyla birleştirilmiştir.

Çocuklardan ilham alan ve araştırmaya dayalı olan Roman Mühendisliği, mühendislik ve okuryazarlığı ilkökul ve ortaokulda birleştirmek için yenilikçi bir yaklaşımdır.

Öğrenciler, problemleri tanımlamalarına, gerçekçi çözümler tasarlamalarına ve okuryazarlık becerilerini pekiştirirken Mühendislik Tasarım Sürecine katılmalarına yardımcı olan mühendislik tasarımı zorluklarının temeli olarak mevcut sınıf literatürünü (hikâyeler, romanlar ve açıklayıcı metinler) kullanır (Novel Engineering, 2021; Yüksel, 2016).

Öğretmenler sürekli olarak mühendislik ve okuryazarlığın entegrasyonunun sinerjik ve güçlü olduğunu belirtmektedir. Hikâyeler, karmaşık ortamlar (mühendislik tasarım bağlamları) ve gerçek sorunları ve ihtiyaçları olan karakterler sağlar ve öğrencilerin işlevsel mühendislik

çözümleri tasarlayarak bu karakterlere yardım etme arzusu, metinlerin daha derin bir şekilde okunmasını ve anlaşılmasını motive eder. En önemlisi, öğrenciler okudukları, yazdıkları, tasarladıkları ve inşa ettikleri şeyler konusunda heyecanlanırlar. Bu heyecan öğrencilerin hem mühendislik hem de okuryazarlık konusunda ilerleme kaydetmelerinin yanı sıra birlikte çalışma, yaratıcı ve analitik düşünme ve fikirlerini iletme becerilerinde ilerlemelerine yardımcı olur (NSTA Reports, 2020).

Bir çalışmada İngiliz Edebiyatı dersinde okunan roman ya da hikâye ile ilgili bir park ya da ev tasarımı yaptırılmıştır (Bible, 2021). “Sineklerin Tanrısı” romanındaki karakterin üç ihtiyacından yola çıkılarak bir barınak inşa ettirilmiştir. Bu uygulama yapılırken STEM basamakları kullanılmıştır. Sitedeki diğer örnekler bakıldığında roman ya da hikâye yoluyla STEM yaklaşımının uygulamaları gözlenmektedir.

Lynch’e (2018) göre yine edebiyat dersinde STEM yaklaşımının kullanıldığı görülmektedir. *“Fen ve matematik geleneksel olarak edebiyat ve beşerî bilimler derslerinden ayrılmış olsa da günümüz edebiyat öğretmenleri öğrencilerini STEM kullanarak meşgul etmenin yollarını arıyor.”* sözleriyle Avrupa’da da STEM yaklaşımında edebiyat kullanımının arttığı anlaşılmaktadır.

11.2.3. Türk Dili ve Edebiyatı dersinde yapılan STEM çalışmaları

Türk Dili ve Edebiyatı derslerinde de STEM yaklaşımının kullanılabileceği ve öğrencilerin bu şekilde diğer derslerin kazanımlarıyla kolayca bağlantı kurabileceğini göstermek adına 2020-2021 eğitim-öğretim yılında “Edebiyatın STEMi” adlı bir eTwinning projesi uygulanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ortak okulların öğretmenleri ile 10. sınıf Türk Dili ve Edebiyatı üniteleri ve kazanımları ele alınarak STEM planları hazırlanmış, proje final ürünü olarak e-book halinde sunulmuştur. Ayrıca projedeki okullarla birlikte 9. sınıfların Türk Dili ve Edebiyatı dersinin “Biyografi” konusu STEM yaklaşımı ile işlenmiştir. Uygulama Türkiye’den 7 il, 9 farklı okulun 9. sınıf öğrencileri ile yapılmış ve 10 ders saati sürmüştür. STEM planı, 5E öğrenme modeline göre hazırlanmıştır.

Uygulamada Türk Dili ve Edebiyatı Biyografi ünitesi kazanımları, Matematik dersi doğrunun analitik incelenmesi ünitesi kazanımları, Fizik dersi optik ünitesi kazanımları üzerinde durulmuştur.

STEM uygulaması; ana ders olan Türk Dili ve Edebiyatı dersi konusu ile başlamıştır. Biyografi konusu 5E modelinin giriş, keşfetme ve açıklama bölümlerinde işlenmiş; derinleştirme bölümünde diğer disiplinlerle bağlantı sağlanmıştır. Disiplinler arası bağlantının sağlanabilmesi için bir senaryo oluşturulmuştur. Bu senaryo fotoğraf sanatçımız Ara GÜLER’in biyografisinden yola çıkılarak düzenlenmiştir:

“Zamanı durdurmak mümkün mü? Belki zamanı durduramayız ya da henüz zaman makinesi icat edilmedi. Ancak zamanı durduran makine çok uzun süredir bizimle birlikte.

Yaşadığınız güzel ânları hafızanıza kazımanız mümkün. Bunun daha da kolay yolu, onları bir fotoğraf karesi içerisine almak. Bu o kadar kolay bir hale geldi ki bugün herkesin kolayca ulaşabildiği, yanında taşıyabildiği, çoğaltabildiği ve bilgisayarlara aktarabildiği bir şeye dönüştü.”

Ünlü fotoğraf sanatçısı Ara Güler, “En iyi makina en iyi fotoğrafı çekseydi, en iyi daktiloya sahip olan da en iyi romanı yazardı.” demiştir. Önemli olan iyi bir makineye sahip olmak değil, onu nasıl kullanacağını bilmektir. Bir fotoğraf makinesi yapmaya ne dersiniz?”

Senaryonun verilmesi, araştırma ve keşfetme aşamaları ile diğer ders kazanımlarının hatırlatılmasından sonra öğrencilerden tasarımlarını yapmaları ve videoya çekmeleri istenmiştir. Pandemi nedeniyle yüz yüze ders yapılamadığından online ortamda işlenen ders sonucunda tasarımlar da bireysel olarak alınmıştır.

Öğrenciler; dersin sonunda yaptıkları tasarımlarla fotoğraf makinesinin tarihçesi, yapım aşamaları ve uygulama alanlarını öğrenmişlerdir. Bu çalışma ile aynı zamanda fizik dersinde işlenen mercekler ve optik konusu, matematik dersinde işlenen doğrunun analitiği konusu öğrencilerin bakış açılarıyla daha iyi kavranmıştır.

Edebiyattaki biyografi konusu ile başlayan ders, gündelik hayatımızda sıkça kullandığımız fotoğraf makinesi tasarımı ile tamamlanmış ve öğrencilerin verilen bilgilerin kullanım alanlarının farkına varmaları sağlanmıştır.

11.3. Sonuçlar

“Science”, “Technology”, “Engineering” ve “Mathematics” kelimelerinden oluşan STEM kavramı aslında görüldüğünden daha derin anlamlar ifade etmektedir. Özellikle “science” kelimesinin günümüzde yanlış kullanımı sonucunda STEM yaklaşımı sadece sayısal alan bilimlerine aitmiş gibi algılanmaktadır. Oysa Judith Ramaley 2001 yılında STEM terimini önerirken “*STEM'de bilim ve matematik, teknoloji ve mühendislik için kitap ayracı işlevi görür. Bilim ve matematik, evrenin temel bir anlayışı için kritik öneme sahipken, mühendislik ve teknoloji, insanların evrenle etkileşime girmesi için araçlardır.*” demekte, “science” kelimesinin doğal ve beşerî bilimleri içinde bulundurduğunu ifade etmektedir.

STEM yaklaşımı ile yapılmak istenen öğrencilerin öğretilen bilgilerle günlük hayat bağlantısını kurabilmelerini sağlamaktır. Öğrencilere öğrendikleri bilgileri günlük hayatta kullanmak için bir fırsat sunmaktır. Teoride kalan bilginin bir önemini kalmadığı ve günlük hayatta karşılığını bulan bilginin gerçek bilgi olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle müfredatımıza uyarlayabileceğimiz STEM yaklaşımı ile dersler, öğrencilerimizin 21. yy. becerilerini ve günlük hayata bağlantı kurma yeteneklerini artıracaktır.

Edebiyat dersinin günlük hayatla barışık bir ders olması STEM yaklaşımı ile uygulama yapma açısından kolaylık sağlayacaktır. Fizik, kimya, biyoloji ve matematik derslerinin hayata aktarılmasındaki en büyük rolü yine metinler üstlenecektir. Metinler sayesinde öğrenciler hayal

güçlerini geliştirecek, düşüncelerini analiz edecek ve mühendislik becerilerini de kullanarak tüm öğrendikleri bilgileri günlük hayattaki problemleri çözme yolunda birleştireceklerdir.

Başarılı takım davranışları sergileme ve kişisel etkileşim becerileri kazanmada STEM yaklaşımının etkili olması kadar edebiyat derslerinde işledikleri metinlerle toplumsal kültürü kavramaları da önem arz etmektedir.

Edebiyat dersinde STEM yaklaşımı ile öğrenciler; okuma, yazma ve sözlü iletişim becerilerini geliştirirken hayatta ihtiyaç duydukları becerileri de elde edecekler, diğer derslerle bağ kurarak öğrendiklerini birleştirmeyi öğreneceklerdir.

11.4. Kaynaklar

Bible, A. (2021). STEM Ideas for the English Classroom. <https://buildingbooklove.com/stem-in-english-language-arts-class/>

Cal, M. E. (2017). *Innovative pedagogy: what are the best practices of professors in STEM, leadership, or professional programs who integrate literature?* Pepperdine University Pepperdine Digital Commons.

Güzel, A. (2006). Edebiyat eğitiminde amaçlar ve bu amaçlara yönelik yöntem teknik ve örnek uygulamalar. *Milli Eğitim Dergisi*, 34 (169). <https://dergipark.org.tr/tr/pub/milliegitim/issue/36938/422343>

Lynch, M. (2018). Using stem to bring literature to life. The Tech Edvocate.

Novel Engineering. (2021). <https://www.novelengineering.org/>

NSTA Reports, May 2020. The member newspaper of the National Science Teaching Association.

Özsoy, N. ve Özyer, S. (2018). Creative Drama and Example of Activity Plan in STEM. *European Journal of Education Studies*, 4(4). ISSN: 2501- 1111.

Uluyol, Ç. ve Pehlivan, K. (2019). STEM ve eğitimde uygulama örneklerinin incelenmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 23(3), 848-861.

Vines, J. K. (2020). Telling a STEM Story, How Smithsonian curriculum developers help K–5 students make sense of phenomena and problems, Vines Acting Division Director for Curriculum Development Smithsonian Science Education Center.

Yüksel Ç. (2016). Jules Verne'in dünyasında stem eğitimi tasarım örneği: ne altı var ne üstü. Eğitimde Teknoloji <http://www.egitimdeteknoloji.com/jules-verne-stem-egitim-tasarimi-stem-nedir-cografya/>

BÖLÜM 12: MATEMATİK EĞİTİMİNDE STEM ÇALIŞMALARI

Havva KIRGIZ, Ersin GENÇOĞLU, Şule KOÇYİĞİT & Hatice GÜNAY

Bölüm Özeti: STEM eğitimi, ülkemizin küreselleşen dünyada rekabet edebilmesi için gereken talepleri karşılayabilen, 21. yüzyıl becerileri edinmiş, iletişim kurabilen, probleme eleştirel bakarak gerçekçi çözümler sunabilen öğrenciler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Dünya genelinde eğitim alanında çok önemli bir yere sahip olan STEM eğitiminin temel alanlarından biri matematiktir. STEM eğitiminin matematikle olan ilişkisi üzerine birçok araştırma yapılmış, makaleler yazılmıştır. Bu bölümün ikinci alt başlığında STEM ve matematik disiplini arasındaki ilişki incelenmiştir. Matematik hem günlük hayatta hem de akademik hayatta vazgeçilmez bir öneme sahiptir. Bu kapsamda STEM eğitiminde matematiğin rolü, önemi ve STEM eğitiminin matematik disiplini üzerindeki etkilerinin incelenmesi hem STEM uygulamalarının iyileştirilmesi hem de matematik öğretiminin yeniden düzenlenmesi açısından önemli görülmektedir. Üçüncü alt başlığımızda disiplinler arası matematiksel modellemenin STEM eğitimindeki önemi, gerçek yaşam problemleri çözümündeki etkisi, matematik ile diğer disiplinler arasında oluşturduğu güçlü bağlar, günlük hayatla ilişkisi ve matematiksel modelleme uygulamalarında öğretmenlere yönelik bazı öneriler yer almaktadır. Dördüncü alt başlığımızın ilk kısmında Matematik derslerinde STEM eğitiminin nasıl uygulandığına dair örnek STEM aktiviteleri yer almaktadır. Diğer kısımlarında ise bilim merkezlerinde STEM eğitiminin matematik ile nasıl ilişkilendirildiği ve önemli bilim merkezleri ele alınmaktadır. Beşinci alt başlığımızda ise matematik ile ilişkilendirilmiş daha önce uygulaması yapılmış olan STEM ve Scientix Proje örnekleri yer almaktadır.

12.1. Giriş

İçinde bulunduğumuz 21. yüzyılda bilim ve teknolojiye yaşanan hızlı değişim ile bireylerin ve toplumun ihtiyaçları değişmiştir. Bu değişimler hayatımıza birçok disiplinler arası karmaşık yapılar katmıştır. STEM ana disiplinleri ile tıp, sosyal bilimler, finans, ekonomi gibi birçok alan bu karmaşık sistemleri oluşturmaktadır. Bu karmaşık sistemler beraberinde bazı problemleri de getirmiştir. Bireylerden bu problemleri çözmeleri beklenmektedir. 2017 yılı ortaöğretim matematik dersi öğretim programına bakıldığında 21. yüzyıl becerileri farklı araştırmacılar tarafından ortaya konulsa da hepsinin ortak özelliğinin problem çözebilme becerisi olduğu ifade edilmiştir. (MEB, 2017). Günlük hayatta karşılaşılan güncel bir problemi çözebilme için bireylerin problem çözme becerilerini geliştirmeleri gerekmektedir. Problem çözmek zorunda kalan bireylerin ihtiyaçları yeni eğitim yaklaşımlarını getirmiştir. STEM eğitimi bu yaklaşımlardan biridir. Güder ve Gürbüz, STEM eğitimini günümüzdeki STEM

alanlarında sistemli düşünen, eleştirel bir bakış açısına sahip, öğrendiklerini yeni ve farklı problemlere transfer etmelerini sağlayan bireyler yetiştirmeyi hedefleyen bir eğitim yaklaşımı olarak açıklamıştır. (Güder ve Gürbüz, 2018, s. 170-198)

Her bir disiplin kendi içerisinde matematiğe oldukça fazla ihtiyaç duymaktadır. Bundan dolayı matematik, STEM eğitiminin en önemli bileşenlerinden birisidir. Problem çözme temelli disiplini ile matematik 21. yüzyıl becerilerine çok önemli katkılar sağlamaktadır. 2006 yılı matematik dersi öğretim programında değişen dünyada matematiği anlayabilen, günlük yaşamında matematik bilgisini ve matematiksel becerilerini kullanabilen insan ihtiyacının giderek arttığı ve bu yeterliliklere sahip bireylerin geleceği şekillendirmede daha etkin roller alacağı belirtilmiştir. (MEB, 2006).

Tarihte her dönemde matematik bilgisi önem arz etmiştir. Geçmişte teorik matematik bilgisi ön planda iken günümüzde uygulamalı matematik bilgisi daha önemli bir ihtiyaç haline gelmiştir. Uygulamalı matematiğin temel bileşeni matematiksel modelleme çalışmalarıdır. Eğitimcilerin STEM eğitiminde karşılaştığı en önemli sorun karmaşık problemler çözümlenirken probleme öğrencinin nasıl bir bakış açısı ile yaklaşacağıdır. Bununla ilgili çok farklı araçlar vardır. Doğan ve diğerlerine göre “STEM eğitime geçişi sağlayan en önemli araçlardan biri matematiksel modellemeler” olarak ifade edilmiştir. (Doğan, Gürbüz, Çavuş Erdem ve Şahin, 2018, s. 43-56). Öğrencileri gerçek hayattaki problemlere çözümler üretebilen ve teknoloji çağının gerektirdiği donanımlara sahip bireyler olarak yetiştirmek için problemlere uygulanabilen matematiksel modelleme STEM için çok önemlidir.

12.2 STEM ve Matematik

Hızla gelişen teknolojiyle ekonominin üretimden bilgi endüstrilerine kayması küresel bağlamda toplumsal ve ekonomik başta olmak üzere pek çok değişikliğe neden olmaktadır. Bu kapsamda genel olarak ülkelerin ekonomik rekabette var olabilmeleri, yenilikçi yaklaşımları takip edebilmeleri ve yenilik üretebilmeleri STEM eğitime yol açmıştır. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin İngilizce baş harflerinden meydana gelen STEM kısaltması pek çok ülkenin eğitim gündeminde öncelikli sıralarda yer almaktadır. “STEM eğitimi, mühendisliğin takım çalışması ve tasarım metodolojisini birleştirerek ve uygun teknolojiyi kullanarak matematik ve fen bilimlerinden kavram ve prosedürlerden yararlanan problemlerin çözülmesi olarak tanımlanabilir” (Shaughnessy, 2013, s.324). Küresel bağlamda yaşanan değişimlerle ülkelerin STEM eğitime önem vermesi ve yaygınlaşması STEM disiplinlerinden matematik disiplinine olan bakış açısını da değiştirmektedir. Yeni bilgiler, fırsatlar ve araçlar matematiğe olan bakış açısını, matematikten beklentileri, matematiği kullanma biçimlerini ve matematik öğrenme ve öğretme süreçlerini yeniden şekillendirmektedir (MEB, 2018). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının sadece farklı içerik alanları olarak öğretilmesinin yanı sıra bu alanların birbirini tamamladığı yaklaşımlarda da öğretilmesi gerektiği kabul edilmektedir (Office of Chief Scientist, 2014). Bu kapsamda matematik disiplininin STEM eğitiminde rolü ve önemi ve STEM eğitiminin matematik disiplini üzerindeki etkilerinin incelenmesi önemli hale gelmiştir.

Matematiksel kavram ve becerilerin hem günlük yaşamda hem de diğer disiplinlerde sıklıkla uygulamaları görülmektedir. Matematik, mühendislerce mühendisliğin dili olarak görülmekte (Mayorova, Grishko ve Leonov, 2021; Güner ve Çomak, 2011) ve mühendislik fakültelerinde temel matematik bilgi ve becerisi yetersiz öğrenciler riskli öğrenciler olarak görülmektedir (Güner ve Çomak, 2011). Benzer şekilde STEM eğitiminin fen bilimleri ve teknoloji bileşenlerinde de matematik uygulamaları sıklıkla görülmektedir. Bu bağlamda, bir STEM alanını (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) seçmek isteyen bir öğrencinin önemli bir matematiksel altyapıya sahip olmasının gerekir (Mayorova, Grishko ve Leonov, 2021). Bununla beraber eleştirel düşünme, problem çözme ve analitik beceriler hem STEM eğitimi hem de 21. yüzyıl becerileri için ortak olan becerilerdir ve bu beceriler matematiğin kullanılmasıyla geliştirilebilir (Maass, Geiger, Ariza ve Goos, 2009). Carnevalle, Melton ve Smith (2011) matematiksel muhakemenin STEM mesleklerinde en fazla kullanılan becerilerden olduğunu belirtmişlerdir. Akıl yürütme, ilişki kurma, iletişim kurma, karar verme ve çıkarımda bulunma gibi matematiksel süreç becerileri kişinin sadece matematik dersinde değil, aynı zamanda günlük hayatında ve iş yaşamında da başarılı olmasını sağlayabilir (Koçyiğit, 2019).

Matematik disiplininin STEM eğitiminde vazgeçilmez rolü olmasının yanında STEM uygulamalarının da matematik eğitimi alanında çeşitli etkileri bulunmaktadır. Matematik disiplininde öğrenciler sıklıkla “Neden matematik öğreniyoruz?” sorusunu sormaktadırlar. Bağlamdan kopuk denklem çözümlerini öğretmek, fonksiyonların grafiklerini çizdirmek ya da türev hesaplamaları yaptırmak öğrencilerin matematik başarısının düşmesine, matematiğe yönelik olumsuz tutum sergilemelerine ve düşük öz-yeterlik algısına sahip olmalarına neden olmaktadır. Böyle bir öğretim tasarımı soyut, gerçek dünyadan bağımsız ve kurallara dayanmakta olup öğrencinin alışıldık problemlerle başa çıkmasına yardımcı olurken rutin olmayan bağlamlarda, gerçek yaşamda ya da diğer disiplin uygulamalarında başarısız olmalarına sebep olmaktadır (Mayorova, Grishko ve Leonov, 2021). STEM uygulamaları, matematik disiplini için bağlam sağlayarak pür matematik ve uygulamalı matematik arasındaki boşluğu kapatma amacı gütmektedir. Böylece öğrencilerin matematiğin işe yaramayan kural ve prosedürlerin ötesinde, gerçek yaşamla ve diğer disiplinlerle ilişkili olduğunu görmelerini sağlar. Matematiğin kendi içerisinde ve diğer disiplinlerle arasında bağlantı kurulamadığı takdirde ne öğretmenler ne de öğrenciler STEM eğitimi için gereken matematiksel eğilim ve anlayışları sürdüremezler (Cooke ve Walker, 2015). STEM odaklı bir öğretim sürecinin öğrencilerin matematiksel başarılarını arttırdığı söylenebilir (McClain, 2015; Siregar, Rosli, Maat ve Capraro, 2020). Bununla beraber yapılan çalışmalar STEM uygulamalarının, günümüz dünyasında bireylerden beklenen matematik okuryazarlığı alanı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Yıldırım ve Sidekli, 2018; Karahan ve Bozkurt, 2017). STEM uygulamalarının öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine ve matematiksel muhakeme becerilerine olumlu katkıda bulunduğu (Yıldırım ve Sidekli, 2019; Koçyiğit, 2019); ve matematiğe yönelik tutumlarında olumlu yönde değişikliğe neden olduğu görülmektedir (Koçyiğit, 2019).

STEM eğitiminin matematik disiplininde çeşitli değişkenler üzerinde olumlu etkileri olmasına ve matematik disiplininin STEM eğitiminde vazgeçilmez bir rolü olmasına karşın araştırmacılar bazı konularda uyarılmaktadırlar. Marginson ve arkadaşları (2013) STEM eğitimi literatüründe matematik disiplinine yönelik çalışmaların azlığına dikkat çekmektedir. Araştırmacılar “Herkes için bilim” gibi projelerin yanı sıra “Herkes için Matematik” projelerinin de yapılmasını savunmaktadırlar. Fitzallen (2015) de STEM uygulamalarında matematiğin daha açık hale getirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Schmidt ve Houang (2007) matematik öğretim programlarının bir tutarlılığı olduğunu ve bütünleştirici öğretim uygulamalarının bu tutarlılığı bozma potansiyeli olduğu konusunda uyarılmaktadır. Bu kapsamda Matematik disiplini temelinde STEM uygulama ve projelere yer verirken matematik öğretim programının tutarlılığının dikkate alınması gerekmektedir.

12.3. Disiplinler Arası Matematiksel Modelleme

Matematik, aslında bir problem çözme disiplini. Dolayısıyla bu yönüyle 21. yüzyıl becerilerine fayda sağlamaktadır. Matematiksel modelleme etkinlikleri ise, gerçek hayat problemlerinin matematikselleştirilerek çözülmesi şeklinde tanımlanabilir. Bu yüzden matematiksel modelleme, STEM eğitiminin hayata geçirilmesinde önemli bir araç olarak görülmektedir (Hamilton, Lesh, Lester ve Brilleslyper, 2008). Matematiksel modelleme son yıllarda en önemli öğrenme yaklaşımı haline gelmiştir. Bunun nedeni ise disiplinler arası ilişkilendirme yolunun matematiksel modelleme ile gerçekleştirilebileceği ve matematiği gerçek hayat ile bağdaştıracak düşüncesidir. Bunun yanında ulusal ve uluslararası sınavlarda öğrencilerin karşılaştığı matematik sorularında gerçek yaşam problemlerine yer verilmekte ve öğrencilerin ilişkilendirme yoluyla çözüme ulaşmaları beklenmektedir. Öğrenmeyi sağlıklı bir şekilde gerçekleştirmek için, bugün tek bir alan üzerinden değil, farklı alanları bir araya getirerek; bir başka deyişle disiplinler arası iş birliği gerçekleştirerek gerçek yaşam problemlerini çözmeye katkıda bulunulmalıdır.

Matematik öğretim programı, matematiksel modelleme yapabilen, matematiksel bilgiyi güncel hayat problemlerine uygulayabilen, disiplinler arası ilişkiler kurabilen ve matematiksel bilgiyi materyallerle destekleyebilen öğrenciler yetiştirmeyi amaçlar (MEB, 2017). Dolayısıyla matematik öğretmenlerinin problem çözme sürecindeki yaklaşımları ve kullandıkları yöntemler matematiksel modelleme üzerine olmalıdır. Öğretmenler STEM etkinliklerinde matematiksel modelleme kullanımı farkındalığına sahip olmalıdır. Öğretmenlerin derslerde farklı disiplinlerle bağlantı kurma ve beceri temelli soruların çözümünde matematiksel modellemeler kullanma yaklaşımları geliştirilmelidir. Matematiksel modellemenin sadece matematik öğretimine ait bir yaklaşım olmadığı, doğası gereği disiplinler arası etkileşime müsait bir yaklaşım olduğunun farkındalığı artırılmalıdır.

Matematiksel modelleme etkinliklerinde gerçek hayattan örnekler ele alınmaktadır. Gerçek hayat durumları, birçok alanı kapsar. Bu bağlamda matematiksel modelleme, farklı disiplinlerle ilişki kurulmasına olanak sağlamaya elverişlidir. Bu yönü ile STEM eğitiminde etkili bir araç olarak kullanılabilir (English, 2015; Doğan, Şahin, Çavuş Erdem ve Gürbüz,

2018). Disiplinler arası Matematiksel Modelleme anlayışında, gerçek yaşam problemlerinin çözümünde matematiğin yanında birkaç disiplinin de kullanılması söz konusudur (Doğan, Gürbüz, Çavuş Erdem ve Şahin, 2018). Dolayısıyla disiplinler arası matematiksel modelleme etkinliklerinin, matematik ile diğer disiplinlerin ilişkilendirildiği STEM etkinliklerini temsil ettiği söylenebilir.

Öğretmenlerin matematiği gerçek hayatla ilişkilendirmede zorlandıkları (Deniz ve Akgün, 2017) ve dolayısıyla matematiksel modellemeyi etkin kullanmadıkları (Yu ve Chang, 2011) tespit edilmiştir. Matematiksel modelleme konusunda kendini geliştirmeyen, bu alanda eğitim almayan bir öğretmenden matematiksel modellemeyi uygulaması beklenemez. Fakat gerekli çalışmalar yapılarak ve materyallerle desteklenerek bu konuda gelişim gösterebilirler (Bozkurt ve Akalın, 2010). Öğretmenlere bu alanda çalıştaylar, hizmet içi eğitimler, konferans vb. faaliyetler düzenlenmesi önerilir. Bir yaklaşımın öğrenme ortamına taşınmasında sahanın uygulayıcıları olan öğretmenlerin deneyim kazanmasını sağlamak önemlidir. Bu anlayıştan hareketle, öğretmenlerinin öncelikle STEM yaklaşımını bilmeleri ve bu tür etkinlikleri çözme deneyimi yaşamaları gerekmektedir. Farklı disiplinlerin bir arada ele alındığı bu tür etkinliklerle daha önce karşılaşmamış olmaları ayrıca olumsuz ön yargı oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle bu yaklaşımın merkezi ve kilit noktası öğretmenlerdir. Ve öğretmenlerin bu yaklaşımı benimsemeleri de uygulamaları ile doğru orantılıdır.

Matematiksel modelleme sayesinde öğrencilerin en çok dile getirdiği “Bu konular günlük hayatta ne işimize yarayacak?” sorusuna cevaplar bulunabilir. Matematiksel modelleme ve STEM etkinlikleri sayesinde bu sorulara anlamlı cevaplar verilebilir. Bu uygulamalarla matematiğin, hayatın ne kadar içinde olduğu öğrencilere fark ettirilebilir (Deniz, 2014; Doruk ve Umay, 2011; Erturan, 2007; Kertil, 2008). Diğer disiplinleri bilmediği için STEM uygulamasını gerçekleştiremediğini belirten öğretmenler söz konusudur. Ülkemizin PISA sınavları gibi uluslararası sınavlardaki başarı sıralamasında üst basamaklara ulaşması bu yaklaşımların geliştirilmesi ile sağlanabilir. Bu yüzden matematiksel modelleme bir öğrenme aracı olarak görülmemelidir. Farklı disiplinleri bir arada öğreten etkili bir araçtır denilebilir (Gürbüz, 2020).

Bu sonuçlara göre sunulacak öneriler;

- Bütün öğretmenlerin STEM eğitimi ve matematiksel modelleme ile ilgili hizmet içi eğitimler almaları,
- Seçmeli Matematik Uygulamaları derslerinde bu bağlamdaki etkinliklere yer verilmesi,
- STEM eğitimi ile ilgili geniş kapsamlı çalışmaların yapılması ve bakanlığımızın Scientix Platformu'nun alt yapısının güçlendirilmesi,
- Ders kitaplarında veya ek kaynak olarak modelleme etkinliklerinin artırılması,

- Matematik öğretim programında yer alan öğrenme alanlarının matematiksel modelleme bağlamında düzenlenmesi,
- Öğretmenlere materyal ve içerik desteği verilmesi,
- Öğretmenlerin bilişim ve teknolojiyi derslerde kullanma açısından GeoGebra tarzı yazılım kurslarına teşvik edilmesidir.

12.4. Matematik dersinde yapılan çalışmalar

12.4.1. Matematik dersinde yapılan örnek STEM aktiviteleri

12.4.1.1. STEM Aktivitesi 1: Güneşle Sucuk Pişirme

Aktivite 10. Sınıf düzeyinde olup uygulanması için önerilen süre 6 ders saatidir. Aktivite, matematikte II. dereceden denklem ve fonksiyonlar, fizikte mercekler, mühendislikte parabolik oluklu güneş kolektörleri ve teknoloji alanında GeoGebra yazılımı alanlarını kapsamaktadır. Öğrenciler parabolik oluklu güneş kolektörlerini araştırır ve öğretmen rehberliğinde parabolün odak noktası kavramını öğrenir. Öğrencilerin bir kısmı parabolik çanak getirir bir kısmı da öğretmenle beraber kartondan parabol yaparlar. Parabolün odak noktası hesaplanarak odak noktasına bir alüminyum çanak ve içlerine sucuk koyularak güneşte pişmesi sağlanır. Böylece öğrenciler ışınların parabolün odak noktasında birleştiğini deneyimlemiş olurlar. Bu noktadan itibaren II. dereceden denklem ve fonksiyon kavramına geçiş yapılır. Öğrencilerin, GeoGebra yazılımı yardımıyla çeşitli parabol grafikleri çizmeleri teşvik edilir.

12.4.1.2. STEM Aktivitesi 2: Tahtelbahir Kimdir?

Aktivite 7. sınıf düzeyindedir ve aktivitenin uygulanması için 2 ders saati önerilmektedir. STEM aktivitesinin temel problemi şudur; “Gölcük Tersanesi’nde yeni tip denizaltı projesi kapsamında çalışmalara başlayan bir ekibin başındasınız. Siz ve ekibiniz Minecraft Eğitim Sürümü’nü kullanarak turizm alanında faaliyet verecek bir denizaltı tasarımı gerçekleştiriniz.” Bu aktivite matematik dersiyile mühendislik, teknoloji, fen bilimleri, bilişim teknolojileri alanları ile disiplinler arası kazanımlar içermektedir. Öğrencilere ilk önce Osmanlı Devleti tarafından yapılan dünyanın ilk denizaltısı olan “[Tahtelbahir](#)” anlatılır ve öğrencilerden denizaltının çalışma prensibinin araştırılması istenir. Öğrencilere STEM defterleri dağıtılarak sorulan sorulara cevap vermeleri beklenir. Öğrenciler basınç hesaplamaları yaparlar. Öğrenciler bu bilgiler doğrultusunda olası çözüm yolları ortaya koyar ve beyin fırtınası ile ortak bir tasarıma karar verirler. Dersin sonunda öğrenciler; denizaltı çalışma sistemlerini öğrenip basınç ile ilişkilendirip 3 boyutlu olarak MinecraftEdu ile tasarım yaparlar.

12.4.1.3. STEM Aktivitesi 3: Sağlıklı Yaşamın Matematiği

Aktivite 5. ve 6. sınıf düzeyinde olup, aktivite uygulamaları için 5 ders saati önerilmektedir. Öğrenciler okul bahçesinde en az 100 metrelik bir yürüyüş yolu seçer, yolu harita olarak çizer ve ölçü birimlerini (cetvel) kullanarak çeşitli görsel işaretler yerleştirirler. Her öğrenci bu yolda hem yavaş hem de hızlı bir şekilde iki kez yürür. Bir öğrenci yürüme süresini kronometre ile ölçer ve süreyi kaydeder. Öğretmen aynı yolu yürür, kendi sonuçlarını not eder, yol uzunluğunu zamana bölerek hız hesaplama yöntemini gösterir. Her öğrenci kendi sonuçlarına göre kendi hızını hesaplar. Öğretmen, sağlıklı beslenmeden bahsederek ortalama olarak kaç kalori almanız gerektiği ve yolun eğimi, kilo ve toplam yürüme mesafesi ve süresini göz önünde bulundurarak yakılan kalorinin nasıl hesaplanacağını anlatır. Öğrenciler günlük alınan ve yakılan kalori miktarı ile kalori kontrolünün yaşamları üzerindeki etkilerini fark ederler. Dersin sonunda öğrenci; harita çizme, mesafe ölçümü, hız hesaplama, kalori hesaplama ve sağlıklı yaşam kriterlerini tanımlayarak daha sağlıklı bir yaşam için matematiksel ve bilimsel bilgilerini günlük aktivitelerle ilişkilendirir.

12.4.1.4. STEM Aktivitesi 4: Eğitim

Aktivite 8. sınıf düzeyinde olup uygulamanın süresi olarak 5 ders saati önerilmektedir. Okulunuzda tekerlekli sandalye kullanan bir arkadaşınız için girişte bulunan merdivenin yanına engelli rampası yapılmasına ihtiyaç var. Sizden bunun için eğitim rampası tasarlamanız ve bu alanın 1/10 oranında planı ile maketini hazırlamanız istenmektedir. Eğer yapabiliyorsanız modelin gerçeğini tasarlayıp kullanılabilir hale getiriniz. Söz konusu aktivitenin gerçekleşmesi ile fen bilgisi alanında basit makineler ve sürtünme, matematikte eğitim ve yüzdeler, mühendislikte model tasarlama, teknolojiye ise web 2.0 araçları kullanımı ile ilişkilendirilme yapılmış olup STEM aktivitesine iyi örneklerden biridir.

12.4.2. Bilim merkezlerinde Matematik ve STEM

Bilim merkezleri teorik bilgiyi, okulöncesi çağındaki çocukların da anlayabileceği düzeyde aktarabilmektedir. Bu sayede de farklı yaş gruplarından ziyaretçilerin bilime ilgi duymasını sağlamaktadır. Bilim merkezleri, ailelerin, aynı yaş grubundaki öğrencilerin ve gençlerin eğlenceli vakit geçirebilecekleri bir ortam sunar. Okul grupları özelinde düşünüldüğünde, okulda alınan eğitim metotlarından farklı olarak yaparak, dokunarak, keşfederek yani aktif olarak etkileşime girerek öğrenmeyi mümkün kılar. Bu sayede, öğrenme daha öğretici ve kalıcı hale gelir.

Avrupa Bilim Merkezleri ve Müzeler Birliğinin (ECSITE), 2008 yılında dünya genelindeki bilim merkezlerinde yürüttüğü araştırmanın raporunda yer alan en önemli iki bulgu:

- Etkileşimli bilimsel sergi ünitelerinin, ziyaretçilerin bilimsel olgular ile ilgili bilgi ve anlama düzeylerini artırdığına dair önemli kanıtlar bulunmaktadır.

- Bilim merkezlerinin kalıcı öğrenme sağladığı görülmektedir (ECSITE, 2008).

Bilim merkezleri sergi galerileri, atölye-laboratuvar alanları, planetaryum, mağaza ve yeme-içme alanlarının dışında açık hava sergi alanları ve tematik yeşil alanlardan oluşabilmektedir. Bilim merkezinin kurulu olduğu alanın büyüklüğü 1.000 metrekare ile 100.000 metrekare arasında değişebilmektedir. Merkezin büyüklüğü etkinlik çeşitliliğini ve ziyaretçi sayısını önemli ölçüde değiştirmektedir (ASTC, 2011).

12.4.2.1. Bilim merkezlerinde STEM

Bilim merkezleri, gündelik hayat ile STEM alanlarının bağlantısının kurulduğu informal eğitim kurumlarıdır. Dünyada STEM eğitime dayalı etkinlikler düzenleyen bazı bilim merkezleri ile ilgili detaylar Tablo 12.1’de verilmiştir (STEM eğitime yönelik etkinlikler gerçekleştiren bilim merkezleri bu tablo ile sınırlı değildir).

Tablo 12.1.

Bilim merkezlerinde STEM eğitimi

Ülke	Bilim Merkezi	STEM Faaliyetleri
Amerika	Carnegie Science Center	Okulöncesi STEM merkezi Eğitmen eğitimleri FabLab etkinlikleri
Amerika	Exploratorium	STEM + Art etkinlikleri Kamp programları
Çek Cumhuriyeti	Techmania Science Center	Kamp programları Atölye programları
Estonya	AHHAA	Atölye programları Bilim gösterileri
Hollanda	NEMO	STEMitUP projesi Tinkering projesi
Singapur	Singapour Science Center	STEM Inc merkezi Yarışmalar
Türkiye	Konya Bilim Merkezi	Kamp programları Atölye programları Şenlikler

Yukarıda yer verilen bilim merkezlerine ek olarak, Ontario Science Center yayınladığı STEM eğitimi materyalleri ile öğrencilerin eğitim müfredatına uygun olarak yeni projeler yapmasına imkân sağlamaktadır. Ayrıca öğretmenlerin STEM derslerinde kullanımı için;

- Ders planları

- Çalışma kağıtları
- Örnek öğrenci değerlendirme araçları
- Güvenlik önlemleri ücretsiz olarak Ontario Science Center internet sayfasında bulunmaktadır (Ontario Science Center, 2021).

Son yıllarda bilim merkezleri STEM eğitim kampüsü haline dönüştürülmektedir. Örneğin, Cleveland Okul Bölgesi (CMSD) ve Great Lakes Science Center ortaklığı ile MC2 STEM Lisesi kurulmuştur. Okul, STEM eğitimi odaklı olarak bilim merkezi imkânlarını da kullanarak öğrencilerine yeni ve farklı bir eğitim ortamı sunmaktadır.

12.4.2.2. Bilim Merkezlerinde Matematik

Edebiyatın ve tarihin ait olduğu ülkenin dilini kullandığı gibi bilim de matematiği kullanır. Matematik bilimi aşar ve ondan önce gelir. Paleolitik döneme ait çetele çubukları tarafından gösterilen, bilinen tüm diğer diller gibidir (Brooks ve Smith, 1987).

Matematiğin görselleştirme problemi vardır ve birçok insan onun zor, soyut bir halde olduğunu düşünür. Bu nedenle dünyanın pek çok yerinde matematiğe dair bilgilerin görselleştirilmesi ve daha anlaşılır bir şekilde halka sunulması için matematik temalı bilim merkezleri kurulmuştur. Matematik temalı bilim merkezleri genellikle matematik müzesi olarak adlandırılmaktadır.

Dünyada matematik temalı ilk müze 1980 yılında kurulan “Goudreau Museum of Mathematics in Art and Science”dır. 2006 yılında faaliyetine son veren müzede Bernand Goundreau ve onun eski öğrencileri tarafından oluşturulan pek çok matematiksel oyunlar, bulmacalar yer almaktaydı (Goundreau, 2021). 2021 yılı verilerine göre aralarında Almanya, İtalya, İspanya, İngiltere, Fransa, Portekiz, Avusturya, Belçika, Brezilya, Danimarka, Arjentina, Amerika, İsviçre, İsveç, Kore, Hindistan, Rusya, Yunanistan ve Türkiye’nin de bulunduğu pek çok ülkede 100’den fazla matematik temalı bilim merkezi bulunmaktadır.

Bu merkezlerin en önemli ve dikkat çekici örnekleri aşağıda verilmiştir:

a. Museum of Mathematics (MoMath)

Amerika’nın en kapsamlı matematik müzesi olarak 2012 yılında faaliyete geçen Museum of Mathematics (MoMath), 19.000 metrekarelik alanda 30 adet matematik temalı sergi ünitesine ev sahipliği yapmaktadır (Museum of Mathematics, 2021).

MoMath’in amacı, farklı yaş gruplarına hitap eden matematiksel fenomenlerin çeşitliliğinin keşfedilmesidir. Bilim müzeleri genellikle sınırlı ziyaretçi etkileşimli olma özelliği taşırken, MoMath sergi ünitelerinin her biri bireysel öğrenme prensibiyle ziyaretçilerin etkileşim halinde olmasına izin verir.

MoMath'i Amerika'da bulunan 17.000'den fazla müzeden ayıran en önemli unsur, matematik temalı ve etkileşimli olmasıdır. Matematik müzesi olarak adlandırılmış olsa da üzerinde "Lütfen dokunmayınız" yazılarının bulunmadığı etkileşimli geometri, cebir, sanat ve algoritma içeren bir tür oyun alanıdır (Minzesheimer, 2012). Akademisyen danışmanlar eşliğinde hazırlanan üniteler çekip oynamak, döndürülmek, üzerinde atlamak gibi amaçlarla tasarlanmıştır.

b. Mathematikum

Almanya Giessen'de 2002 yılında kurulmuştur. Mathematikum'u her yıl 150.000'den fazla kişi ziyaret etmektedir. Matematik temalı bilim merkezinin temel amacı, matematiği formüller, denklemler, sayı ve semboller kullanmadan farklı yaş gruplarından, farklı bilgi birikimine sahip bireylerin deneyimleyerek öğrenmesini sağlamaktır (Mathematikum, 2021). Mathematikum ev sahipliği yaptığı 150'den fazla sergi ünitesi (aynalar, Leonardo Da Vinci'nin köprüsü, sabun köpüğü, kriptoloji, vb.) ile ziyaretçilerine matematiğin bilinmeyen dünyasını göstermektedir.

c. MMACA - Museu de Matemàtiques de Catalunya

2008 yılında İspanya'da kurulmuştur. MMACA'nın kalıcı ve geçici sergi galerileri mevcuttur. Kalıcı sergi galerisi olan "Matematiksel deneyimler" 300 metrekarelik alanda yer almaktadır. Aynı anda minimum 50 maksimum 70 öğrenci alana kabul edilmektedir. Merkez in ikinci katında ise tanınmış matematikçilerin isimleri ile adlandırılan ve bu matematikçilerin yaptıkları çalışmalardan ilham alınarak hazırlanan sergi ünitelerinin yer aldığı altı adet oda bulunmaktadır:

- Eratosten Odası: Dünya ile ilgili ölçümlerin ve mağazanın yer aldığı odadır.
- Emma Castelnovo Odası: Bu odada ayna modülleri, optik illüzyonlar ve Vitruvius'un adamı bulunmaktadır.
- Sala Pere Puig Adam Odası: Geometri, eğriler, çokyüzlüler ve matematiksel formüller yer almaktadır.
- George Polya Odası: Altın oran ile ilgili üniteler bulunmaktadır.
- Sala Martin Gardner: Bu odada, kombinatoryal modüller, graflar, strateji oyunları ve Leonardo'nun köprüsü ile ilgili sergi üniteleri bulunmaktadır.
- Lluís Santaló Odası: Olasılık ve istatistik ile ilgili ünitelere yer verilmiştir (Museu de Matemàtiques de Catalunya, 2021).

Bilim ve Teknoloji Merkezleri Birliği (ASTC), 2003-2006 yılları arasında "Bilim Merkezlerinde Matematik Hareketi (Math Momentum in Science Centers)" projesini

gerçekleştirmiştir. Amerika’da bulunan 13 bilim merkezi ile gerçekleştirilen projenin amacı sergi galerilerini ve eğitim programlarını kullanarak bilim merkezlerinde matematik eğitiminin yapılmasını sağlamaktır (Math Momentum in Science Centers, 2021). Math momentum’un science centers projesi ile bir bilim merkezi matematik teması özelinde kurulmamış olsa da sahip olduğu sergi ünitelerinde keşfedilmeyi bekleyen matematiksel kavramların bulunabileceği ve atölye programlarında matematiksel hesaplamalara ya da görsellere yer verilerek ziyaretçiye aktarılabilmesi gösterilmiştir.

12.5. Matematik dersinde yapılan STEM/Scientix projeleri

Matematik dersinde STEM aktiviteleri uygulandığı gibi STEM temelli projeler de yapılmaktadır. Aşağıda Scientix web sitesinden alınmış projelerden örnekler sunulmaktadır.

12.5.1. Proje 1: Na-Ma POTI – Scientific and Mathematical Literacy

Projenin temel amacı, Eleştirel Düşünmeyi ve Problem Çözmeyi ve BİT’in verimli kullanımını teşvik ederek Bilimsel ve Matematiksel Okuryazarlık için pedagojik yaklaşımlar ve stratejiler geliştirmek ve test etmektir. Projenin bazı hedefleri şunlardır:

- Öğrencilerin aktif katılımıyla bilimsel, matematiksel ve diğer okuryazarlıkları (finansal, dijital, medya, okuma, vb.) geliştirmek için pedagojik/didaktik yaklaşımlar ve stratejiler (modeller) geliştirmek ve uygulamak,
- Müfredatlar arası iş birliği yoluyla BİT, oyunlaştırma ve programlama kullanarak karmaşık otantik problemlerin eleştirel düşünme ve disiplinler arası çözümünü uygulamak için öğretmenleri donatmak ve desteklemek,
- Geliştirme ve uygulamada tüm eğitim seviyelerinde (anaokulları, okullar, vb.) uygulayıcıların ve uzmanları ekip çalışmasına teşvik etmek.

12.5.2. Proje 2: Cinemath Paradise

Cinemath Paradise Projesi, öğrenme güçlüğü ve okul başarısızlığına değinerek sinemanın matematikle arasındaki ilişkisini sağlayarak sinema ile konunun ilgi çekici olarak sunulması, öğrencilerin konu ile gerçek hayat arasında bağ kurmasını ve bu şekilde kalıcı öğrenmelerin sağlanmasını amaçlıyor (Avrupa Komisyonu, 2021a). Projenin hedeflerinden bazıları:

- Öğrencileri matematiğin gerçek hayattaki varlığı konusunda bilinçlendirmek,
- Öğrencilerimizin matematik öğrenme motivasyonunu artırmak,
- Matematik derslerinde filmlerin etkin kullanımını sağlayan eğitim tekniklerini sağlamak.

12.5.3. Proje 3: Gamma, Game-Based Learning in Mathematics

GAMMA projesi, öğrencilerin matematik becerilerini geliştirmek için dijital oyunlar hakkındaki bilgilerini geliştirmeyi ve bu oyunlarla matematiksel bağlantıları kurmalarını sağlamayı amaçlar (Avrupa Komisyonu, 2021c). Bu süreçte öğrencilerin, öğretmenlerin rehberliği eşliğinde olması gerektiğinden proje sonunda, dijital teknoloji üzerine kurulu oyun tabanlı öğrenmeyi kullanmak isteyen matematik öğretmenlerine faydalı olacak eğitim materyalleri geliştirilecektir. Projenin beklenen çıktıları:

- Avrupa ülkelerindeki farklı eğitim sistemlerine, özellikle dijital teknoloji üzerine kurulu oyun tabanlı öğrenme aracılığıyla matematik öğretimi özelinde yeni bir bakış açısı kazandırmak,
- Öğretmenler için bir GAMMA el kitabı oluşturmak,
- Dijital oyunların üretimi için kullanılacak yeni sistemler geliştirmek,
- Bir öğretim senaryosu şablonu oluşturmak, matematikte oyun tabanlı öğrenme ile ilgili 8 senaryo örneği ve bunlarla ilişkili 5 farklı dijital oyun oluşturmak,
- Proje sırasında hazırlanan materyallerin herkesin erişimine açık olacağı bir web sitesi oluşturmak.

12.5.4. Proje 4: Pedagogical Resources in Teaching Science, Technology, Engineering and Mathematics (Print STEM)

Öğrenme düzeyi düşük öğrencilerin liseyi erken terk etme nedenlerinden biri, matematiksel ve bilimsel okuryazarlık yeterliliklerini geliştirememeleridir (Avrupa Komisyonu, 2021b). Matematik ve bilimsel disiplinlere ilgi ve motivasyonu artıran yeni öğretim yöntemlerinin geliştirilmesi esastır. Bu projenin amacı, bir grafikten başlayarak nesnelerin üç boyutlu yazdırılmasını sağlayan bir teknoloji olan tekrarlanabilir 3D yazıcıların kullanımı için eğitim programları ve ilgili cihazlar geliştirmektir. Bu öğretim yöntemlerinin geliştirilmesinde, okul sistemlerinde etkinliklerini zaten deneyimlemiş olan ortak ülkelerden en iyi uygulamaların aktarılması ve uyarlanması kullanılmaktadır. Bu çalışmada; bilimsel okuryazarlık yeterliliklerinin geliştirilmesi için öğretmen liderliğindeki didaktik deneyler, matematik okuryazarlığı yeterliliklerinin geliştirilmesi için öğretmen liderliğindeki didaktik deneyler, proje çalışması yaklaşımıyla öğrenci liderliğinde eğitim deneyleri, ortaokullarda deney öğretiminde bir araç olarak 3D yazıcıların tanıtılması için yöntem ve yönergeler ve 3D baskı teknolojisinin etkisini tahmin aktiviteleri yer almaktadır.

12.6. Sonuçlar

Sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçtiğimiz günümüzde bireylerden beklenen nitelikler de değişkenlik göstermektedir. Bununla beraber bilgi ve iletişim teknolojilerinin

gelişmesiyle ekonomi sanayiden bilgi ve bilgi endüstrisine kaymakta ve bu durum küresel ölçekte pek çok değişiklikleri beraberinde getirmektedir. Bireylerden 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan geçtiğimiz yüzyıldan farklı iletişim problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, iletişim kurma ve akıl yürütme gibi beceriler beklenmektedir. Bu bağlamda eğitimde bu gelişmelere ayak uydurabilmek amacıyla STEM eğitimi doğmuştur. STEM disiplinlerinden biri olan matematik disiplini de hem daha fazla önem kazanmış hem de matematiğe olan bakış açısı da değişmeye başlamıştır. Matematik eğitiminde işlemsel becerilerin ağırlıkta olduğu bakış açısı yerini matematiğin diğer disiplinlerle bütünleştirilerek ve uygulamalı olarak ele alınması bakış açısını getirmiştir. STEM uygulamalarına bir köprü olarak matematiksel modelleme aktiviteleri önemli bir rol üstlenmiştir (Kertil ve Gürel, 2016).

STEM eğitimi günlük yaşam, bilim, teknoloji ve mühendislik alanındaki problemlere çözüm aramaktadır. Problemlerin çözümü için gerekli olan teorik bilginin anlaşılması bazen zor olabilmektedir. Bilim merkezleri teorik bilgiyi, okulöncesi çağındaki çocukların da anlayabileceği düzeyde aktarabilmektedir. Matematik soyut bir yapıya sahip olmasından dolayı öğrencilerin en fazla zorlandıkları alanlardan biridir. Bu noktadan hareketle matematiğe dair bilgilerin görselleştirilmesi ve daha anlaşılır bir şekilde halka sunulması için genellikle matematik müzesi olarak matematik temalı bilim merkezleri kurulmuştur.

Sonuç olarak, matematik eğitiminde yardımcı araçlar, yeni teknikler ve farklı öğretim yöntemleri kullanılarak uygulanan STEM yaklaşımı, öğrencinin problem çözebilmesini ve kritik düşünme becerisi kazanmasını sağlar. Bu araçlar, aynı zamanda, denemeler sırasında öğrenciler tarafından yapılan hataların doğru sonuca ulaşmak için sadece bir araç olduğunu benimsemeye katkıda bulunur. Matematik öğretiminde modelleme problemlerinin kullanılması da STEM yaklaşımının amacına ve felsefesine hizmet etmektedir. Böylece farklı disiplinlerin bir araya getirilmesi ile zengin bir öğrenme ortamı sağlanmış olur.

12.7. Kaynaklar

Association of Science and Technology Centers (2011). Washington D.C. *ASTC Statistics Analysis Package*.

Avrupa Komisyonu. (2021a). Örnek Scientix Projesi 1. <http://www.scientix.eu/web/guest/projects/project-detail?articleId=609360>

Avrupa Komisyonu. (2021b). Örnek Scientix Projesi 2. <http://www.scientix.eu/web/guest/projects/project-detail?articleId=577270>

Avrupa Komisyonu. (2021c). Örnek Scientix Projesi 3. <http://www.scientix.eu/web/guest/projects/project-detail?articleId=1003149>

Bozkurt, A. ve Akalın, S. (2010). Matematik öğretiminde materyal geliştirmenin ve kullanımının yeri, önemi ve bu konuda öğretmenin rolü. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27, 47-56.

Brooks, A. S., & Smith, C. C. (1987). Ishango revisited: new age determinations and cultural interpretations. *African Archaeological Review*, 5(1), 65-78.

Carnevale, A. P., Smith, N., & Melton, M. (2011). STEM: Science Technology Engineering Mathematics. *Georgetown University Center on Education and the Workforce*.

Cooke, A., & Walker, R. (2016). Exploring STEM education through pre-service teacher conceptualisations of mathematics. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 23(3).

Deniz, D. ve Akgün, L. (2017). Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemi ve uygulamalarına yönelik görüşleri. *Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*

Doğan, M. F., Gürbüz, R., Çavuş Erdem, Z. ve Şahin, S., (2018). STEM eğitimine geçişte bir araç olarak matematiksel modelleme. R. Gürbüz ve M. F. Doğan (Ed.), *Matematiksel modellemeye disiplinler arası bakış: Bir STEM yaklaşımı*. (ss. 43-56). Ankara: Pegem Akademi.

Doruk, B. K. ve Umay, A. (2011). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi.

Ecsite (2008). *The Impact of Science & Discovery Centres: A Review of Worldwide Studies*. The Science Center Enrichment Activity Grant Project.

Erten, A. (2020). *Muğla İl Milli Eğitim Müdürlüğü STEM Temelli Ortaokul Etkinlik Kitabı*. Erişim: https://muglaerge.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2020_09/24144252_Ortaokul_Etkinlik_KitabiY.pdf

Fitzallen, N. (2015). STEM Education: What Does Mathematics Have to Offer?. *Mathematics Education Research Group of Australasia*.

Güder, Y. & Gürbüz, R. (2018). Interdisciplinary Mathematical Modeling Activities as a Transitional Tool for STEM Education: Teacher and Student Opinions. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 2018, Special Issue, 170-198.

Güner, N., & Çomak, E. (2011). Mühendislik öğrencilerinin matematik I derslerindeki başarısının destek vektör makineleri kullanılarak tahmin edilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2), 87-96.

Hamilton, E., Lesh, R., Lester, F. R. A. N. K., & Brilleslyper, M. (2008). Model-Eliciting Activities (MEAs) as a Bridge between Engineering Education Research and Mathematics Education Research. *Advances in Engineering Education*, 1(2), n2.

Karahan, E., & Bozkurt, G. (2017). STEM eğitiminde matematik odaklı gerçek dünya problemleri ve matematiksel modelleme [Mathematical real world problems and mathematical modeling in STEM education]. S. Çepni (Ed.) içinde. *Kuramdan uygulamaya STEM+ A+ E Eğitimi [STEM+ A+ E education from theory to practice]*, 353-372.

Kertil, M., & Gurel, C. (2016). Mathematical modeling: A bridge to STEM education. *International Journal of Education in mathematics, science and Technology*, 4(1), 44-55.

Koçyiğit, Ş. (2019). Stem odaklı öğretim süreçlerinde öğrencilerin matematiksel muhakeme, matematiğe yönelik tutum ve özyeterliklerinin incelenmesi. [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R., & Goos, M. (2019). The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM*, 51(6), 869-884.

Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). *STEM: Country comparisons*. Melbourne: ACOLA.

Mayorova, V. I., Grishko, D. A., & Leonov, V. V. (2021). "Vivid mathematics" as a general vector of multidisciplinary STEM education for future aerospace engineers. *Acta Astronautica*, 178, 72-80.

McClain, M. L. (2015). *The effect of STEM education on mathematics achievement of fourth-grade underrepresented minority students* (Doctoral dissertation, Capella University).

MEB (2006). *Matematik dersi öğretim programı*.

MEB (2017). *Ortaöğretim matematik dersi öğretim programı*.

Mevarech, Z. ve B. Kramarski (2014), *Critical Maths for Innovative Societies: The Role of Metaognitive Pedagogies*. OECD Publishing.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], (2018). Ortaöğretim Matematik Dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar için) Öğretim Programı. Ankara.

Minzesheimer, B. (2012). MoMath offers proof that math can be fun, cool. *USA Today*.

Office of the Chief Scientist (2014). *Science, Technology, Engineering and Mathematics: Australia's Future*. Australian Government, Canberra. Retrieved from <http://www.chiefscientist.gov.au/2014/09/professor-chubb-releases-science-technology-engineering-and-mathematics-australias-future/>

Schmidt, W. H., & Houang, R. T. (2007). Lack of focus in the mathematics curriculum: A symptom or a cause? In T. Loveless (Ed.), *Lessons learned: What international assessments tell us about math achievement* (pp. 65-84). Washington: Brookings Institution Press.

Shaughnessy, M. (2013). Mathematics in a STEM context. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 18(6), 324.

Siregar, N. C., Rosli, R., Maat, S. M., & Capraro, M. M. (2019). The effect of science, technology, engineering and mathematics (STEM) program on students' achievement in mathematics: A meta-analysis. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(1), em0549.

Yıldırım, B., & Sidekli, S. (2018). STEM applications in mathematics education: the effect of STEM applications on different dependent variables. *Journal of Baltic Science Education*, 17(2), 200.

Yu, S. Y., & Chang, C. K. (2011). What did taiwan mathematics teachers think of model-eliciting activities and modelling teaching? In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14* (pp. 147-156). Netherlands: Springer.

Daha fazla bilgi için:

AHHAA, <https://ahhaa.ee/>

Carneige Science Center, <https://carnegiesciencecenter.org/>

Exploratorium, <https://www.exploratorium.edu/>

Goudreau Museum of Mathematics in Art and Science, <http://www.mathmuseum.org/index.htm>

Great Lake Science Center, <https://greatscience.com/about/mc2-stem-high-school>

Koçak, F., *Tahtelbahir kimdir?*, Baustem, <https://inteach.org>

Konya Bilim Merkezi, <https://kbm.org.tr>

Math Momentum in Science Centers, <https://mathmomentum.terc.edu/toplevel/home.cfm>

Mathematikum, <https://www.mathematikum.de/>

Museu de Matemàtiques de Catalunya, <https://mmaca.cat/>

Museum of Mathematics, <https://momath.org/>

NEMO, <https://www.nemosciencemuseum.nl/en/>

Ontario Science Center, <https://www.ontariosciencecentre.ca/teachers-plus-students/teacher-resources/stem-education-toolkit>

Scientix Portal, <http://www.scientix.eu/resources/details?resourceId=24442>

Singapore Science Center, <https://www.science.edu.sg/>

Tahtelbahir, <https://inteach.org/portal/kaynak/tahtelbahir-kimdir>

Techmania, <https://techmania.cz/cs/>

WikiMath, https://www.mathcom.wiki/index.php?title=Math_Museums

BÖLÜM 13: GEOMETRİ EĞİTİMİNDE STEM ÇALIŞMALARI

Dr. İpek SARALAR-ARAS & Betül ESEN

Bölüm özeti: Teknolojideki gelişmeler, öğrencilerin iletişim ve etkileşim kurma, öğrenme ve bağlantı kurma şekillerini etkilemektedir. Teknolojik olarak sürekli gelişen ve değişen dünyaya adapte olmaya ve değişimi takip ederek başarılı olmaya katkı sağladığı düşünülen STEM eğitimi, anaokulundan liseye kadar zorunlu eğitimdeki öğrencilerimizin hayatında önemli bir yere sahiptir. STEM'in M harfi, geometrinin bir dalı olduğu, matematiği sembolize etmektedir. Bu bölüm, geometri eğitimine genel bir giriş yaptıktan sonra, geometrideki farklı yaklaşımları ele almakta, geometri eğitiminde STEM yaklaşımı ile ilgili literatürden bahsederek devam etmektedir. Bölüm, aynı zamanda odak noktası olan, geometri dersinde yapılan örnek STEM aktiviteleri ile sürmekte; benzer aktivitelerin birleştirilerek hazırlandığı, geometrinin dâhil edildiği ve/ya merkeze alındığı STEM projelerinin tanıtımı ile sona ermektedir. Bölümün, öğrencilerin matematiksel becerilerinin ve 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Ayrıca, üniversitelerdeki araştırmacılar ve eğitimciler, bu aktivitelerden geometriyi gerçek hayat problemleri ve STEM disiplinleri ile bütünleştirmek için yararlanabilir. Son olarak, öğretmen ve öğretmen adayları için de örnek bir kaynak olması hedeflenmiştir.

13.1. Giriş

Geometri; nesnelerin büyüklüğü, şekli, konumları, açıları ve boyutları ile ilgilenen bir matematik dalıdır (Altun, 2013). Kare, daire, üçgen ve dikdörtgen gibi iki boyutlu ve küp, üçgen prizma, kare tabanlı piramit ve küre gibi üç boyutlu geometrik şekiller ortaokul ve lise geometrisinin çalışma alanına dâhildir (Clements, 2003). Tekkoyun'a (2014) göre geometri, matematiğin bir dalı olmanın ötesinde, öğrencilerin hayal ve düşünce sistemini geliştiren bir araçtır ve farklı disiplinler üzerine çalışan kişiler için farklı anlamlar ifade edebilir. Örneğin, Fen Bilimleri alanında çalışanlar için geometri, anlamlı ve anlamsız bütün şekiller olarak, farklı boyutlarda yaşama yetisi olarak ya da matematiksel ölçülerin şekillere yansımaları olarak düşünülebilir. Sosyal Bilimler alanındakiler içinse geometri; dikkati, kavramayı, anlamayı ve düşünme gücünü odaklayan bir bilim, kelimelerin şekillerle ifade tarzı, el becerisini geliştiren bir el sanatı ya da bakmak ile görmek arasındaki farkı gösteren bir tür film olarak görülebilir. Geometri, farklı bakış açıları ile karşılaşırsa da hem diğer disiplinler için hem de program/müfredat hazırlayıcılar için her zaman önemli bir yere sahiptir. Almanya, Hollanda, İngiltere, Japonya, Kanada, Singapur ve Türkiye gibi birçok ülkede ortaokul matematik programının bir parçasıdır (Department for Education [DfE], 2013a; 2013c; Hoyles, Foxman ve Küchemann,

2002; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018a). Türkiye'nin de aralarında olduğu birçok ülkede ise lise matematik programlarında ayrı bir alan, ders ya da birkaç ders (Analitik Geometri ve Uzun Geometri gibi) olarak gösterilmektedir (DfE, 2013b; MEB, 2018b).

13.2. Geometri Eğitimi

Öğrencilerin geometrideki performanslarına yönelik araştırmalar, uzun süredir matematikte önemli bir araştırma konusu olarak görülmektedir (Clements, 2003; Clements ve Battista, 1992). 30 yıldan fazla bir süredir, bu çalışmaların büyük bir kısmı öğrencilerin geometride genellikle beklenenden daha kötü performans gösterdiğini bildirmiştir (örn., Fuys, Geddes ve Tischler, 1988; Usiskin, 1982, 1987). Bunun elbette pek çok nedeni olabilir: öğrencilerin belirli yaşlarda neleri başarabileceklerine dair ebeveynlerin ya da matematik programı/müfredatı hazırlayıcıların çok yüksek beklentileri, öğrencilerin performansını ölçmek için tasarlanan testlerin geçerli ya da güvenilir olmaması ve geometri konularının öğretilmesi için programda ayrılan sürenin yeterli olmaması gibi.

Geometri performansına ilişkin ilk araştırma örnekleri arasında Amerika Birleşik Devletleri'nden birçok çalışma bulunmaktadır. Örneğin, Galbraith'in (1981) 170 öğrenciyle klinik görüşmeler yoluyla yaptığı araştırma, 12 ila 15 yaşındaki öğrencilerin %67'sinden fazlasının basit geometrik ispatlarda beklenenden daha düşük başarı elde ettiği sonucuna varmıştır. Carpenter ve meslektaşları (1983), 13 yaşındaki öğrencilerin sadece %20'sinin (test edilen 45.000 kişiden) bir dik üçgende hipotenüsün uzunluğunu verilen iki (karşı ve komşu) dik kenardan hesaplayabildiğini bildirmiştir. Benzer bir şekilde, Fuys (1988), altıncı sınıf ortaokul öğrencilerinin %19'unun 'geometriden yoksun' olduğunu ve bu öğrencilerin %31'inin sadece iki ve üç boyutlu şekilleri tanıyıp adlandırabildiğini savunmuştur. Ayrıca, Usiskin'in (1982, 1987) çalışmaları, öğrencilerin iki ve üç boyutlu şekillerle ilgili performanslarının beklentileri karşılamadığını bulmuştur, çalışmalarda yaklaşık 3000 öğrenci yer almıştır. Bu bağlamda Usiskin'in (1987) vurguladığı en önemli nokta, öğrencilerin sadece yarısının lise düzeyinde geometri ile karşılaşması ve bu yarının sadece yaklaşık üçte birinin gerçekten geometrik çalışmalarını anlamasıdır. Araştırmacı bu durumu, "Birçok öğrencinin geometrideki başarı eksikliği, yeni öğrencileri geometri dersi almaktan caydırıyor." (s.19) diyerek bildirmiştir. Araştırmada, liseye gelen öğrenciler, önceki öğrencilerin başarılarını/başarısızlıklarını göz önünde bulundurarak, geometriyi seçmeli ders olarak almamayı tercih etmektedir, sonucuna varılmıştır.

Geometri alanında çalışmaların çoğu, düşük performans bildirirken, yalnızca birkaçı kendi bağlamlarında neyin işe yaradığını tanımladıktan sonra bu performans sorununa olası çözümler sağlamıştır. Seksenlerin bu konudaki en etkili çalışmalarından biri Usiskin'e (1987) aittir. Bu rapor, yalnızca ortaokul geometrisinin performans sorunlarıyla karşı karşıya olduğu sonucuna varmakla kalmamış, aynı zamanda öğrencilerin geometride daha iyi performans göstermelerine yardımcı olmak için altı farklı boyut sunmuş; geometride daha iyi performans gösterebilmek için öğrencilerin bu altı boyutu öğrenmeleri gerektiğini iddia etmiştir.

1) Ölçme-görselleştirme boyutu, geometriyi şekillerin görselleştirilmesi, oluşturulması ve ölçülmesi olarak ele alır ve görselleştirme ve çizimin genellikle geometri çalışmasında ihmal

edildiğini (ama edilmemesi gerektiğini) vurgular. Bu nedenle, derslerde “Verilen şekilde görünür küpleri sayın” ve “Bir şeklin döndürüldükten sonra nasıl görüldüğünü söyleyin” gibi sorulara yer verilmesi önerilmektedir.

2) Fiziksel gerçek dünya boyutu, geometriyi gerçek ve fiziksel dünyanın çalışması olarak kabul eder. Geometri gerçek dünyadan evrimleşmiş olsa da, geometri öğretirken dünyayla olan bağlantıların okul geometri öğretiminde büyük ölçüde göz ardı edildiğini, geometri programlarına dâhil edilmesi gerektiğini vurgular.

3) Temsil boyutu, geometriyi sadece geometri olarak değil, aynı zamanda diğer matematiksel kavramları da temsil etmek için bir araç olarak kabul eder. Fiziksel nesnelerin geometrisinin (örneğin, Cuisenaire çubukları ve onluk sayma blokları) büyük ölçüde aritmetikten cebire kadar birçok matematik konusunu temsil etmek için kullanıldığını vurgular.

4) Matematiksel temeller boyutu, geometriyi bir matematiksel sistem örneği olarak kabul eder; bu nedenle, temel olarak geometrik fikirler matematiğin diğer dallarıyla bağlantılı olduğundan, sadece geometri fikirleri ve ispatlarını içeren ayrı bir ders olarak değil, matematiğin bir dalı olarak geometri öğretimini önerir.

5) Sosyo-kültürel boyut, geometriyi sosyo-kültürel bir olgu olarak ele alır. Tarihçesi ve fikirlerin gelişimi ile geometriyi incelemeyi önerir.

6) Bilişsel boyut, çoğunlukla psikoloji araştırmalarında yer alan, geometriyi kişinin zihinsel imgeleri ve bilişi ile ele alır. Bireysel bir geometri eğitimini önerir.

Daha yakın tarihli çalışmaların bulguları, 1980’lerin bulgularından çok da farklı değildir. Öğrencilerin geometride yaşadığı zorluklar, bu zorlukların nedenleri ve olası çözümleri hala çok aktif araştırmaların konusudur (örn., Battista, Clements, Arnoff, Battista ve Borrow, 1998; Devichi ve Munier, 2013; Fuson, Clements ve Beckman Kazez, 2010c; Kaleli-Yılmaz, Ertem ve Güven, 2010; Mbugua, Kibet, Muthaa ve Nkonke, 2012; Öksüz, 2010; Saralar, Ainsworth ve Wake, 2018a; 2018b). Örneğin Battista (2007), geometri ve uzamsal düşünme üzerine yaptığı kapsamlı incelemesinde birçok öğrencinin iki boyutlu ve üç boyutlu geometriyi öğrenmede zorluk yaşadığını bildirmiştir. Benzer bir şekilde, Fuson ve arkadaşları (2010a; 2010b; 2010c) geometri ve ölçümlerin ABD’li öğrencilerin (K-12) matematikteki en zayıf konularından ikisi olduğunu bildirmiştir.

Belirli konularda geometri performansına bakan çalışmalar da genel geometri performansını rapor eden çalışmalarla benzer bulgular bildirmiştir. Örneğin, Devichi ve Munier (2013), Fransız öğrencilerin (9-10 yaş) açı kavramını öğrenmede zorluklarla karşılaştıklarını ve kavram yanlışlarını raporlamış, çözüm olarak da somut materyaller ve gerçek yaşam örnekleri kullanarak bu kavram yanlışlarının üstesinden gelmek için dersler vermiştir. Dağlı ve Peker (2012), Türk ortaokul öğrencilerinin çevreyi anlamaları üzerine bir araştırma yapmış ve öğrencilerin sadece yarısının çemberin çevresini bulabildiğini ve %10 kadarının soruları cevaplamaya bile çalışmadığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada kareler, dikdörtgenler, eşkenar dörtgenler ve paralelkenarlar gibi diğer şekillerin çevre hesaplamaları için durum farklı değildir. Benzer şekilde Ulusoy ve Çakıroğlu (2017), Türk ortaokul öğrencilerinin (11-12 yaş) paralelkenar kavramını kavramada zorlandıkları sonucuna varmış ve aşırı ve eksik genelleme başta olmak üzere bir takım kavram yanlışlarını sıralamıştır. Saralar ve arkadaşları (2018a), Türk ortaokul öğrencilerinin (12-13 yaş) küplerden oluşan

şekilleri farklı yönlerden ve izometrik olarak çizimlerini incelemiş, öğrencilerin dört ders saati boyunca konuyla ilgili dersi gördükten sonra farklı yönlerden çizim başarısının %66, izometrik çizim başarısının ise %34 olduğunu bulmuştur. Çözüm olarak ise gerçekçi, araştırmacı, teknoloji ile kolaylaştırılmış ve aktif katılımın olduğu RETA modeli ile hazırlanmış dersleri önermiştir. Bu dersler, öğrenci başarısını ortalamada farklı yönlerden çizimlerde %95'e, izometrik çizimlerde %85'e çıkarmıştır (Saralar, 2020). Bu liste uzayıp gitmektedir. Tüm bu çalışmalar arasındaki ortak nokta, öğrencilerin geometride beklenenden daha düşük performansa sahip olmalarıdır. Bu nedenle bazı çalışmalar, öğrencilerin başarısını artırmak için geometri öğretiminde bazı boyutların dikkate alınmasını önerirken (Usiskin, 1987), bazıları dersler hazırlayıp etkililiklerini ölçmeyi seçmiştir (Devichi ve Munier, 2013; Saralar, 2020). Öğrencilerin geometri öğreniminde yaşadığı tüm zorluklar düşünüldüğünde, günümüzde geometri eğitiminde neden birçok farklı yaklaşım denendiği de yadırganmamaktadır.

13.3. Geometri Eğitiminde Yaklaşımlar

Geometri eğitiminde; disiplinler arası öğretim yaklaşımı (Demir, 2009; Özçelik ve Semerci, 2016), probleme dayalı öğrenme yaklaşımı (Baran-Bulut ve Erkan, 2020; Kirschner, Sweller ve Clark, 2006), teknoloji tabanlı yaklaşım (Karaarslan, Boz ve Yıldırım, 2013; Oldknow & Tetlow, 2008; Simpson, Hoyles, & Noss, 2006) ve gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımı (Gravemeijer, 1994; Özdemir ve Uzel, 2013; Van den Heuvel-Panhuizen, 2003) gibi birçok farklı öğretim yaklaşımı bulunmaktadır.

Bu başlıkta tanıtılacak ilk yaklaşım disiplinler arası yaklaşımdır. Disiplinler arası yaklaşım tanıtılmadan önce disiplin tanımlanarak başlanılabilir. Disiplin, “Öğretim konusu olan veya olabilecek bilgilerin bütünü, bilim dalı” olarak tanımlanır (TDK, 2021a). Öğrenim konularının ya da bilgilerin birbirine yakınlık derecesine göre gruplanması disiplinlerin oluşmasını sağlamıştır. King ve Brownel (1966), disiplinleri açıklamak için bazı özelliklere sahip olunması gerektiğini belirtmiştir ve bu özellikler neticesinde fen bilimleri ve sosyal bilimler gibi farklı disiplinler oluşmuştur. Disiplinler arası yaklaşım, “var olan şeylerin geçmişini araştıran tarihçi, nasıl çalıştığını keşfetmeye çalışan bilim insanı ve yeni şeyler üreten sanatçı zihinsel fonksiyonlarının bir araya getirilmesidir” diyen Hope (1991 akt. Demir, 2009, s.12) bu yaklaşımın araştırmacılık, problem çözme, yaratıcılık gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirebileceğini söylemekte, bunun sonucunda da öğrencilerin bir disiplini öğrenirken aynı zamanda da okul sonrası hayata da hazırlanabileceği sonucu çıkarılabilmektedir. Gorini (2018), Jaramillo, Kroon ve Gourgoulhon (2008), Leahey (1999), Özçelik ve Semerci (2016) gibi birçok araştırmacı bu yaklaşımın geometride, örneğin geometrik cisimler ve hacimleri konusunda, etkili olarak kullanılabileceğini ve öğrenci başarısını arttırabileceğini vurgulamaktadır.

Geometri eğitiminde kullanılan ikinci bir yaklaşım da probleme dayalı öğrenme yaklaşımıdır (Baran-Bulut ve Erkan, 2020; Kirschner, Sweller ve Clark, 2006). Bu yaklaşım tanıtılmadan önce problem tanımlanarak başlanılabilir. Problem, “yanıtının bilimsel yöntemlerle bulunması, teoremler ya da kurullarla çözülmesi gereken soru” olarak tanımlanır (TDK, 2021b). Jonassen'e (2002) göre problemler iyi yapılandırılmış (doğru ve tahmin

edilebilir çözümleri olan) ve iyi yapılandırılmamış (çözümü olmayan ya da birden çok çözümü olan) olarak ikiye ayrılır. Probleme dayalı öğrenme, öğrencileri verilen problemler üzerine düşünmeye, problemleri çözmek için araştırmaya ve sorgulamaya yönelten bir yaklaşımdır (Vygotsky, 1978; Wilkie ve Burns, 2003). İyi yapılandırılmamış, birden fazla cevabı olabilen ya da hiç cevabı olmayan problemlerin sıklıkla kullanıldığı bu yaklaşım (Saralar-Aras, 2021), geometri eğitiminde en fazla kullanılan yaklaşımlardan biridir; hatta geometride kullanıldığında probleme dayalı geometri olarak da anılmaktadır (Klančar, Starčič, Cotič ve Žakelj, 2021). Çalışmalar, bir problem üzerine emek veren ve bilgiye kendisi ulaşan öğrencilerin hem derse katılımının hem de motivasyonunun arttığını göstermektedir (Chi, 2009; Pirker, Riffnaller-Schiefer & Gütl, 2014). Öğrencilerin üzerine çalıştığı bu problemler “Çoklu bakış açısı oluşturarak çözüme ulaşabilmek için öğrencileri problem hakkında fikirlerini birbirlerine söylemeye, yargıda bulunmaya ve buldukları yargıyı savunmaya zorlar.” (Saralar-Aras, 2021, s.48). Baran-Bulut ve Erkan (2020), Chen (2013), Schettino (2011) gibi birçok araştırmacı bu yaklaşımın geometride, örneğin geometrik şekillerde alan ölçme konusunda, etkili olarak kullanılabileceğini ve öğrenci başarısını arttırabileceğini bulmuştur.

Geometri eğitiminde kullanılan bir diğer yaklaşım da teknoloji tabanlı yaklaşımdır; bu yaklaşım karşımıza teknoloji destekli öğrenme ve teknoloji ile kolaylaştırılmış öğrenme olarak da çıkmaktadır (Karaarslan, Boz ve Yıldırım, 2013; Oldknow & Tetlow, 2008; Simpson, Hoyles, & Noss, 2006). Teknolojinin geometri eğitimine girişi tarihsel olarak dirençle karşılaşmış olsa da (bkz. Bolt, 1991), birçok araştırmacı teknolojiden, özellikle de dinamik geometri yazılımlarından yararlanmanın (örneğin, üç boyutlu şekilleri iki boyutlu olarak temsil etmede) ortaokul ve lise öğrencilerinin hem geometri başarılarını hem de motivasyonunu arttırabileceğini bulmuştur (Oldknow ve Tetlow, 2008; Saralar, 2020; Simpson, Hoyles ve Noss, 2006). Royal Society'nin geometri öğretme ve öğrenme çalışma grubu 11-19 da daha 20 yıl öncesinden (2001) sınıflarda teknolojik araçların daha etkin kullanımı yoluyla üç boyutlu şekillerin öğrenilmesine daha fazla dikkat edilmesini tavsiye etmiştir. Bu tavsiyeyi dikkate alan Oldknow ve Tetlow (2008), küçük ölçekli bir çalışma ile pilot okullarda bir üç boyutlu geometri yazılımının tanıtılması ve etkinliğinin değerlendirilmesi üzerinde çalışmış; sonuçlar umut vadince, çalışmalarını İngiltere'deki bir grup Hampshire okulunda da uygulayarak daha büyük bir projeye genişletmiştir. Oldknow ve Tetlow (2008), öğrencilerin üç boyutlu şekillerin iki boyutlu temsillerini oluşturmalarına olanak tanıyan bir yazılımda çalışmasının, hem üç boyutlu şekilleri anlamlı bir şekilde anlamalarını hem de aktif katılım, iş birliği ve akranlarına olan güveni artırmak için iyi bir fırsat olduğunu göstermiştir. Üç boyutlu şekiller konusunun anlatıldığı derslerde, dinamik geometri yazılımlarının öğrenciler tarafından kullanımını daha detaylı inceleyen Widder ve Gorsky (2013), öğrencilerin bu teknolojileri ihtiyaçlarına göre kullandığını tespit etmiştir. Farklı ön test performanslarına sahip öğrenciler, ellerindeki teknolojiyi farklı amaçlar için kullanmışlardır. Düşük uzamsal yeteneklere sahip olanlar yazılımı oluşturdukları şekillerin ölçümleri için kullanırken, uzamsal yetenekleri yüksek olanlar yazılımı öncelikle şekillerin kendilerine özgü özelliklerini incelemek (örneğin, daha düşük uzamsal yeteneklere sahip emsallerine göre %50 daha fazla inşaat ve işlem sayısı) ve şekilleri (yeniden) inşa etme ve döndürme gibi zihinsel süreçleri kısaltmak için

kullanmışlardır. Kullanım alanları, öğrenciler tarafından farklı olsa da derste kullanılan teknolojiden çalışmadaki tüm öğrenciler faydalanmıştır. Bunun gibi umut verici sonuçları gören eğitimciler, teknoloji tabanlı yaklaşımı geometri eğitiminde sıklıkla kullanmaktadır.

Bu başlıkta aktarılacak son yaklaşım, gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımıdır (Gravemeijer, 1994; Özdemir ve Uzel, 2013; Van den Heuvel-Panhuizen, 2003). Gerçekçi matematik yaklaşımının derslere entegre etmeyi önerdiği gerçek hayat örnekleri, sınıfta öğrenilen bilgi ve becerilerin somut ve gerçek dünyadaki uygulamalarını sağlar (Gravemeijer, 1994). Birçok araştırmacıya göre gerçekçilik, öğrencileri sınıfta öğrendikleri konuların gerçek hayattaki kullanımlarından haberdar ettiğinden dolayı matematik öğretimi için önemlidir (Gravemeijer, 1994; Van den Heuvel-Panhuizen, 2003). Bu bakış açısı, 1970'lerde Hollanda'daki Freudenthal Enstitüsü'nden, Hollanda okullarında matematik öğretiminin kalitesini artırmak için ortaya çıkmıştır (Freudenthal, 1971, 1973). Freudenthal (1987), matematiğin gerçek hayatta da uygulanması için dünya çapında bir ihtiyaç olduğunu ve gerçekçi matematik eğitiminin bunu başarmanın bir yolu olduğunu savunmaktadır. Ona göre gerçekçi matematik eğitimi, matematiği öğretirken gerçekte başlayıp gerçeklikte kalarak matematiği insan değeri haline getirir. Çocuklara yakın olmak için matematiği gerçeğe bağlar, böylece onları matematik çalışmaya motive eder (van den Heuvel-Panhuizen, 2003). Geometri derslerine entegre edilen videoların ve fotoğrafların tartışılması en yaygın gerçekçi matematik örneklerindedir. Bu yaklaşımda, geometrinin gerçek hayatta kullanımına yönelik videolar ve fotoğraflar kullanılarak öğrencilerden gerçek hayat deneyimlerini ifade etmeleri, sınıf arkadaşları ile tartışmaları istenir. Matematiksel içeriğin gerçek hayattaki kullanımına ilişkin gerçek hayat fotoğraf ve videoları kullanımı ve bu fotoğraf ve videolarla ilgili tartışmalar, öğrencilere öğrendiklerinin gelecekteki yaşamlarında faydalı olabileceğine dair bir fikir vermek için birçok araştırmacı tarafından önerilmektedir. Mimarlıkta ve mühendislikte kullanılan izometrik çizim videoları, alışveriş merkezlerindeki kat planları ve tıpta kullanılan iki boyutlu filmler hep geometrinin gerçek yaşam uygulamalarına örnektir.

Paylaşılan bu yaklaşımların bir ya da birkaçı STEM derslerine rahatlıkla entegre edilebilir. Ayrıca unutulmamalıdır ki bu yaklaşımların eleştirileri de bulunmaktadır (örn., Gemert, 2015; Grandgenett, 2007). Hiçbir yaklaşım, tamamen olumlu olarak yorumlanmamıştır. Dersin içeriğine ve öğrencilerin ihtiyaçlarına göre ilgili yaklaşım öğretmenler tarafından seçilmeli ve geometri ders planlarına işlenerek, derslerde uygulanmalıdır.

13.3.1. Geometri Eğitiminde STEM Yaklaşımı

Geometri eğitiminde STEM yaklaşımı dendiğinde aklımıza ilişkilendirme becerisi, okuduğunu anlama becerisi, iletişim becerisi gibi matematiksel beceriler ile birlikte disiplinler arası yaklaşım, gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımı, gerçek hayat problemleri entegrasyonu, iş birliği çalışmaları gibi çalışmalar gelmektedir. Tüm bu çalışmalar 13.3'te rapor edilen yaklaşımların oluşturduğu disiplinler arası bir bütün olarak görülebilir. 13.4'te geometri dersindeki bu yaklaşımların sadece teoride kalmaması adına hâlihazırda bölüm yazarları tarafından yapılan iki çalışmadan örnek STEM aktiviteleri sunulmuştur. Kitabın 12.

bölümünde Matematik Eğitiminde STEM Çalışmaları başlığında, geometriyi de kapsayan STEM yaklaşım ve konularına erişilebilmektedir. Geometri, matematiğin bir dalı olduğundan kitabın bu bölümünde bu yaklaşımlar tekrar edilmemiştir.

13.4. Geometri Dersinde Yapılan Örnek STEM Aktiviteleri

Bölümün bu başlığında geometri dersinde yapılan örnek STEM aktiviteleri aktarılmıştır. Bu aktiviteler ders planları şeklinde değil, kitabın yapısına uygun olarak paragraflar halinde hazırlanmıştır. Aktarılan aktivitelerde dikkat edilmesi gereken hususlar pratikte öğretmenlerimize destek olabilmek amacıyla detaylı olarak açıklanmıştır.

13.4.1. Mozaik Çalışmaları ile Çokgenlerin Öğrenimi

Hayatın bir parçası olan geometriyi müfredatımızdaki kazanımlarla ilişkilendirme becerisi, günümüz eğitiminde önemli bir yer tutar (MEB, 2018a). Bu nedenle matematiğin, özellikle de geometrinin diğer derslerle disiplinler arası ilişkisi önemlidir. NCTM'nin (2000) belirlediği süreç standartlarından biri olan ilişkilendirme standardı; matematik biliminin geometri, cebir gibi tüm alt dallarının günlük hayatla ilişkilendirilmesi, bunun yanında matematik ile başka disiplinler arasında da ilişkileri kurulması gerektiğini ifade eder.

Mozaik çalışmaları ile çokgenlerin öğrenimi temasında oluşturulan aktiviteler, geometri kazanımlarını STEAM disiplinleri ile ilişkilendirecek şekilde hazırlanmıştır. Bu aktiviteler, bir matematik sanatçısından (mimardan) gelen bir mektup aracılığı ile öğrencilere sunulur. Geometri öğretmeni dersine bu mektubu okuyarak başlar. Örnek bir mektup aşağıda sunulmuştur.

“Sevgili çocuklar,

Ben matematik sanatçısı ve mimar Feyza. Konya Karatay Medresesi Çini Eserler Müzesi'nde çalışıyorum. Teknoloji, estetik ve tasarıma olan ilgim 11 yaşlarında başladı. Her şeyi merak eden, hayaller kuran ve çizimler yapan bir çocuktum. Üniversitede aldığım matematik ve programlama eğitimi; hayallerimi yeteneklerimle birleştirmemi sağladı. Bu sayede ülkemizi genç bir “Matematik Sanatçısı” olarak uluslararası platformlarda temsil ettim. Ayşe öğretmen benim üniversiteden çok yakın arkadaşım, birkaç gün önce öğretmeninizi aradım. “Önemli bir görev için; tarihi, sanatı seven araştırmacı genç matematikçilere ihtiyacım var.” dedim. “Öğrencilerin, bu önemli görevde bana yardım edebilirler mi?” diye sordum. Cevabınız beni çok mutlu etti. Şimdi görevinizi açıklıyorum, hazır mısınız? Karatay Medresesi'nin mozaiklerinin restorasyonu için çokgen mozaik modelleri hazırlamanızı istiyorum.

Sizleri Konya Karatay Medresesi Çini Eserler Müzesi'nde bekliyorum olacağım.
Feyza”

Bu temadaki ilk aktivite, öğrencilerin Konya Karatay Çini Eserler Müzesine ziyaretidir (Resim 13.1).

Resim 13.1

Müze Fotoğrafları (Konya Karatay Çini Eserler Müzesi, 2021)



Yapılan ziyaret sırasında öğrencilere, müzenin içindeki mozaik çini eserlerin resimlerinden yola çıkarak sorular sorulur. Matematik, mühendislik, görsel sanatlar ve sosyal bilgiler disiplinlerini birleştiren bu aktivitede yer alan sorular öğrencilerin gerçek yaşam deneyimleri ile öğrenmesine destek olabilir. Bunlara örnek olarak, Resim 13.2'deki görsel gösterilip şu sorular sorulabilir:

- Resimde ne görüyorsun? Ne düşünüyorsun?
- Bu resim hangi dönemde ne amaçla kullanılmış olabilir?
- Bu resim ile ilgili neyi merak ediyorsun? Matematikle ilişkisi ne olabilir?
- Günümüzde bu resme benzer geometrik desenler gördünüz mü?

Resim 13.2

Müze Fotoğrafları (Konya Karatay Çini Eserler Müzesi, 2021)

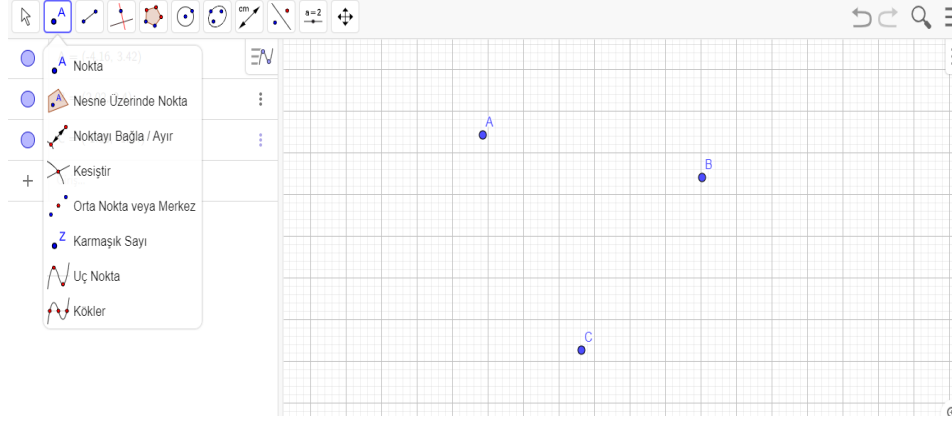


Bu temadaki ikinci aktivite, öğrencilere açölçer kullanarak çokgensel mozaiklerin iki boyutlu çizimlerini kareli kâğıtlara (kareli matematik defterlerine) çizdirmektir. Bu aktivitede öğrenciler; cetvel, açölçer veya gönyeye ihtiyaç duyarlar. Çizim sırasında grupların birbirleriyle iş birliği, matematiksel bilgilerini paylaşmaları ve öğretmenin çizim sırasındaki desteği çok önemlidir.

Aktivitenin devamı olarak, öğrencilere, matematik sanatçılarının ve mühendislerin şekilleri çizerken kullandığı gibi (örneğin, AutoCad) bazı yazılım araçlarının da onlara yardımcı olabileceği açıklanır. Geogebra yazılım aracı tanıtılır, öğrencilerin tablet veya bilgisayarlarından (akıllı tahta ya da bilişim laboratuvarı kullanılabilir) GeoGebra'yı çalıştırmaları istenir. GeoGebra'nın öğrenciler tarafından öğretmen rehberliğinde keşfinden sonra çokgen örneklerine geçiş yapılır. Bu çizimlere örnek olarak bir üçgen düşünülebilir (bkz., Resim 13.3 ve 13.4)

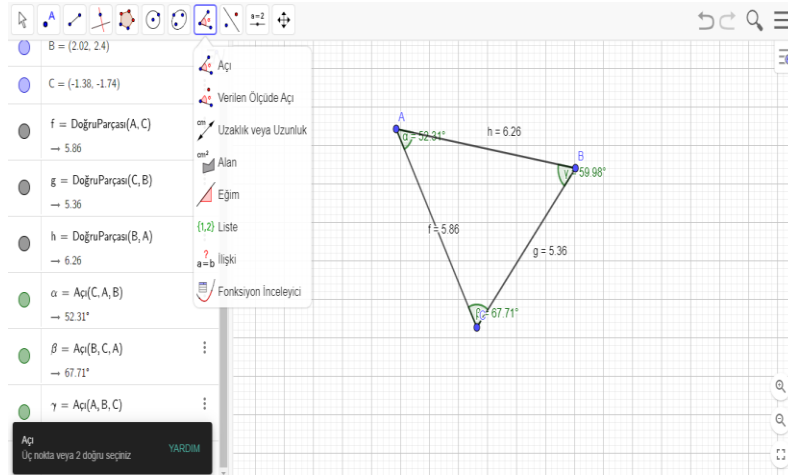
Resim 13.3

Üçgenin Köşe Noktaları



Resim 13.4

Üçgen ve özellikleri



Öğrencilerin, mimari bir yapının restorasyonu için gerekli olan çokgen modeli için gereken üçgen ve dörtgenin iki boyutlu çizimleri; kareli kâğıt ve GeoGebra yazılımı ile sağlanır. Teknoloji ile kolaylaştırılan çizimler sonrası öğrenciler; oyun hamurları ve/ya atık malzemeler (Renkli kartonlar, keçeler, kumaş parçaları) kullanarak seramik hamuru ile üç boyutlu çokgensel mozaik modellerini oluştururlar. Bu modelleri akılda canlandırabilmek için,

örnek olarak Milli Eğitim Bakanlığı'nın (2015a) kitaplarında yayınlanan resimler gösterilebilir (Bkz., Resim 13.5, Resim 13.6).

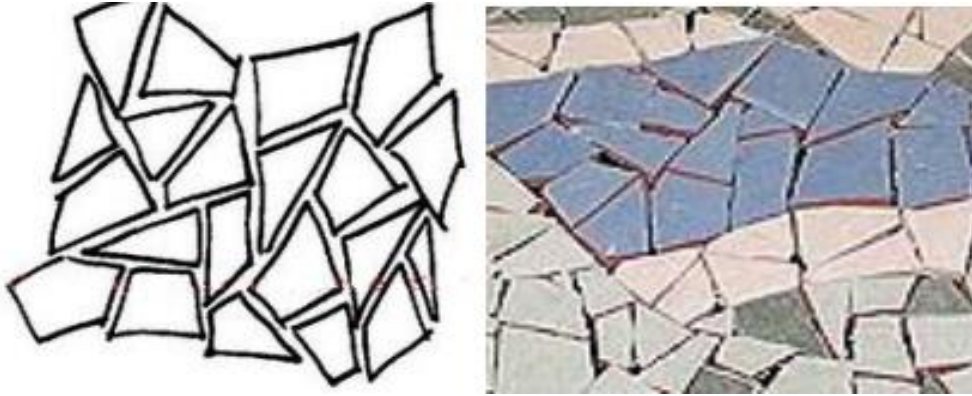
Resim 13.5

Mozaik Analizleri (MEB, 2015a)



Resim 13.6

Mimari Yüzeylerde Mozaik (MEB, 2015b)



13.4.2. Tohum Ekerek Alan Öğrenimi

Matematik ve problem kelimeleri anlam bakımından birbirleriyle özdeşleşmekte, problem çözme, matematik derslerinde sıkça kullanılan bir yöntem olarak göze çarpmaktadır (Kıvrak, 2014). Öğrencilerimize problem çözme stratejilerini öğretirsek; gerçek dünya problemlerine çözüm bulmak için verdiğimiz STEM eğitimi öğrencileri düşünmeye, STEM eğitiminin bir parçası olarak yaptıkları problem çözümleri onları bir amaca, bu amaç ise tekrar öğrencilerimizi problemin çözümü için gereken düşünme sürecine sevk edebilir. Bu süreçte insanları ve dünyayı anlamının doğal bir yolu olan okuma (Keşan, Kaya ve Yetişir, 2008), düşünme sürecinde öğrencilerimiz için bir anahtar görevi görebilir.

“Bana benim için hayati önemi olan bir problemi çözmek üzere bir saat süre verilse bunun 40 dakikasını problemi incelemeye, 15 dakikasını problemi gözden geçirmeye ve 5

“dakikasını da problemi çözmeye ayırırdım.” diyen Albert Einstein’ın da belirttiği gibi okuma ve anlama, problem çözmede önemli bir yere sahiptir.

Tohum ekme çalışmasında alan öğrenimi temasında oluşturulan aktiviteler, günlük yaşamın içindeki problemlerden yola çıkarak matematiğin geometri alanını; sayılar, ölçme ve cebir öğrenme alanlarıyla ilişkilendirmektedir. Hedef; matematik disiplinini fen bilimleri, teknoloji ve mühendislik disiplinleriyle bütünleştirme ve disiplinler arası ilişkilendirme yapmaktır. Bu aktivitelerdeki ilişkilendirmeler, Ziraat Mühendisinden (Kentsel tarım uzmanı) gelen bir mektup aracılığı ile öğrencilerden istenilmektedir. Geometri öğretmeni dersine bu mektubu okuyarak başlar. Örnek bir mektup aşağıda sunulmuştur.

“Deniz, şehirlerin kendi kendisine yetebilmesi için proje üreten bir şirkette “Kentsel Tarım Uzmanı” olarak çalışmaktadır. Covid-19 salgını sürecinde gıda talebi artmış, stoklar tükenmiştir. Bu da kentsel tarım alanlarının değerini artırmıştır. Deniz, bu konu üzerine bir proje geliştirmeye karar verir. Deniz’in projedeki amacı; salgın sürecinde çocukların okula olan uyumlarını artırmak, çocukların doğayla yeniden iletişim kurarak ellerini toprağa değdirmek, kendileri tarafından üretmenin ne kadar kıymetli olduğunu çok iyi anlayabilmelerini sağlamaktır. Bunun için sizin gibi araştırmacı mühendislere ihtiyacı vardır. Deniz’in mühendis ekibi olarak sizden istenilenler şu şekildedir:

- Okula, dikdörtgensel bölge şeklinde bir organik tarım bahçesinin tasarlanması,
- Tasarım için önce, okulun içinde organik tarım bahçesinin yerini belirleyip eklenecek meyve ve sebze kümelerine karar verilmesi.

Deniz’in verdiği aşağıdaki bilgiler ışığında meyve kümesi ve sebze kümesi bahçelerini oluşturmalısınız: Meyveler kümesinin eni 2 metre, çevre uzunluğu 10 metre; sebzeler kümesinin eni 1 metre çevre uzunluğu ise 8 metre olarak belirlenmiştir. Bu verilere uygun Kentsel Tarım Uzmanı Deniz, meyve kümesinin 1 metre karelik alanına 1 tane meyve, sebze kümesinin 1 metre karelik alanına 2 tane sebze düşmesini istemektedir. Meyve kümesindeki meyve sayısı M kümesinin eleman sayısına; sebze kümesindeki sebze sayısı S kümesinin eleman sayısına eşit olduğuna göre, meyve ve sebze kümelerinin toplam eleman sayısını hesaplayınız. (Problem, her okulun uygun boş alanına göre adapte edilip uygulanabilir).”

Mektup okunduktan sonra yapılan ilk aktivite, matematiğin günlük yaşamla ilişkilendirildiği bir haberle ilgilidir. Öğretmen, öğrencilerine, okul bahçelerinde organik tarım yapan bir grup öğrenciye ait bir haber metni ve videosunu sunar. Her öğrenci haber metnini okur ve sonra da video sınıfça izlenir. Sonrasında da haber metni ile ilgili öğretmenin sunduğu sorular öğrenciler tarafından gruplar halinde ya da bireysel olarak cevaplandırılır.

Örnek haber metni şöyle olabilir:

“Öğrenciler Okul Bahçesinde Organik Patates Üretiyor

Kars’ın Selim ilçesinde öğrenciler, okul bahçesinde organik tarım yapıyor. Öğrenciler, hem toprağı tanıyor hem de patates yetiştiriyorlar. Ekiyor, bakımını üstleniyor, emeklerinin karşılığını alıyorlar. Kars’ın Selim ilçesi, Karahamza Zekeriya Atilla Ortaokulu öğrencileri, uygulamalı organik tarım eğitimi alıyor. Proje için okulun bahçesi seçildi. Oluşturulan 400 metrekare alana, patates ekildi. Okul Müdürü Mürsel Kızıltaş, uyguladıkları proje ile ilgili şunları söyledi: ‘Biz çocukların ellerinin toprağına değmesini çok önemsedik. Kendileri tarafından üretmenin ne kadar kıymetli olduğunu, üretilen ve hazır alınan gıdalar arasındaki farkı çok iyi anlayabilmelerini sağlayabilmek adına ufak bir proje tasarladık. Çocuklarımızla buradaki tohumlama daha sonra yabancı otların temizlenmesi, sulanması aşamalarını hep beraber gerçekleştirdik. Eylül ayı itibariyle de hasat zamanı geldi bizim için. Öğrenciler uygulamadan oldukça memnun. Toprak işlemeden hasada kadar her aşamayı kendileri yapıyorlar. Öğrencilerin yeni hedefi ürün çeşitliliğini artırmak ve bahçelerini büyütmek.’ (TRT Haber, 2019).

Aşağıdaki soruları ise örnek sorular olarak sunabiliriz:

1. “Öğrenciler Okul Bahçesinde Organik Patates Üretiyor” başlıklı haberle ilgili fotoğrafta neler görüyorsunuz? (Kaynaklarda ilgili haberi ve haberin fotoğrafını bulabilirsiniz.)
2. “Öğrenciler Okul Bahçesinde Organik Patates Üretiyor” başlıklı haberin içeriğinde neler anlatılıyor? Birkaç cümle ile özetleyiniz.
3. “Öğrenciler Okul Bahçesinde Organik Patates Üretiyor” başlıklı haber videosunu izlediniz. Öğrencilerin yeni hedefi nedir?

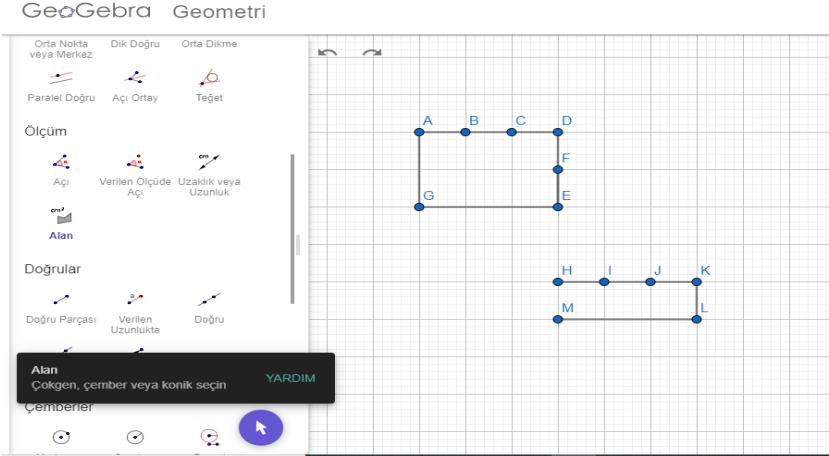
Bu temadaki ikinci aktivitede; öğrenciler, öğretmenleri rehberliğinde gruplar halinde okul bahçesine çıkar. Okul bahçesine çıkmaktaki amaç, okulun içinde organik tarım bahçesinin yerini belirlemektir. Bu amaçla öğrenciler, uzunluk ölçme araçlarıyla organik tarım bahçesi için gerekli alanı ölçerek elde edilen verileri defterlerine işler. Elde edilen veriler ışığında planlamalar başlar. Planlamalar için bahçe ya da sınıf ortamı seçilebilir. Örneğin, öğrenci grupları sınıftaki sıralarına geçip planlamalarını burada yapabilir. Okul içinde hazırlayacakları organik tarım bahçesinin yerini belirleyen öğrenciler, öğretmenlerinin desteğiyle bahçenin içine ekilecek meyve ve sebze kümelerine ve bu kümelerdeki tohum sayılarına karar verir. Öğrenciler bu aşamada, organik tarım bahçesinin taslaklarını (eskizleri) defterlerine çizer.

Teknoloji yardımı ile planlamayı hem görselleştirerek netleştirmek hem de ölçülen gerçek alanları oranlayarak çizim yapmak amacıyla, prototipler (ilk örnekler) GeoGebra gibi dinamik bir yazılım üzerinde oluşturulur. Önce dikdörtgenler (Resim 13.7), sonra dikdörtgensel bölgeler, en son da ekim yapılacak noktalar GeoGebra’da seçilir. Dikdörtgensel

bölgelerin alan hesaplaması, GeoGebra alan hesaplama araçlarından biri kullanılarak (Karayel, 2021) ya da manuel olarak GeoGebra’da alan seçimi yapılarak bulunabilir.

Resim 13.7

Oluşturulan dikdörtgenleri gösteren GeoGebra ekran kaydı



Çizimlerden sonra, okul bahçesi için meyve sebze bahçelerine ait dikdörtgenel bölgeler, meyve ve sebze küme sayıları hazırdır.

Bölümün üçüncü aktivitesinde; öğrenciler, aileleriyle birlikte karar vererek evlerinden getirdikleri gübre, meyve-sebze ata tohumları, tohum ekimi için gerekli araç ve gereçler (küçük boy kürek, naylon bir bez gibi) ile tohumların ekimini gerçekleştirirler.

En son değerlendirme olarak da öğrencilerden kentsel tarım uzmanı Deniz Bey’e proje sonuçlarına ait tüm çözümlerini ve düşüncelerini mektuplaştırarak ulaştırmaları istenebilir. Böylece, öğrenciler tüm çalışmalarını bir ürün oluşturacak şekilde öğretmenleri ile paylaşmış olur.

13.5. Scientix Kapsamında Yapılan Geometri STEM Projeleri ve Aktivitelerine Örnekler

Scientix Projesi kapsamında ortaokul matematik derslerinin geometri alanlarında ya da lise matematik derslerinde faydalanılmak üzere birçok proje geliştirilmiştir. İyi uygulama örnekleri olarak bu projelerden bazıları bu başlıkta tanıtılmaktadır.

Tanıtlanacak projelerden ilkinin adı “Matematiğin Neşesi: Geometri”dir, orijinal İngilizce adıyla “The Joy of Math: Geometry” (Avrupa Okul Ağı, 2015). Projenin temel amacı, lise öğrencilerinin ve öğretmenlerinin sınıfta veya ödevlerinde kullanabilecekleri geometri gibi görselliği yüksek olan matematik konuları üzerine interaktif testler ve oyunlar hazırlamaktır. Böylece öğrenciler için matematik dersini çekici hale getirmek, matematik becerilerini geliştirmek ve matematik derslerine neşe katmak hedeflenmiştir. Resim 13.8a proje web

sitesinden bir ekran kaydını gösterirken, Resim 13.8b örnek bir geometri aktivitesinden bir kesit sunmaktadır. Aktivitenin bu sorusunda a, b, c ve d vektörleri verilmiş ve toplam vektör sorulmaktadır.

Resim 13.8a

“Matematiğin Neşesi: Geometri” Proje web sitesi (Matematika s Radosti, 2015a)

The screenshot shows the website interface for 'matematika s radosti'. The top navigation bar includes links for 'New Math4U portal', 'Contacts', 'About the project', 'For creators', 'English', 'MODAM', 'ŠKOMAM', and 'Advanced Mathematics'. Below this is a menu with categories: 'Základní poznatky', 'Rovnice a nerovnice', 'Planimetrie', 'Funkce', 'Goniometrie', 'Stereometrie', 'Analytická geometrie', 'Kombinatorika, pravděpodobnost a statistika', 'Komplexní čísla', 'Posloupnosti a řady', 'Diferenciální počet', and 'Integrální počet'. The main content area is titled 'Analytická geometrie' and features a cartoon character. The 'Points and vectors' section is highlighted, with a description: 'Coordinates of points and vectors, operations with vectors, vector products.' Below this, there are 'Tests' and a table of test results. A sidebar on the right lists 'Tests and pairing games', 'Points and vectors', 'Geometry in the plane', 'Geometry in space', and 'Conic sections'. There are also buttons for 'Don't Risk, AZ Quiz and Uncover Picture' and 'Step-by-step examples'.

Difficulty	Name
▲	Angle of two vectors
▲	Properties of vectors

Resim 13.8b

“Matematiğin Neşesi: Geometri” Projesi örnek aktivite sorusu (Matematika s Radosti, 2015b)

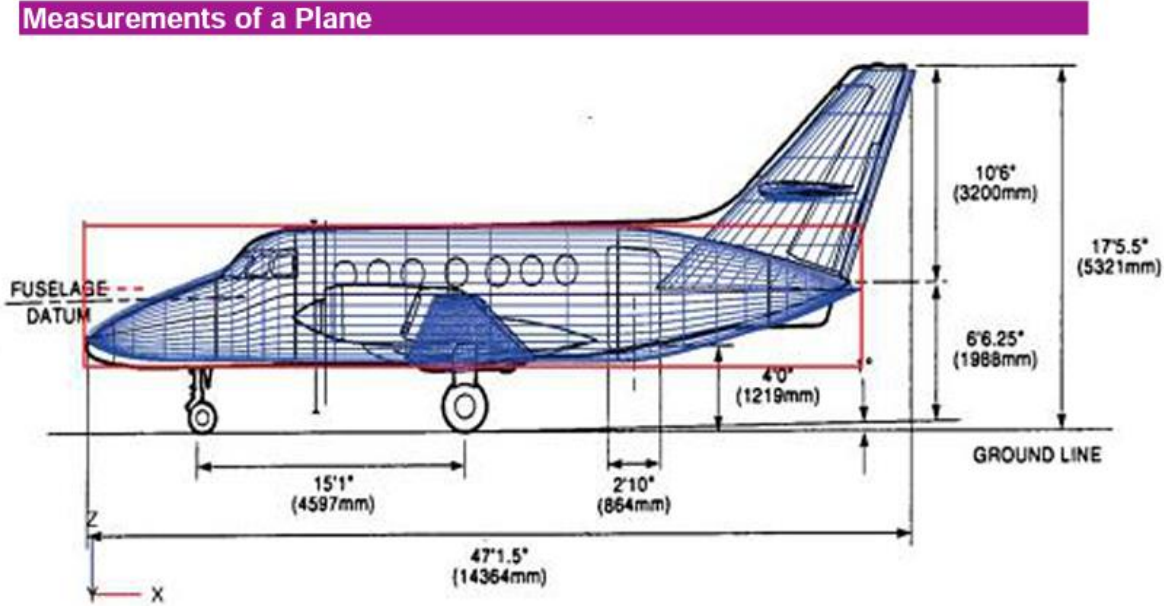
The screenshot shows a math problem on a coordinate plane. The x-axis ranges from -2 to 7, and the y-axis ranges from -2 to 4. Four vectors are shown: \vec{a} starts at (0, 4) and ends at (2, 1); \vec{b} starts at (3, 4) and ends at (5, 4); \vec{c} starts at (4, 3) and ends at (4, 1); \vec{d} starts at (4, 1) and ends at (4, -2). The problem asks for the sum of these four vectors.

1. Na obrázku jsou zobrazeny vektory \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} , \vec{d} . Součtem těchto vektorů je vektor:

Bir diğer proje Sınıfta Havacılık, orijinal İngilizce adıyla “Aerospace in Class”tır (Avrupa Okul Ağı, 2021a). Proje, günümüz toplumunun zorluklarını ele almaya yardımcı olmak için dünyanın her yerindeki gençlerin havacılık yoluyla geometriyi, matematiği ve fen bilimlerini anlayabilecekleri dijital bir alan olan Airbus Foundation Discovery Space’den kaynaklarını temin etmektedir. Buradan alınan STEM kaynakları 8-12 yaş arası öğrenciler için uyarlanmakta ve uygulamalar yapılmaktadır. Bu kaynaklardan bir kısmı öğrenme senaryoları şeklinde tasarlanmıştır. Örneğin, Gökyüzünün Geleceği: Ticari Havacılığın Geleceği senaryosu (Avrupa Okul Ağı, 2021b), öğrencileri özellikle geometri olmak üzere matematiksel içerik aracılığıyla uçak yapılarıyla tanıştıran bir senaryo olarak tasarlanmıştır. Öğrencilerin matematiği gerçek yaşam bağlamına yerleştirmesi ve yaratıcılık yoluyla uçakların geleceği hakkındaki vizyonlarını ifade etmesi hedeflenmiştir. Öğrencilerin, yeni fikirler keşfetmek ve uçak yapımının temellerini öğrenmek için kâğıt katlama, Minecraft ve yaratıcı bilimsel yazı kullanmaları planlanmıştır. Senaryonun matematik derslerinde temel geometrik şekiller ve ölçüleri öğretmek için kullanılması tavsiye edilmiştir. Çünkü senaryo gereği öğrenciler, kâğıt katlayarak uçaklarını tasarlarken kareler, üçgenler ve karenin köşegenleri hakkında bilgi sahibi olmaktadır. Ayrıca, öğrenciler, bir nesnenin (örneğin, uçağın) ne kadar büyük ya da küçük olduğu gibi ölçümlerin yapılması ve ölçümlerin karşılaştırılması hakkında bilgi edinmektedir. Senaryoda öğretmen tarafından öğrencilere sunulan örnek ölçümleri Resim 13.9’daki, öğrenilen şekillere örnekler ise Resim 13.10’daki gibidir.







Resim 13.9

“Sınıfta Havacılık” Projesi Senaryosundan bir resim: Uçağın ölçümleri (Avrupa Okul Ağı, 2021b)



Resim 13.10

“Sınıfta Havacılık” Projesi Senaryosundan bir resim: Uçaklardaki geometrik şekiller (Avrupa Okul Ağı, 2021b)

Geometrical Shapes of Planes		
AEROPLANE	Geometrical Shapes of Wing	Shape
Wright Brothers 	Rectangle	
Blue Angel F-18 	Trapezoid	
Concorde 	Right angle triangle	

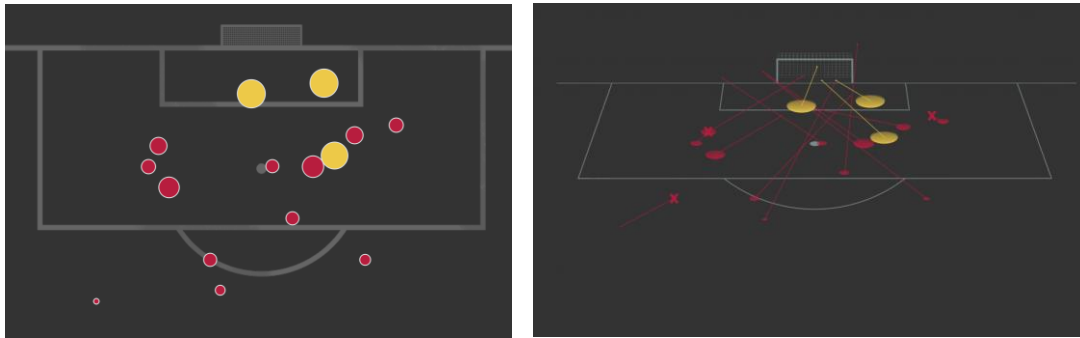
Bu başlıkta tanıtılacak üçüncü proje, “Masdiv: Öğrenci çeşitliliğini ele alma ve temel değerleri teşvik etme konusunda matematik ve fen öğretmenlerini destekleme”dir; projenin orijinal İngilizce adı “Masdiv: Supporting mathematics and science teachers in addressing diversity and promoting fundamental values” şeklindedir (Avrupa Okul Ağı, 2020). Proje, farklı kültürel ve sosyal geçmişlerden gelen dezavantajlı öğrenciler de dâhil olmak üzere tüm öğrencilere fen ve matematik okuryazarlığını teşvik etmek üzere hazırlanmıştır. Tanıtılan ilk iki projeden farklı olarak, sadece öğrenciler için değil öğretmenler için de geliştirilmiştir ve temel olarak ortaokul matematik ve fen bilimleri öğretmenlerini hedef kitle olarak seçmiştir. Proje dâhilinde; Fen Bilimleri, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) alanlarındaki ortaokul öğretmenleri için yararlı bir kurs geliştirilmiş ve uygulanmıştır; böylece öğretmenler için mesleki gelişim fırsatları sunulmuştur. Projede öğretmenler, kültürel veya sosyo ekonomik geçmişleri ne olursa olsun tüm öğrencilerin yararına çeşitli ve çok kültürlü bağlamlarda matematik ve fen bilimleri öğretimini desteklemeyi amaçlayan bir mesleki gelişim programına

katılmıştır. Ayrıca, proje kapsamında öğretmenler için sınıf materyalleri de dâhil olmak üzere ek materyaller sağlanmıştır. Bu materyaller arasında Hollanda'daki Kurtlar, Çocuklar ve Çikolata, Mozaikler gibi bazıları geometri konularını da dahil eden öğrenme senaryoları bulunmaktadır (örn., Papageorgiou ve Xenofontos; 2018). Ayrıca, proje dâhilinde Türkiye'nin Konya şehrinde yapılan çalıştaydaki sunumda; matematiğin geometri alanı, tarih, sanat, din ve kültürle ilişkilendirilmiş, dönüşüm geometrisi (simetri, öteleme, yansıma), iki ve üç boyutlu şekillerin geometrik özellikleri ve ilgili geometri terminolojilerini içeren öğretmenlerin sınıf içinde uygulamasına yönelik birçok sınıf etkinliği ve çalışma sayfası paylaşılmıştır (Çakmakçı ve Özcan, 2020).

Bu başlıkta tanıtacağımız son proje ise “Yeni Nesil Bilim İnsanlarına, Mühendislere ve Araştırmacılara İlham Verme: Futurum”dur; projenin orijinal İngilizce adı “Inspiring the Next Generation of Scientist, Engineers and Researchers: Futurum” şeklindedir (Avrupa Okul Ağı, 2021c). Projede; sınıflarda, evde eğitimde ve STEAMM kulüplerinde (okulların öğrenci toplulukları ya da kurulan dernekler gibi) kullanılması amaçlanan araştırma hikâyeleri, etkinlik sayfaları ve ders planları üretilmiştir. Futurum Projesi dâhilinde geliştirilen gerçek yaşamdan uyarılma hikâyeler, çalışma sayfaları ve kariyer rehberleri ile lise öğrencilerinin (14-19) STEAMM'de (bilim, teknoloji, mühendislik, sanat, matematik, tıp) çalışan rol modellerini ve olası çalışma alanlarını tanıması sağlanmaktadır. Hazırlanan kaynaklar aracılığıyla gelecek nesillerin STEM kariyerleri seçmesine ilham vermek hedeflenmiştir.

Resim 13.11

Geometri çalışmaları ve futbol analikleri (Ballas, 2021)

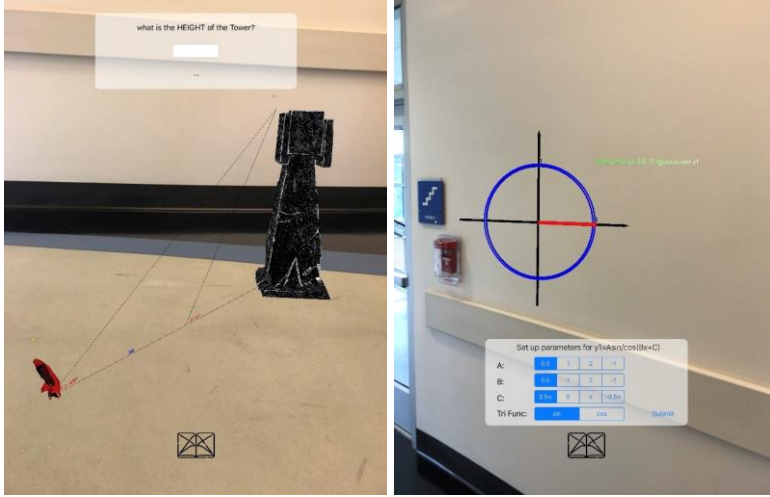


Futurum Projesi dahilinde geliştirilen aktivitelerde, öğrencilere geometri derslerinde öğrendikleri konulara gerçek hayatta ne zaman ve hangi mesleklerde ihtiyaç duyacaklarını göstermek amaçlanmıştır. Örnek olarak, matematikçi olan Ballas (2021)'in çalışmalarına yer verilmiştir. Ballas'ın (2021) araştırma odağı, geometri ve geometrik yüzeyler üzerinedir. Matematikçi, seçtiği odağın zorlayıcı olmasına rağmen son derece ödüllendirici olabileceğini vurgulamış; araştırmasının favori sonuçlarından biri olarak, belirli üç boyutlu nesnelerin daha ilginç nesnelere oluşturmak için birbirine (basit bir deyişle) yapıştırılabileceğini göstermiştir. Matematiksel olarak elde edilen başarıların verdiği tatminin yanında, Ballas'ın (2021) çalışmaları gerçek hayatta da kullanışlı olmuştur. Örneğin, Florida Eyalet Üniversitesi'ndeki kadın futbol takımının analitik direktörü, matematikçi ile temasa geçmiş ve iki boyutlu şut

verilerini üç boyutlu grafiklere dönüştürmesini istemiştir. Matematikçinin katkısı ile oyuncuların şut seçimlerini analiz etmesi kolaylaşmıştır (Resim 13.11).

Resim 13.12

Artırılmış gerçeklikle trigonometri öğretimi (Xu, 2021)



Bunun yanında, Futurum Projesi'nde gerçek hayatta hâlihazırda farklı mesleklerde kullanılan teknolojilerden de geometri öğretiminde nasıl faydalandığı vurgulanmıştır. Örneğin, proje dâhilinde yapılan “Artırılmış gerçeklik trigonometri öğrenmenize nasıl yardımcı olabilir?” adlı çalışmada, bir matematik eğitimcisinin geometri öğretimini iyileştirme yolları üzerine araştırmalarından bahsedilmiştir (Xu, 2021). Açıklamak gerekirse, eğitim araştırmacısı Xu, birçok öğrenci için bir geometri konusu olan trigonometrinin, güçlü uzamsal görselleştirme becerileri gerektirdiği için öğrenmesi zor bir konu olduğunu söylemiştir. Xu (2021), bu konunun öğretiminin kolaylaştırılması için, ABD’deki Jackson Eyalet Üniversitesi’ndeki ekibi ile birlikte, cep telefonları üzerinden artırılmış gerçeklik kullanarak bir araç tasarlamıştır. Resim 13.12, geliştirilen aracın derste kullanımına yönelik sorular göstermektedir. İlk soru, öğrencilerden verilen bir kulenin yüksekliğini hesaplamalarını isterken; ikinci soru, bir trigonometrik denklemin parametrelerine yöneliktir.

13.6. Sonuçlar

Sonuç olarak, geometri; öğrencilerimizin hayal, düşünce sistemini geliştiren bir araçtır (Tekkkoyun, 2014). Geometri eğitiminde; disiplinler arası öğretim yaklaşımı (Özçelik ve Semerci, 2016), probleme dayalı öğrenme yaklaşımı (Baran-Bulut ve Erkan 2020), teknoloji tabanlı yaklaşım (Karaarslan, Boz ve Yıldırım, 2013) ve gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımı (Özdemir ve Uzel, 2013) gibi birçok farklı yaklaşım bulunmaktadır. Geometri eğitiminde STEM yaklaşımı dendiğinde aklımıza bahsi geçen yaklaşımlarla birlikte ilişkilendirme becerisi, okuduğunu anlama becerisi, iletişim becerisi gibi matematiksel beceriler de gelmektedir. Geometri dersindeki bu yaklaşımların ve becerilerin sadece teoride kalmaması

adına hâlihazırda bölüm yazarları tarafından yapılan iki çalışmadan örnek STEM aktiviteleri sunulmuştur. Bu aktivitelere benzer geometri aktivitelerinin olduğu Scientix projelerine örnekler verilerek bölüm tamamlanmıştır. Bölümün, özellikle öğretmenler ve öğretmen adayları için faydalı olacağı düşünülmektedir.

Bu bölümün, öğretmenlere, öğrencilerin matematik derslerine olan ilgisini arttırmaya, okuma ve ilişkilendirme, problem çözme, modelleme, akıl yürütme, iş birliği, iletişim gibi matematiksel ve 21. yüzyıl becerilerini gelişmesine yönelik katkıları olacağı düşünülmektedir. Son olarak; eğitimciler, araştırmacılar, öğretmenler ve öğretmen adayları için de faydalı bir kaynak olması hedeflenmiştir.

13.7. Kaynaklar

Aktaş, M. ve Erdoğan-Kaya, S. (2017). 8. sınıflarda geometrik cisimler öğretiminde Orff yaklaşımını kullanımının akademik başarıya etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 47-72. <https://dergipark.org.tr/en/pub/yyuefd/issue/28496/303912>

Altun, M. (2013). Ortaokullarda Matematik Öğretimi (Vol. 2). *Aktuel*.

Avrupa Okul Ağı. (2015). *Matematiğin Neşesi: Geometri [The Joy of Math: Geometry]*. Scientix Projesi. <http://www.scientix.eu/resources/details?resourceId=7841>

Avrupa Okul Ağı. (2020). *Masdiv: Öğrenci çeşitliliğini ele alma ve temel değerleri teşvik etme konusunda matematik ve fen öğretmenlerini destekleme [Masdiv: Supporting mathematics and science teachers in addressing diversity and promoting fundamental values]*. Scientix Projesi. <http://www.scientix.eu/projects/project-detail?articleId=734516>

Avrupa Okul Ağı. (2021a). *Sınıfta Havacılık [Aerospace in Class]*. Scientix Projesi. <http://www.scientix.eu/projects/project-detail?articleId=932238>

Avrupa Okul Ağı. (2021b). *Gökyüzünün Geleceği: Ticari Havacılığın Geleceği [Future of Skies: Future of Commercial Aviation]*. Scientix Projesi. http://storage.eun.org/resources/upload/392/20210226_144349784_392_AERO_Learning-Scenario_III.9_Budinski-V14.pdf

Avrupa Okul Ağı. (2021c). *Yeni Nesil Bilim İnsanlarına, Mühendislere ve Araştırmacılara İlham Verme: Futurum [Inspiring the Next Generation of Scientist, Engineers and Researchers: Futurum]*. Scientix Projesi. <http://www.scientix.eu/projects/project-detail?articleId=903464>

Ballas, S. (2021). *Matematik: Düz ve yalın [Mathematics: plane and simple]*. Futurum: Inspiring the Next Generation. <https://futurumcareers.com/mathematics-plane-and-simple>

Baran-Bulut, D. ve Erkan, B. (2020). 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi: Geometrik şekillerde alan ölçme. *Turkish Studies - Educational Sciences*, 15(6), 3971-3988.

Battista, M. T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. In *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (2nd ed., pp. 843–908). Information Age.

Battista, M. T., Clements, D. H., Arnoff, J., Battista, K., & Borrow, C. (1998). Students' spatial structuring of 2d arrays of squares. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(5), 503–532.

Bolt, B. (1991). *Mathematics Meets Technology*. Cambridge University Press.

Carpenter, T. P., Linquist, M. M., Matthews, W., & Silver, E. A. (1983). Results of the Third NAEP Mathematics Assessment: Secondary School. *The Mathematics Teacher*, 76(9), 652–659.

Chen, W. H. (2013). Teaching geometry through problem-based learning and creative design. In *Proceedings of the 2013 International Conference on Education and Educational Technologies* (Vol. 1, No. 1, pp. 235-238).

Chi, M. T. H. (2009). Active-constructive-interactive: A conceptual framework for differentiating learning activities. *Topics in Cognitive Science*, 1(1), 73-105.

Clements, D. H. (2003). Teaching and learning geometry. In J. Kilpatrick, W. G. Martin, & D. Schifter (Eds.), *A research companion to principles and standards for school mathematics* (pp. 151–178). NCTM.

Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (1st ed., pp. 420–464). Macmillan.

Çakmakçı, G. ve Özcan, H. (2020). Matematik ve fen bilimleri eğitimini destekleme: Çeşitliliğin ele alınması ve temel değerlerin desteklenmesi. MasDiv Çalıştayı. Konya, Ankara, Türkiye.

Dağlı, H., & Peker, M. (2012). İlköğretim 5. Sınıf öğrencileri geometrik şekillerin çevre uzunluğu hesaplamaya ilişkin ne biliyor? *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 5(3), 330–351.

Demir, E. (2009). İlköğretim ikinci sınıflarda uygulanan disiplinler arası bütüncül öğretim yaklaşımının etkisi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, Türkiye.

Department for Education [DfE]. (2013a). National curriculum in England: Mathematics programmes of study: Key stages 1 and 2 framework document. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/425601/PRIMARY_national_curriculum.pdf

Department for Education [DfE]. (2013b). Mathematics programmes of study: Key stage 3—National curriculum in England.

Department for Education [DfE]. (2013c). Mathematics programmes of study: Key stages 1 and 2—National curriculum in England.

Devichi, C., & Munier, V. (2013). About the concept of angle in elementary school: Misconceptions and teaching sequences. *Journal of Mathematical Behavior*, 32(1), 1–19.

Freudenthal, H. (1971). Geometry between the devil and the deep sea. In H.-G. Steiner (Ed.), *The Teaching of Geometry at the Pre-College Level: Proceedings of the Second CSMP International Conference Co-Sponsored by Southern Illinois University and Central Midwestern Regional Educational Laboratory* (pp. 137–159). Springer Netherlands.

Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task* (Dordrecht, The Netherlands: Reidel).

Freudenthal, H. (1987). Mathematics starting and staying in reality. In I. Wirszup & R. Street (Eds.), *Proceedings of the USCMP Conference on Mathematics Education on Development in School Mathematics around the World*. NCTM.

Fuson, K. C., Clements, D., & Beckman Kazez, S. (2010a). *Focus in grade 6: Teaching with curriculum focal points*. NCTM.

Fuson, K. C., Clements, D., & Beckmann Kazez, S. (2010b). *Focus in grade 1: Teaching with curriculum focal points*. NCTM.

Fuson, K. C., Clements, D., & Beckman Kazez, S. (2010c). *Focus in pre-k: Teaching with curriculum focal points*. NCTM.

Fuys, D. (1988, November). *Cognition, metacognition, and the van Hiele model*. International Group for the Psychology in Mathematics Education: North American Chapter, DeKalb, IL.

Fuys, D., Geddes, D., & Tischler, R. (1988). The van Hiele model of thinking in geometry among adolescents. *Journal for Research in Mathematics Education. Monograph*, 3.

Galbraith, P. L. (1981). Aspects of proving: A clinical investigation of process. *Educational Studies in Mathematics*, 12(1), 1–28.

Gemert, S. la B. (2015). *All positive action starts with criticism: Hans Freudenthal and the didactics of mathematics*. Springer.

Gorini, C. (2018). Geometry for the Artist: An Interdisciplinary Consciousness-Based Course *International Journal of Mathematics and Consciousness*, 3(1), 1-32.

Grandgenett, N. (2007). Geogebra. *Mathematics and Computer Education*, 41(3), 276–278.

Gravemeijer, K. P. E. (1994). *Developing realistic mathematics education* (A. Treffers & R. A. de Jong, Eds.). Freudenthal Institute.

Hoyles, C., Foxman, D., & Küchemann, D. (2002). *A comparative study of geometry curricula*. QCA.

Jaramillo, J. L., Kroon, J. A. V., & Gourgoulhon, E. (2008). From Geometry to Numerics: Interdisciplinary aspects in mathematical and numerical relativity. *Classical and Quantum Gravity*, 25(9), 093001.

Jonassen, D. H. (2002). *Integrating of Problem Solving into Instructional Design*. In R. A. Reiser & J. V. Dempsey (Ed.), *Trends and Issues In Instructional Design and Technology* (ss. 107-120). Prentice Hall.

Kaleli-Yilmaz, G., Ertem, E., & Güven, B. (2010). Dynamic geometry software of Cabri's influence on 11th-grade students' to learn in trigonometry issues. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 1(2), 200–216.

Karaarslan, E., Boz, B. ve Yıldırım, K. (2013). Matematik ve Geometri Eğitiminde Teknoloji Tabanlı Yaklaşımlar. Türkiye'de İnternet Kongresi'nde sunulan bildiri. İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Karayel, S. (2021). Dikdörtgenin alanı - GeoGebra. <https://www.geogebra.org/m/EzPASKzP>

Keşan C., Kaya, D. ve Yetişir Ş. (2008). Türkçe-Matematik Birlikteliğinin Öğrenci Başarısını Etkileme Gücü Üzerine Bir Araştırma. <https://docplayer.biz.tr/6298479-A-research-on-the-impact-of-the-students-success-resulting-from-the-coordination-of-turkish-mathematics-lessons.html>

King, A., & Brownell, J. (1966). *The curriculum and the disciplines of knowledge*. New York: John Wiley & Sons.

Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1

Kıvrak, Y. (2014). *Okuma anlamadaki başarının matematik başarısına etkisi*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye.

Klančar, A., Starčič, A. I., Cotič, M., & Žakelj, A. (2021). Problem-Based Geometry in Seventh Grade: Examining the Effect of Path-Based Vs. Conventional Instruction on Learning Outcomes. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(12), 16-35.

Konya Karatay Çini Eserler Müzesi. (2021) Müze Detayları. <https://muze.gov.tr/muze-detay?SectionId=KRT01&DistId=MRK>

Leahey, L. K. (1999). An interdisciplinary approach to integrated curriculum. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Rowan University, Glassboro, New Jersey, Amerika Birleşik Devletleri.

Matematika s Radosti. (2015a). Analytica Geometrie: Body a Vektory [Analitik Geometri: Vektör Çizimi]. <https://msr.vsb.cz/analyticka-geometrie/body-a-vektory>

Matematika s Radosti. (2015b). Test an Geometrie: Body a Vektory [Geometri Testi: Vektör Çizimi]. https://msr.vsb.cz/sites/msr.vsb.cz/files/pdf/test_an_geometrie_body_vektory_1241_1007_0.pdf

Mbugua, Z. K., Kibet, K., Muthaa, G. M., & Nkonke, G. R. (2012). Factors contributing to students' poor performance in mathematics at Kenya certificate of secondary education in Kenya: A case of Baringo county. *American International Journal of Contemporary Research*, 2(6), 87–91.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018a). Matematik Öğretim Programı: İlkokul ve Ortaokul - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar. MEB, Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018b). Matematik Öğretim Programı: Lise - 1, 2, 3, 4. Sınıflar. MEB, Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2015a). Sanat ve Tasarım Mozaik Analizleri. http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Mozaik%20Analizleri.pdf.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2015b). Sanat ve Tasarım Mimari Yüzeylerde Mozaik http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Mimari%20Y%C3%BCzeylerde%20Mozaik.pdf

NCTM. (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, Va. NCTM.

Oldknow, A., & Tetlow, L. (2008). Using dynamic geometry software to encourage 3D visualisation and modelling. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 2(1), 1–8.

Öksüz, C. (2010). Seventh grade gifted students' misconceptions on point, line and plane concepts. *Elementary Education Online*, 9(2), 508–525.

Özçelik, C. ve Semerci N. (2016). Disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı hazırlanan öğretim etkinliklerinin, öğrencilerin geometrik cisimlerin hacimleri konusundaki akademik başarılarına etkisi. *The Journal of International Social Sciences*, 26(2), 141-150. <https://doi.org/10.18069/firatsbed.346912>

Özdemir, E. ve Uzel, D. (2013). Gerçekçi matematik eğitime dayalı geometri öğretiminin öğrenci başarısına etkisi ve öğretimin öğrenci başarısına etkisi ve öğretimin değerlendirilmesi: Temel ilkeler açısından. *e-Journal of New World Sciences Academy, NWSA-Education Sciences*, 8(1). ISSN:1306-3111.

Papageorgiou, E. & Xenofontos, C. (2018). Discovering geometrical transformations in the ancient mosaics of Cyprus: An instructional approach to Grade 6. *Australian Mathematics Teacher*, 74(1), 34-40. <http://www.fisme.science.uu.nl/toepassing/en/28801/>

Pirker, J., Riffnaller-Schiefer, M., & Gütl, C. (2014). Motivational active learning – Engaging university students in computer science education. Paper presented at the Innovation and Technology in Computer Science Education Conference. Uppsala, Sweden.

Royal Society / Joint Mathematical Council. (2001). *Teaching and learning geometry 11-19: Report of a Royal Society / Joint Mathematical Council working group*. The Royal Society.

Saralar-Aras, İ. (2021). *Esnek Öğrenme Alanlarında Proje Tabanlı Öğrenme*. S. H. Eral & İ. Saralar-Aras (Eds.), *Kuramdan Uygulamaya Geleceğin Sınıfını Tasarlama* (s.46-53). Ankara, Türkiye: Milli Eğitim Bakanlığı D.S.İ./ Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2021_03/15171047_Kitap_final.pdf

Saralar, İ., Ainsworth, S., & Wake, G. (2018a). Middle School Students' Errors in Two-dimensional Representations of Polycubical Shapes. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 38(1), 1-6. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1482475>

Saralar, İ., Ainsworth, S., & Wake, G. (2018b). How to help middle school children's learning of polycubical shapes. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 38(3), 1-6. <https://doi.org/10.1080/14794802.2019.1587668>

Saralar, İ. (2020). *Designing Lessons to Help Middle School Students Learn about Orthogonal and Isometric Drawings of Three-dimensional Shapes*. (PhD Thesis). The University of Nottingham, Nottingham, UK.

Schettino, C. (2011). Teaching geometry through problem-based learning. *The Mathematics Teacher*, 105(5), 346-351.

Simpson, G., Hoyles, C., & Noss, R. (2006). Exploring the mathematics of motion through construction and collaboration. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(2), 114–136.

TDK (Türk Dil Kurumu). (2021a). Türkçe Sözlük. <https://sozluk.gov.tr/disiplin>

TDK (Türk Dil Kurumu). (2021a). Türkçe Sözlük. <https://sozluk.gov.tr/problem>

Tekkoyun, M. (2014). *Size Göre Matematik ve Geometri Nedir?*. Çanakkale, Onsekiz Mart Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi. ISBN : 978-605-63313-2-9. <http://acikerisim.lib.comu.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/COMU/674/matematik%20ve%20geometri%20nedir.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TRT Haber. (2019). Öğrenciler okul bahçesine organik patates üretiyor. <https://www.trthaber.com/videolar/ogrenciler-okul-bahcesinde-organik-patates-uretiyor-46088.html>

Ulusoy, F., & Çakıroğlu, E. (2017). Middle school students' types of identification for parallelogram: Underspecification and overgeneralization. *AIBU Faculty of Education Journal*, 17(1), 457–475.

Usiskin, Z. (1982). Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry. In *Final Report of the cognitive development and achievement in secondary school geometry project*. The University of Chicago, Department of Education.

Usiskin, Z. (1987). Resolving the continuing dilemmas in school geometry. In M. M. Lindquist & A. P. Shulte (Eds.), *Learning and Teaching Geometry, K12: 1987 Yearbook* (pp. 17–31). National Council of Teachers of Mathematics.

Van den Heuvel-Panhuizen, M. (2003). The didactical use of models in realistic mathematics education: An example from a longitudinal trajectory on percentage. *Educational Studies in Mathematics*, 54(1), 9–35.

Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press, Cambridge.

Widder, M., & Gorsky, P. (2013). How students solve problems in spatial geometry while using a software application for visualizing 3D geometric objects. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 32(1), 89–120.

Wilkie, K. & Burns, I. (2003). *Problem-based learning: A handbook for nurses*. Bristol: Palgrave.

Xu, W. (2021). *Artırılmış gerçeklik trigonometri öğrenmenize nasıl yardımcı olabilir? [How augmented reality can help you learn trigonometry]*. Futurum: Inspiring the Next Generation. <https://futurumcareers.com/how-augmented-reality-can-help-you-learn-trigonometry>

BÖLÜM 14: FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİNDE STEM ÇALIŞMALARI

Emine KUTLU, Umut GÜZEL, Ceyda Nur YILMAZ,

Fatma Şükriye OKŞAR & Aynur ENGİN

Bölüm Özeti: Günümüzde teknolojinin gelişmesi, bilimsel bilgiye ulaşarak sorgulayan, problemlere çözüm önerisi üreten bireylerin önemini arttırmıştır. Bu sebeple eğitim ve öğretimde yeni ve farklı yaklaşımlardan biri olan STEM eğitimi ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada ortaokul fen bilimleri, lise fizik ve biyoloji alanlarında STEM etkinliklerinin kullanımı ile ilgili çalışmalar incelenmiş ve bu çalışmaların önemine değinilmiştir. İncelenen bu çalışmalar değerlendirildiğinde, STEM eğitiminin entegre edilerek kullanılması, öğrencilere 21. yüzyıl becerilerinin kazandırmasının yanında bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği, bilimin doğası, mühendislik ve matematik disiplinlerinin farkındalığını arttırdığı söylenebilir. Bunun yanı sıra, STEM etkinlikleriyle genişletilmiş fen bilimleri eğitimi sayesinde öğrenciler 21. yüzyıl mesleklerini tanıyarak, yaşadığımız çağa uyum sağlayacak beceriler kazanabilmektedir. Fen bilimleri fizik, kimya, biyoloji gibi birçok alanı kapsayan bir disiplindir. 21. yüzyılda öğrencilerin disiplinler arası çalışmalar yapması beklenmektedir. Öğrencilerin fen bilimleri, biyoloji, fizik gibi alanları disiplinler arası doğada öğrenmelerini; öğrenilen bilginin günlük hayatta uygulanabilir, anlamlı ve kalıcı olmasını sağlamaktadır. STEM eğitimi ile fen bilimleri, fizik, biyoloji ve matematik gibi derslerin günlük hayatla ilişkilendirilmesi, öğrencilerin bu alanlara yönelik bilimsel bilgileri daha çok merak etmelerini ve yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağlamaktadır. STEM eğitimi ile zenginleştirilmiş bir öğretim ortamında disiplinler arası iş birliği sağlanabilmektedir. Böylece öğrencilere teknolojiyi kullanma fırsatı sağlarken, fen bilimleri alanlarını daha çok sevmelerine ve bu alanlara yönelik olumlu tutum geliştirilebilmelerine katkı sağlamaktadır.

14.1. Giriş

İçinde bulunduğumuz çağın gerektirdiği toplumsal beklentiler eğitim ihtiyaçlarına yön vermektedir. Ülke politikalarında ileri teknoloji ve bilim uygulamaları ile yeni ürün ve bilgi üretecek bireylerin yetiştirilmesi oldukça önemlidir. Bilgiye kolayca ulaşabildiğimiz bu çağda, sorgulayan, üreten, eleştirel düşünen kısacası 21. yüzyıl becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesi ihtiyaç haline gelmiştir (Dede, 2010). Küresel çerçevede, eğitim bilimciler yeni reformlar ile bu ihtiyaçları giderme çalışmaları içindedir. STEM eğitimi de bu çalışmaların neticesinde ortaya çıkan bir yaklaşımdır. STEM eğitimi, öğretim sürecini etkili hale getirerek öğrenme ortamlarının niteliğini arttıran disiplinler arası entegrasyon ile öğrencilere uygulama

imkânı veren bir yaklaşımdır (Çepni, 2018). STEM eğitiminin amaçlarından biri, bilgi ve bilişim çağını yakalayan, ekonomik ilerlemeyi sağlayan yaratıcı bireyler/liderler yetiştirmektir (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015). Özellikle STEM eğitimi sırasında öğrenciler, iş birliği ile mühendislik tasarım süreci içinde farklı stratejiler üreterek gerçek yaşam problemlerine çözüm arama fırsatı yakalamaktadır (Alniak, 2019).

Millî Eğitim Bakanlığının 2018 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında:

“Öğrenme süreci; sorgulama, keşfetme, argüman oluşturma ve ürün tasarlamayı kapsamı içine almaktır. Öte yandan, öğrencilerin kendilerini sözlü, yazılı ve görsel olarak ifade ederek yaratıcı düşünme ve etkili iletişim becerilerinin geliştirilmesine olanak tanıyan fırsatların öğrencilere sunulması öngörülmektedir. Öğrencilerin fikirlerini özgürce ifade edebilmeleri, düşüncelerini çeşitli gerekçelerle destekleyebilmeleri ve arkadaşlarının kendilerine karşı iddialarını haklı gerekçelerle sundukları tartışma ortamlarında yönlendirici ve rehber rolü üstlenir” olarak belirtilmiştir (MEB, 2018, s. 11). 2017 yılında taslak olarak hazırlanan ortaokul Fen Bilimleri Öğretim Programı incelendiğinde, fen ve mühendislik ünitesi dâhil edilmiş; daha önce işlenen konularla alakalı olarak problemin farkına varma ve tanıyabilme, farklı çözüm yöntemlerini karşılaştırarak uygun olanı seçme, ürün sunma ve tasarlama gibi STEM eğitime yönelik adımlar atılmıştır (MEB, 2017). 2018 yılında düzenlenen Fen Bilimleri Öğretim Programında bir adım daha atılmış mühendislik ve tasarım becerileri eklenmiştir. Mühendislik tasarım becerileri: “fen bilimlerini matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirmeyi sağlayarak, problemlere disiplinler arası bakış açısıyla, öğrencileri buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırarak, öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri kullanarak ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırabilecekleri konusunda stratejileri geliştirmelerini kapsar” (MEB, 2018, s.10). 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programına mühendislik ve tasarım becerilerinin eklenmesiyle MEB, STEM eğitime yer vermiştir.

Bu çerçevede STEM eğitiminin öğrenme sürecinde desteklenmesi, akademik çalışmaların artırılması, STEM uygulamalarının yaygınlaştırılması ve her kademedeki öğrenciye hitap etmesi gerekliliği öne çıkmaktadır.

14.2. Fen Bilimlerinde STEM alanında yapılan çalışmalar

Günümüz dünyasında teknolojide yaşanan değişimle birçok alanda hızlı bir ilerleme kaydedilmektedir. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte başta ABD olmak üzere Çin, Japonya gibi ülkeler eğitim programlarında değişikliklere gitmişlerdir. 21. yüzyılın dünyasında bir ülkenin gelişebilmesi için bireylerinin düşünceleri, fikirleri, bilgileri ve yetenekleri önem kazanmaktadır. Özellikle teknoloji ve mühendislik alanlarında yaşanan gelişmelerin artmasıyla bütün ülkeler problem çözümüne yanıt veren, üretim yapabilen bireylerin yetiştirilmesi konusunda hem fikir olmaktadır. Nitelikli bireylerin yetiştirilebilmesi için de donanımlı bir eğitime ihtiyaç vardır (Baltabıyık, 2019). Değişen dünyada fen bilimleri, matematik ve mühendislik uygulamaları önem kazanmaya başlamış ülkelerin geleceğine yön verir duruma

gelmiştir (Akaygün, Aslan-Tutak ve Özel, 2020). Bu nedenle ülkemizde STEM eğitime dair yapılan çalışmalarda artış görülmektedir. Bu çalışmada fen bilimlerinde STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmalardan bazıları sunulmuştur.

Ortaokul öğrencileri ile yapılan çalışmalarda, STEM'in fen bilimleri dersine entegrasyonunun öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin ve fen bilimlerine karşı tutumlarının olumlu yönde değiştiği görülmüştür (Bahşi ve Açıkgül, 2020; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014). Yapılan bazı çalışmalarda ise öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının daha da geliştiği, mühendislik mesleği, tasarım süreci, STEM kavramlarının anlaşılabilirliğinin arttığı, STEM etkinlikleri ile öğretilen konuların daha iyi anlaşıldığı tespit edilmiştir (Gülhan ve Şahin, 2018; Uzel ve Canbazoğlu, 2020; Gazibeyoğlu ve Aydın, 2020).

Ceylan (2014) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin STEM uygulamaları ile akademik başarılarının, yaratıcılık ve problem çözme becerilerinin gelişme gösterdiği ve fen bilimleri dersine karşı motivasyonlarının arttığı görülmüştür.

STEM üzerine öğrenci görüşlerinin alındığı ilk çalışmalardan biri Yıldırım ve Selvi (2018) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin STEM uygulamalarına yönelik görüşleri incelenmiş, öğrencilere 21. yüzyıl becerileri başlığı altında iletişim, iş birliği, yaratıcılık kategorilerinden sorular yöneltilmiş ve görüşleri alınmıştır. Öğrenciler STEM uygulamaları ile dersi öğrenmelerinin kolaylaştığını, öğrenmede kalıcılığın sağlandığını, iletişim, yaratıcılık ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerileri kazandıkları yönünde görüşlerini bildirmişlerdir.

Öner ve Yılmaz (2019) tarafından yürütülen çalışmada ise öğrencilerin problem çözme becerileri ve algıları ile STEM'e yönelik algı ve tutumları incelenmiş, çalışma sonrasında öğrencilerin problem çözme algıları ile STEM'e yönelik tutumlarının olumlu olduğu görülmüştür. Öğrencilerin STEM ile ilgili görüşleri üzerine yapılan araştırmalara bakıldığında pozitif yönde olduğu, dersin işlenişinin daha eğlenceli geçtiği ve fen dersine karşı tutumlarının olumlu olduğu görülmüştür.

Bakırcı ve Kutlu (2018) tarafından yapılan çalışmada fen bilimleri öğretmenlerinin bireysel STEM becerileri hakkındaki görüşleri incelenmiştir. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimi hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları, okulların alt yapısının da STEM eğitimi için uygun olmadığı, öğretmenlerin STEM eğitimi konusunda hizmet içi kurslarla bilgilendirilmeleri gerektiği tespit edilmiştir.

Öğretmenler ve öğretmen adayları ile yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde, STEM eğitiminin öğretmenlerin çoğunluğu tarafından bilindiği fakat STEM eğitimi almadıkları (Biçer, Uzoğlu ve Bozdoğan, 2019), STEM ile ilgili tutumlarında anlamlı bir farklılık olduğu (Abacı, 2020), STEM eğitiminin disiplinler arası eğitime uygun olduğunu ve yaparak-yaşayarak öğrenmeyi desteklediğini düşündükleri (Gömleksiz ve Yavuz, 2018), fen bilimleri öğretmenlerinin diğer branşlara göre STEM etkinliklerini daha çok uyguladıkları tespit

edilmiştir (Özbilen, 2018). Ayrıca 2014 yılından bu yana Scientix Projesi Avrupa Okul Ağı tarafından STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar yürütülmekte, Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde bulunan Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK) ise bu projeye ulusal destek vermektedir (Pehlivanoglu ve Uluyol, 2019).

14.2.1. Fen Bilimleri dersinde STEM çalışmalarının önemi

21. yüzyıl eğitim anlayışına baktığımızda eğitimde, bilgiyi üretmek ve üretilen bilgiyi günlük yaşantımızda kullanabilmek temel amaçtır (Saralar-Aras ve Eral, 2021). Bu eğitim anlayışına göre; problem çözebilen, etkili iletişim kurabilen, kararlı, girişimci, topluma katkı sağlayabilen bireyler yetiştirilmelidir. Günümüz yaşam koşullarına uyum sağlamak ve topluma katkı sağlamak amacıyla eğitim ve öğretim, teknolojiye bağlı değişimleri takip etmektedir. Fen bilimleri ise bilim ve teknolojinin temelini oluşturarak, gelişen ve ülkelerin gelişmesinde önemli bir yer tutan alandır (İşman, Baytekin, Balkan, Horzum ve Kıyıcı, 2002).

Fen bilimleri içerisinde fizik, kimya, biyoloji, yer bilimi, çevre bilimi, astronomi gibi birçok bilim dalını barındıran ve bu bilim dallarıyla ilgili çok fazla somut ve soyut kavramları bulunduran, kapsam olarak geniş bir derstir. Fen bilimleri dersindeki bu geniş kapsam incelendiğinde konu bazlı içeriklerde somut kavramların kazanımlarının öğrencilere kazandırılmasının daha kolay olmasına rağmen soyut kavramların kazandırılması daha zor olabilir. Fen bilimleri eğitiminin amacı, öğrencilere konu ve kavramların kazandırılmasını sağlayarak bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesini, fen bilimlerine karşı olumlu tutum ve davranışların oluşturulmasını sağlamaktır (Akdeniz ve Devocioğlu, 2001). Fen bilimleri dersi öğretim programının vizyonu: “Tüm öğrencileri fen okuryazarı olacak şekilde yetiştirmektir.” (MEB, 2013, s.1). Fen okuryazarı, eleştiren, sorgulayan, problem çözme becerisine sahip üretken bireyler yetiştirebilmek için yeni ve farklı programların uygulanmasına ihtiyaç vardır (Akgündüz vd., 2015). STEM eğitimi bu bağlamda bu ihtiyacı giderebilir. STEM eğitimi; fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin arasındaki ayrımın kaldırılarak bu disiplinlerin bütüncül yaklaşım ile öğrencilere aktarıldığı eğitimidir (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012). STEM eğitimi 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine fırsat sağlayabilmektedir (Bybee, 2010). Fen eğitiminde de öğrencilerin 21. yüzyılda ihtiyaç duyduğu bilgi ve becerilerin kazandırılması amaçlanmaktadır (MEB, 2018). Literatür incelendiğinde fen bilimleri eğitiminin amacı, öğrencilere eleştirel düşünme, problem çözme yeteneği, iletişim becerileri gibi 21. yüzyıl becerilerini de kazandırmaktır (Yılmaz, 2019). STEM eğitimi ile fen eğitiminin, öğrencilere 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması noktasında birleşikleri görülmektedir. Bu sebeple STEM aktiviteleri ile zenginleştirilmiş fen eğitimi, günümüz eğitim anlayışına uygun olarak, öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri kazanmalarını ve fen bilimlerinin disiplinler arası bir doğada öğretilmesini sağlayabilmektedir.

Fen bilimleri eğitimi öğrencilerin merakını canlı tutmak için disiplinler arası bir doğada gerçekleştirilmelidir (Yarker ve Park, 2012). Fen eğitimi sayesinde öğrenciler bilimsel süreç becerilerini kullanarak problem çözme becerilerini ve uygulama yeteneklerini geliştirebilir. Öğrencilerin böylece yaratıcılık becerileri artar ve öğrenmeleri kolaylaşır. STEM eğitimi ile

fen aktiviteleri yapmak fen bilimleri dersini eğlenceli hale getirebilmektedir. Böylece öğrenciler somut ve soyut kavramları anlamlı ve kalıcı öğrenebilmektedir. STEM aktiviteleri ile zenginleştirilmiş fen eğitiminde öğrenciler gözlem yapmaya, yeni fikirler üretmeye, problem durumlarına disiplinler arası bakış açısı geliştirmeye, problemlere çözüm önerisi üretmeye, hayal gücünü kullanarak tasarım yapmaya teşvik edilebilir. Bu sebeple fen eğitiminde STEM aktiviteleri uygulamanın önemli olduğu söylenebilir.

14.2.2. Fen Bilimlerinde STEM meslekleri

2018’de yayınlanan Geleceğin Becerileri raporunda gelecekte geleneksel mesleklerin bazıları ortadan kalkarken çok sayıda yeni mesleğin ortaya çıkacağı belirtilmiştir. Özdemir ve Kılınç (2019) robotlar ve yapay zekâ sayesinde gerçekleşmesi beklenen bu durumun insanların yeni beceriler kazanmasını da beraberinde getireceğini belirtmişlerdir. Bu nedenle geleceğin mesleklerinin özelliklerini ve bu meslekler için gerekli becerilerin farkında olmak, bireylerin mesleki kariyerlerini planlamada önem arz etmektedir (Çepni, 2018).

Tablo 14.1.

Gelecekte Türkiye’de ve Dünyada önem kazanacak STEM mesleklerinden bazıları (Özdemir ve Kılınç, 2019; Çepni, 2018)

· Yaşlı sağlığı yöneticisi	· Etik bilgisayar korsanı
· Nano tıp uzmanı	· Karbon mühendisliği
· Yeni bilim etiği	· Arttırılmış gerçeklik mimarı
· Sosyal ağ oluşturma işçisi	· Dijital arkeolog
· Sanal avukat	· Global kaynak yöneticisi
· Kişisel bakım koordinatörü	· Kişisel marka yöneticisi
· Çiftçi-şef	· Bitki psikoloğu
· Yetenek avcısı	· Tohum sermayecisi
· Dikey düzlem çiftçisi	· Yetenek avcısı
· İklim değişikliğini tersine çevirme sorumlusu	· Vücut parçaları yapıcısı
· Genetik çeşitlilik polisi	· Bilgelik üreticisi
· Robot koordinatörlüğü	· Yapay zekâ teknisyeni
· Dikey çiftçilik danışmanı	· Nostaljist

14.2.3. Fen Bilimlerinde Örnek STEM Etkinlikleri

14.2.3.1. Sokağımı Aydınlatıyorum Etkinliği

Bu etkinlikte ortaokul 5. Sınıf öğrencilerinden Fen Bilimleri dersi “Elektrik devre elemanları” ünitesi ile öğrendikleri kazanımları “Basit Elektrik Devresi Kurarak ve Devre Elemanları Kullanarak Sokağın Aydınlatılması” problemine çözüm üretmesi, ürünü tasarlaması ve ürünü oluşturmasını, ürünü oluştururken arkadaşlarıyla iş birliği içerisinde çalışması istenir. Sokağın tasarımını yaparken Minecraft oyunundan yararlanarak teknolojiyi

kullanır, yapacağı makette kullanacağı kartonun ve üzerine bina olarak yerleştireceği kutuların alanını hesaplar. Matematik dersinde “Alan Hesaplama ve Geometrik Cisimler” ünitelerinde öğrendiği kazanımları uygular. Dersin girişinde öğrencilere akşam olduğu zaman evlerinde eşyalarını ve evde yaşayanları görmek için ne yaptıkları sorulur. Sokakta oynarken akşam olduğu zaman çevrelerini nasıl görebildikleri ifade ettirilir. Küçükken oynadıkları elektrikli oyuncaklarının nasıl çalıştığı hakkında sorular sorularak pilleri nasıl yerleştirdikleri anlatmaları istenir. Daha sonra öğrenciler iş birliği öğrenme gruplarında çalışmak üzere 4-5 kişilik gruplara ayrılır. Öğrencilerin grup arkadaşlarıyla birlikte elektrik devrelerini ve sembollerini araştırmaları istenir. Araştırmayı yapan öğrencilerin basit elektrik devresi şeması, devre elemanlarını ve devre elemanlarının sembolle gösterimi ile ilgili bilgileri açıklaması istenir. Basit elektrik devre elemanlarının ampul, pil, kablo, anahtar olduğu açıklanır. Devre elemanlarının sembolleri kullanılarak devre şeması çizmesi istenir. Etkinliğin devamında öğrencilere “Fen bilimleri dersinde öğrendiğiniz basit elektrik devresi ile sokağı aydınlatabilmeniz için bir tasarım oluşturmanız isteniyor” problem durumu yöneltilir ve öğrencilerin tasarımlarına dair çizimlerini etkinlik kâğıdına çizmeleri beklenir. Çizimini yapan grupların tasarım aşamasına geçmesi ve tasarımlarını tamamlamaları beklenir. Öğrenciler ürünü oluştururken mühendislik döngüsünden yararlanırlar. Ürünü oluşturan öğrenciler sunumlarını yaparak ürünlerini tanıtır ve tanıtım sırasında rubrikler ve akran değerlendirme formu ile ürün ve süreç değerlendirmesi ile değerlendirilir.

14.2.3.2. Basit Bir Teleskop Tasarlayalım Etkinliği

Bu etkinlikte ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin Fen bilimleri dersi “Güneş Sistemi ve Ötesi” ünitesi ile öğrendikleri kazanımları, matematik ve mühendislik tasarım sürecini kullanarak basit bir teleskop yapmaları amaçlanır. Öğrenciler basit teleskop yapma etkinliğinde arkadaşları ile iş birliği içerisinde problem durumuna çözüm önerileri arayacak, çözüm önerilerini tasarlayacak ve bir ürüne dönüştürecektir. Etkinlik sonundan ortaya çıkan ürünleri test ederek sınıf arkadaşlarına sunacaktır.

Etkinlikte kullanılacak malzemeler,

- Karton proje tüpü (5 cm x 75 cm)
- Tek taraflı yapışkanlı fotoblok (5 mm)
- Maket bıçağı
- 1 adet ince kenarlı mercek (odak uzaklığı 100 cm)
- 1 adet kalın kenarlı mercek (odak uzaklığı 25 cm)
- 1 adet 5 cm (çap) x 40 cm (uzunluk) boyutlarında PVC atık su borusudur.

Öğretmen etkinliğe başlamadan önce öğrencileri 4 kişilik gruplara ayırır. Problem senaryosunu akıllı tahtadan açan öğretmen öğrencilerden okumalarını ister. Problem senaryosunu okuyan öğrencilere öğretmen etkinlik kâğıdında yer alan soruları “Teleskobumuzu yapabilmek için neler bilmemiz gerekiyor?”, “Teleskoplar nasıl çalışır? Sizce başka teleskop çeşitleri var mıdır? Araştırınız.” araştırmalarını ve bulgularını yazmalarını ister. Araştırmayı yapan öğrencilerin teleskoplarla ilgili elde ettikleri bilgileri arkadaşlarına açıklamaları istenir. Matematik dersinin entegrasyonunu sağlamak amacıyla etkinlik kâğıdında yer alan “Etkinlikte kullanabileceğiniz karton proje tüpü ve PVC atık su borusunun silindire benzediğini fark ettiniz mi? Teleskobunuzu tasarlarken bu silindirlerin etrafını renkli kartonlarla kaplamanız gerekiyor. Bu kaplama sırasında kullanılan kâğıtların alanının kaç cm² olduğunu hesaplayınız.” “Alan ile ilgili problemlerini çözer “kazanımını kullanarak matematik probleminin çözülmesi istenir. Mühendislik entegrasyonunu sağlamak amacıyla öğrencilerden tasarlayacakları teleskobun nasıl yapılacağını açıklamaları istenir. Başlangıçta verilen problem durumuna uygun çözüm önerisi belirlenerek öğrencilerden çözüm önerilerini çizmeleri ve tasarımları beklenir. Tasarımını yapan öğrenciler tasarım ürünlerini sınıfa sunacaklardır. Sınıfa etkinlik boyunca nasıl bir yol izlediklerini, zorlandıkları noktaları sunacaklardır. Öğrencilerin sunumu sırasında öğretmen ve sınıftaki diğer öğrenciler rubrikle sunum yapan grubu değerlendireceklerdir.

14.3. Fizik dersinde STEM çalışmaları

“İçinde yaşadığımız dünya ve tüm evren fizik yasalarına tabi olmasına rağmen, kullandığımız klasik öğretim teknikleri bu yasaların kavranmasını sağlayamamaktadır. Bunu sağlamanın tek yolu öğretim tekniğimizi değiştirmektir. Klasik öğretim tekniği yerine, etkinliği ispatlanmış, insan beynine uygun ve bireyselliği göz önüne alan aktif öğrenme yaklaşımlarından birini benimsemeliyiz” (Özel, 2004).

Küresel gelişmişlik ülkelerin işgücüne ve dolayısıyla bireylerin bilimsel gelişmişliklerine bağlıdır. Bireylerin bilgiyi organize edebilmeleri, edinilen bilgileri farklı disiplinlere entegre edebilmeleri, günlük hayatta karşılaştıkları sorunlara çözüm bulmaları önemlidir (Topçu ve Çiftçi, 2018a, 2018b). Bu nedenle yeni öğretim yaklaşımlarının entegrasyonu ile öğrencileri hayata hazırlayacak çözümler aranmaktadır. Yeni yaklaşımlardan biri olan STEM eğitimi, bütüncül bakış açısıyla farklı disiplinleri birbiriyle ilişkili olarak disiplinlerarası işlemeyi amaçlamaktadır (Erdogan, Ciftci, Yildirim ve Topcu, 2017). Temel yaşam bilimleri olarak uygulamalı öğretimi gerektiren önemli disiplinlerden fen bilimleri (Taştan-Akdağ ve Güneş, 2017), teknoloji ile birlikte kullanımının olumlu etkisinden (Nugraha, Utari, Saepuzaman ve Nugraha, 2018) ve STEM alanlarının bütünsel değerlendirilmesi özelliğinden dolayı da fizik bilimi en uygun disiplinlerden biri olarak belirtilmektedir (Yuliati, Yogismawati, ve Nisa, 2018). Yapılan çalışmalarda öğretmen görüşleri incelendiğinde STEM etkinliklerini fen alanı içinde fizik konularına uygun gördüklerini, fen disiplini ile teknoloji, mühendislik ve matematik arasında ilişkinin bulunduğunu belirtmişlerdir (Eroğlu ve Bektaş, 2016).

Yılmaz'ın (2019) çalışmasına göre, öğrenci görüşlerinde, STEM yaklaşımı ile deney yapmanın fizik dersini sevdiği, elektriğin günlük hayattaki karşılığını gördükleri konusunda, kodlama araçlarının fizik dersinde kullanılmasının keyifli olduğu gibi olumlu tutum sergiledikleri görülmüştür. Fizik dersinde anlatılan konuların günlük hayatla ilişkilendirilmesi, öğrencilerin yaparak-yaşayarak öğrenmeleri, daha çok merak etmeleri ve ilgilerinin çekilmesi, teknolojinin kullanımına fırsat veren STEM yaklaşımı ile korkularak yaklaşılacak fen ve fizik derslerini sevmelerini ve derslerde daha çok katılım göstermelerini sağlayacaktır.

Öğretmenlerin STEM'e yaklaşımları incelendiğinde ise Özbilen (2018)'e göre özellikle fen ve matematik alan öğretmenleri STEM yaklaşımında önemli yer edindiklerini düşünmektedirler. Ancak öğretmen yeterlilikleri, malzeme ve iş birliği eksikliği gibi nedenlerden dolayı yaklaşımı uygulamaktan geri kalmaktadırlar. Bu nedenle ders öğretmenini STEM ile tanıştırmak ve öğrencileri daha özgür bir ortamda STEM uygulamalarına maruz bırakmak önemli ve gereklidir.

14.3.1. Fizik dersinde STEM çalışmalarının önemi

Ünlü fizikçi Walter Lewin, öğrencilerin fizik denklemlerinin ötesini görebilmelerini sağlamayı ve bu yolla onlara fizik dersini sevdirmeyi amaçlamıştır (TÜBA Açık Ders, 2002). Einstein'a (1936) göre ise bilim, duyuşal deneyimlerle doğrudan bağlantılı kavramların ve bunları birbirine bağlayan teoremlerin bütünü ile ilgilenir ve fizikçinin eleştirel düşünmesi, onun yalnız kendi özel alanının kavramlarının incelenmesiyle sınırlandırılmaz. Bu kapsamda disiplinler arası sınırların ortadan kalktığı STEM eğitimi yaklaşımı devreye girmektedir.

STEM bilindiği gibi fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik kelimelerinin İngilizce baş harflerinden oluşmaktadır (Bybee, 2010); STEM eğitimi yaklaşımı, tasarım ve sürece odaklanmış olup öğrencileri bu disiplinleri bütünleştirme yoluyla problem çözümüne ve çıktıya götürmektedir (Akçay ve Elmas, 2020). 'STEM eğitimi yaklaşımı', doğa bilimleri müfredatı tasarımındaki bilimsel ve teknolojik gelişmeye ayak uydurmak için yapılan birçok reform hareketi arasında en önemli küresel hareketlerden ve yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir (Abdel, 2020). Hazırlanan her raporda, yeni mesleklerde bilim ve teknolojinin her zamankinden daha derin anlaşılması, en temel işlerin bile teknolojiyle donatılması vurgulandığından dolayı, nüfusun daha fazlasının STEM'e hazır olması gerektiğine işaret edilmektedir (Stewart, 2013).

Sadler ve arkadaşlarına göre (2014) fizik, STEM kariyerleri ile diğer tüm derslerden daha iyi bağlantı kurar. Alanyazın, fiziğin entegre bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) ile yakın bir bağlantısı olduğunu göstermektedir (Bunyamin ve ark., 2020).

Fizik ve astronominin tarihsel olarak gelişen ilk bilimler olması tesadüf değildir. Fiziğin, STEM müfredatında merkezi bir rol oynamasının yaşam temelli nedenleri de bulunmaktadır. Hareket, ışık ve madde ile ilgili temel algılarımızla en bağlantılı bilim fiziktir. Öğrencilerin duyuşal deneyimleri ile doğrudan ilgili olduğu için kuvvet ve hareket bilimi önce

öğretilmelidir. Fizik ayrıca diğer disiplinlerde nicel yöntemlerin temelini sağlar. Birim ve sayı ile nicel akıl yürütmeyi, ölçümü ve matematiği bilimle birleştiren modellemeyi bir araya getirir (Hestenes, 2015).

Fizikçiler ve mühendisler birçok ortak özelliği paylaşırlar. Deneysel fizikçiler, sorun giderirken ve deneysel bir aparat tasarlarken bir nevi mühendislik yaparlar. Mühendislik ve fizik arasındaki güçlü bağlar nedeniyle, lise sınıfları, mühendislik tasarım ilkelerini öğretirken lise fizik eğitimini geliştirecek şekilde mühendislik tasarım modüllerini tasarlamak için uygun bir yerdir (Oliver ve Kane, 2011).

14.3.2. Fizik dersinde STEM alanında yapılan örnek STEM aktiviteleri

14.3.2.1. Ksilofon

Endüstri 5.0'a doğru yol aldığımız bu süreçte kodlama ve bilişim artık öğrencilerimiz için zorunlu bir alan haline gelmektedir. Bu etkinlik ile sayısal derslerden biri olan fizik dersini bilişim programlarını kullanarak, müzik entegrasyonu ile eğlenceli bir ders haline getirmek amaçlanmıştır (Tez ve Aydın-Uygun, 2016). STEAM yaklaşımına uygun olarak hazırlanan etkinlik örneği, 4 ders saati için, 5E modeli ile 'ses dalgaları' konusu olarak planlanmıştır.



Öğretmen giriş aşamasında elinde bir cihaz ile gelir ve öğrencilere bu cihazın ne olduğu ile ilgili kendi başından geçen bir hikâyeyi (köpek korkusu) öğrencileri ile paylaşır ve öğrencilerin derse olan ilgisini çekmeye çalışır. Cihaz ile ilgili sorular sorar ve cevaplar tartışılır.



Şekil 14.1. Köpek korkusu (a), Cihaz (b)

Keşfetme aşamasında öğrenciler cihazı araştırmaya başlarlar. İnternet üzerinden sorulara cevap ararlar. Ardından öğretmen laboratuvarında bir sistem üzerinden öğrencilere gösteri deneyi yapar. Öğretmen frekanslarını değiştirmeleri için öğrencilere izin verir ve birlikte frekans değişikliğindeki şekilleri inceler, değerlendirirler.

Açıklama kısmında öğretmen ses dalgalarını anlatır. İnsan- hayvan kulağının duyabileceği ses dalgalarını anlatır. Ses dalgasının hızı, şiddet-frekans-tını arasındaki fark konularını anlatır. Ardından PISA sınavında çıkmış örnek 'ultrason' sorusunu sorarak öğrenilen bilgileri test eder. Öğretmen bardaklara farklı yüksekliklerde su doldurur; ksilofon yaptırır. Telefona yüklenen frekans ölçer (spectroid) bir uygulama ile öğrencilerden frekanslarını

ölçmelerini ister. Öğrenciler, başka bir telefon uygulaması olan (acord) ile çıkan bu seslerin frekans nota tablosunu doldurur ve frekans- sıvı yüksekliği grafiği çizer.

Derinleştirme safhası tasarımın yapıldığı safhadır. Öğretmen öğrencileri gruplara ayırarak Arduino-Uno setleri ile kodlayarak beste yapmalarını ister. Bu, öğrenci gruplarının tasarımıdır ve ‘değerlendirme’ aşamasında hazırlanan rubrikler ile süreç- tasarım değerlendirmesi yapılır. Genel bir müzik yarışması da yapılabilir.

14.3.2.2. Geleceğin Enerji Depolama Sistemi: Kapasitörlerden Süperkapsitörlere

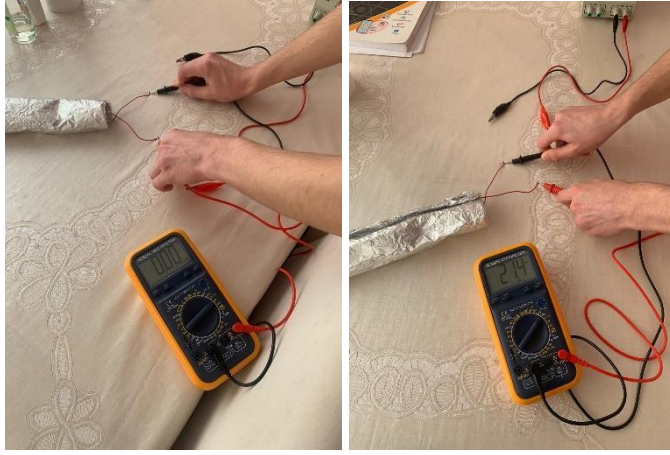
Öğrencilere, yengeç kabuğundan biyouyumlu yara bandı yapıp ödül kazanan liselilerin haberinin bulunduğu yazı dağıtılır, yorumlamaları, tartışmaları istenir ve “Çocuklar, şu anda ülkemizin en büyük sorun- ihtiyaçlarından problem belirleyen, tasarlayan, üreten, sizler gibi gençlerin sayısının az oluşudur. Geleceğimizin teminatı sizler ile ülkemizin savunma, uzay, sağlık sanayileri başta, her alanında Ar-Ge yapıp üretmemiz, çağı yakalamamız, Dünya’da, uzayda söz sahibi olmamız, refah seviyemizin artırılması için çok önemlidir. O halde göreviniz ders konularınızın içerisindeki günlük hayatta kullanılabilecek konuları araştırmak-geliştirmek, üretmeye çalışmak!” denilerek mühendislik aşamasının problem belirleme-çözüm tasarlama kısmı sağlanmış olunur.

Basit elektrik devresiyle iki yük arasında boşluğun bulunduğu sığaç devresi kartları dağıtılır, farkları sorulur. Keşfetmede öğretmenlerin hazırlayacağı açık uçlu sorularla beyin fırtınası yaptırılıp aradaki boşlukta elektrik alan oluştuğu iki iletken arasındaki yalıtkanın elektrik potansiyel enerjisini depoladığı vurgulanır.

Fizikten “Düzgün elektrik alan, elektriksel potansiyel enerji” konuları anlatılır. [CapacitorLab: Basics \(colorado.edu\)](http://CapacitorLab: Basics (colorado.edu)) bağlantısından sığaçlardaki değişkenlerin matematiksel modellenmesi çıkarılması sağlanır.

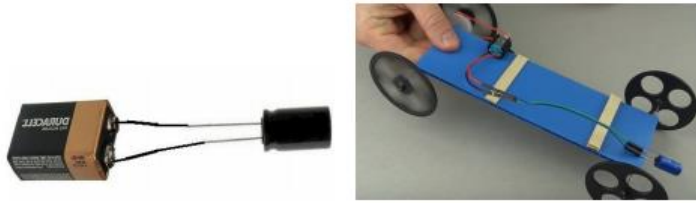
Derinleştirmede kimyadan nano teknoloji anlatılır. Bilimin biyomimikri yoluyla örümceklerin elektrik alanı kullanarak ağ örmelerinden esinlendiği, en başta verilen örnekteki öğrencilerin de projelerindeki, elektrik alan kullanarak nano kumaş üretimi yapan ve üniversitelerde ulaşabilecekleri teknoloji bilgisi verilir (Kronenberger ve Vollrath, 2015).

Kapasitörlerin (Sığaç) elektrik alanı kullanarak iki iletken arasındaki yalıtkanla elektrik enerjisini depoladığı hatırlatılarak iki alüminyum folyo-aynı boyutlarda streç filmle elektrik alan oluşturup, pil/güç kaynağıyla şarj edip voltajı ölçmeleri istenir.



Şekil 14.2. Öğrenciler kapasitörü şarj edip voltajı ölçerken

Linkten yararlanarak kapasitörlü araba yapması sağlanır:
https://www.youtube.com/watch?v=FLAbaIZz_zk



Şekil 14.3. Kapasitörlü araba

Geleceğin enerji depolama araçları süper kapasitörler hakkında araştırma yapmaya yönlendirilir (Teknotalk, 2021).

MEB kazanım testleri, ürün değerlendirme için analitik rubrik hazırlanır.

14.4. Biyoloji dersinde STEM çalışmaları

21. yüzyıl bilgi ve teknolojinin çok hızlı geliştiği bir dönemdir ve bireylerin hem yerel hem de global olarak rekabet edebilmeleri için çeşitli becerilere sahip olmaları gerekir (Mustari, Widodo ve Purwianingsih, 2018; Susilo ve Sudrajat, 2019). Bu beceriler içerisinde yer alan en önemli üçü şunlardır: toplumda yaşama becerisi, öğrenme ve yenilik yapma becerisi (kritik düşünme, iletişim kurma, yaratıcı ve işbirlikçi olma) ve bilgi ve teknoloji becerisidir (Saralar-Aras ve Eral, 2021). Bu becerilerin kazandırılması ise ancak erken yaşlarda başlayan eğitim ve öğretimle mümkündür (Susilo ve Sudrajat, 2019).

Thibaut ve arkadaşları (2018) son yıllarda öğrencilere güçlü bir STEM eğitiminin verilmesi gerektiğinin vurgusunu yaparken, Mustari ve arkadaşları (2018) STEM'e dayalı öğrenmenin günümüzde bir eğitim trendi haline geldiğini belirtmektedir. STEM eğitiminin

nasıl yapılması gerektiği ile ilgili çeşitli varyasyonlar ve öneriler mevcuttur ancak literatürdeki fikir birliği STEM eğitiminin daha çok entegre edilmiş ve/veya işbirlikli olması gerektiği yönündedir (White, 2014). Entegre edilmiş STEM müfredatı ile öğrencilerin bilimin doğası, teknoloji, mühendislik ve matematik farkındalığı ve her disiplinden bazı önemli kavramlara hâkimiyet kazanmasının mümkün olabileceği belirtilmektedir. Gerçek dünya problemleri okullarda öğretildiği gibi izole disiplinler halinde bölünmemektedir ve onları çözebilmek için insanların disiplinleri bir arada kullandıkları becerilere ihtiyacı vardır. Ayrıca entegre edilmiş STEM müfredatının öğrencilerin STEM'e yönelik ilgilerini ve motivasyonunu geliştirdiği de saptanmıştır (Thibaut ve ark., 2018).

Entegre edilmiş STEM müfredatının etkili bir şekilde uygulanabilmesi için öğretmenlerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içeriği ile ilgili derinlemesine bilgi sahibi olmaları ve STEM içeriğinin öğrencilere ne şekilde öğretileceği ile ilgili pedagojik bilgiye de sahip olmaları önemlidir (Thibaut ve ark., 2018). Çünkü sadece fen eğitimi yapan ve feni, teknoloji, matematik ve mühendislikle entegre etmeden öğreten bir öğretmen, STEM eğitimcisi değildir (White, 2014).

Kaliforniya Ulusal Araştırma Kurumu'nun 2009 yılındaki raporunda 21. yüzyılda biyoloji eğitimi ile ilgili önerilere de yer verilmiştir. Rapora göre yaşam bilimlerinin fizik bilimine, matematiğe ve mühendisliğe entegre edilmesi ile biyolojide problem çözmede hızlı bir gelişmeye katkı sağlanacaktır (Labov, Reid ve Yamamoto, 2010).

Raporu yazan komite üyelerine göre “Yeni Biyoloji” dört ana bileşeni kapsamalıdır:

- Kompleks problemler hakkında bilimsel bilginin, teorinin, teknolojilerin ve düşüncelerin entegrasyonu,
- Biyolojik sistemler hakkında derinlemesine anlama (çeşitli disiplinleri içeren çok yönlü düşünme),
- Sosyal problemlere (sağlık, çevre, enerji ve yiyecek gibi) biyolojik temelli çözümlerin getirilmesi (disiplinler arası yaklaşım),
- Eğitime ve ilgili disiplinlere olan katkılar ve geribildirim (Yeni Biyoloji eğitiminin STEM eğitimi ile birleştirilmesi).

Okullarda STEM eğitimi kapsamında biyoloji dersi ile ilgili öğretmenlerle ve öğrencilerle çeşitli araştırmalar yapılmış olup bazılarında aşağıda yer verilmiştir.

Susilo ve Sudrajat (2019), 28 biyoloji öğretmeni ile yaptıkları nitel araştırmada öğretmenlerin STEM eğitimi ne şekilde anladığını ve karşılaştıkları engelleri tespit etmeyi amaçlamışlardır. Sonuçlar Malang şehrindeki öğretmenlerin hem STEM eğitimi anlama düzeylerinin hem de STEM temelli öğrenmeyi uygulamaya karşı motivasyonlarının düşük

olduğunu göstermiştir. Çeşitli eğitim kurumlarının iş birliğinde öğretmenlerin STEM eğitimi hakkında bilgilendirilmesinin önemine de değinmişlerdir.

Mustari ve arkadaşları (2018), Tarım Meslek Lisesindeki öğretmen ve öğrencilerinin STEM temelli eğitimle ilgili görüşlerini almak amacıyla gerçekleştirdikleri betimsel araştırmanın sonucunda hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin STEM eğitiminin yararlı olduğu ve yaşamlarına olumlu katkı sağladığı görüşüne sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Endonezya'da 47 lise öğrencisi ve bir biyoloji öğretmeni ile yapılan çalışmada öğrencilerin ve öğretmenin STEM yaklaşımı ile ilgili görüşleri betimleyici metotla alınmıştır. Sonuçlara göre öğretmenin ve öğrencilerin %70'inin STEM'e yönelik algıları olumludur. En önemli husus da STEM'in insan yaşamına yardımcı olduğu düşüncesinin olmasıdır (Saptarani, Widodo ve Purwianingsih, 2019).

Al-Qumeizi (2019), Suudi Arabistan'da 37 lise biyoloji öğretmenin STEM ile ilgili algılarını tespit etmeye çalışmıştır. Araştırma aynı zamanda öğretmenlerin STEM'le ilgili öz yeterliliklerini de ölçmektedir. Çalışma sonuçları öğretmenlerin STEM ile ilgili bilgilerinin zayıf olduğunu ve birçok öğretmenin STEM ile ilgili herhangi bir eğitim almadığını göstermiştir.

Malezya'da Fen Lisesi'nde çalışan 5 Biyoloji öğretmeni ile yürütülen çalışmada öğretmenlerin STEM entegrasyonundan ne anladıkları ve STEM'i nasıl uyguladıkları araştırılmıştır. Mülakatlar sonucunda öğrenci merkezli aktivitelerin sınıfta STEM'in dört disiplinini entegre etmede anahtar rol oynadığını ve tüm öğretmenlerin biyoloji dersinde STEM'in dört disiplinini entegrasyonu olarak anladıklarını göstermiştir. Öğretmenler STEM entegrasyonu sayesinde öğrencilerin biyoloji dersine karşı tutumlarının da olumlu etkilendiğini belirtmişlerdir. STEM entegrasyonunda öğretmenlerin karşılaştığı en önemli zorluklar ise zamanın kısıtlılığı, öğretim desteğinin eksikliği, STEM hakkında hizmet içi eğitimin eksikliği ve öğrencilerin sınıftaki tutumları olmuştur (Wahid ve Talib, 2017).

Sonuç olarak görülmektedir ki son yıllarda STEM eğitimi dünyada yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve bir trend haline gelmiştir. Biyoloji dersinin de STEM eğitimine aktif olarak entegre edilmesi birçok okulda uygulanmaya başlanmıştır. Her ne kadar yapılan çalışmalar, öğretmenlerin biyoloji dersinin STEM eğitimi içinde ve disiplinler arası verilmesinin önemini benimsemiş olmalarını gösteriyor olsa da öğretmenlerin hala STEM eğitimi ile ilgili bilgilerinin geliştirilebileceğini göstermektedir. Bu nedenle 21. yüzyıl neslinin yetişmesinde en önemli rolü oynayan öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili hizmet içi eğitimlere katılımları önem arz etmektedir.

14.4.1. Biyoloji dersinde STEM çalışmalarının önemi

21. yüzyıl biyolojisi ileri düzey karmaşık problemlerin (özellikle sağlık, yiyecekler, enerji ve çevre gibi konularda) üstesinden gelebilmek için mühendislik, bilgisayar bilimleri, fizik, kimya ve matematik gibi farklı disiplinler arasındaki bağlantıları gerektirir (Osman, Hiong ve Vebrianto 2013). 21. yüzyılın biyoloğu, tüm disiplinlerden biraz bilen değil, bir disiplinde derinlemesine bilgi sahibi olan ve diğer disiplinlerde de akıcı çalışma yapabilendir (Labov, Reid ve Yamamoto, 2010). Öğrencilerin disiplinler arasındaki bağlantıyı anlayıp bu bağlantıları kurmaları gerekir. Geleceğin biyologları hazırlanırken mühendislik ve teknoloji ile ilgili deneyimlere maruz bırakılmazsa rekabetçi ortamda başarı sağlaması olası değildir. (Osman ve ark, 2013). Wahid ve Talib 2017’de biyoloji dersinin STEM eğitimi kapsamında verilmesi halinde hem derse olan ilgilerinin arttığı hem de sevdikleri aktiviteleri yapma cesareti bulacakları için öğrendikleri bilgilerin kalıcı olacağını ve yaşama uyarlanabileceğini tespit etmişlerdir. Entegre edilmiş STEM eğitimi sayesinde öğrenmenin yaşam boyu kalıcılığı da sağlanmış olur.

14.4.2. Biyoloji dersinde STEM alanında yapılan örnek STEM aktiviteleri

Biyoloji dersinde egzersizin kalp atışına etkilerini gözlemek amacıyla biyoloji, matematik ve beden eğitimi derslerinin entegrasyonu ile STEAM dersi etkinliği düzenlenebilir. “Egzersiz yapar mısınız?”, “Egzersiz yaparken insan vücudunda ne gibi fizyolojik değişiklikler olur?”, “Bu değişimlerde hangi vücut sistemleri görev alıyor olabilir?”, “Egzersiz yaparken kalp atım hızı sizce nasıl değişir?” gibi sorularla beyin fırtınası yapılarak öğrencilerin konuya ilgisi çekilir. Öğrencilerden gruplar halinde çalışarak bilgisayar laboratuvarında yaşa göre normal ve egzersiz sırasındaki nabız atışını araştırıp tablolaştırmaları istenir. Grupların oluşturduğu tablolardaki sonuçlar birleştirilir ve “Kalp atış hızının yaşa göre değişmesinin nedeni nedir?”, “Kalp atış hızının egzersiz yaparken artmasının önemi ne olabilir?” gibi soruları tartışıp cevaplamaları istenir. Öğrencilere egzersiz sırasında ve istirahat halinde vücuttaki oksijen tüketimini belirten grafiği içeren bir çalışma yaprağı dağıtılır. Öğrenciler grafik okuma becerisini kullanarak egzersiz sırasında oksijen tüketiminin artma nedenini, uzun süreli egzersizde oksijen yetersizliğinin kaslara etkisi gibi konuları tartışırlar. Ödev olarak öğrencilere nabız ölçümünün nasıl yapıldığını araştırmaları ve bir sonraki derse hazırlık yapmaları istenir. Öğrenciler gruplara ayrılır. Her grupta bir kız ve bir erkek öğrenci egzersiz yapan olarak seçilir. Her gruptan istirahat halindeki, okul binası etrafında 3 tur attıktan sonraki ve 100 defa ip atlama sonrasındaki nabız ölçümünü yapıp not alması istenir. Grup sonuçları ile sınıf sonuçları birleştirilir, tablo ve grafik haline getirilerek tartışılır. Cinsiyete göre, egzersizin özelliğine göre nabızın değişimi ve buna bağlı olarak oksijen tüketimi tartışılır. Ders sonunda Kahoot etkinliği ile hem değerlendirme hem de yarışma yapılabilir.

14.5. Sonuçlar

Ortaokul fen bilimleri, lise fizik ve biyoloji disiplinlerinde STEM çalışmaları, uygulamaları ve aynı alanlarda STEM eğitiminin önemi incelendiğinde, farklı disiplinlerle ve müfredatla entegrasyonunun öğrencilere hem bilimsel süreç becerileri ile 21. yüzyıl becerilerine katkı sağlamakta hem de mühendislik ve matematik disiplinlerinin kazandırdığı analitik bakış açısının da geliştirilmesinde etkin rol oynamakta olduğu görülmektedir (Saralar-Aras, 2021).

MEB Fen Bilimleri Öğretim Programının (2018) özel amaçları arasında “Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmeye fen bilimine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak” maddesi yer almaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin yenilikçi düşünmelerine ve gerçek problemleri çözmelerine odaklanan disiplinlerarası entegrasyonu ve “yaparak öğrenmeyi” vurgulayan STEM Eğitimi yaklaşımı devreye girmektedir (Sanders, 2009; Zeng, Zhang ve Wang, 2019). ABD öğretim programı NGSS'nin (Next Generation Science Standards-Yeni Nesil Fen Standartları) ardından Türkiye’de de MEB, 2017 yılında STEM eğitiminin mühendislik bileşenine yönelik bazı adımlar atmıştır. Ancak NGSS’de okul öncesinden üniversiteye kadar uygulanan mühendislik tasarımı ve fen bilimleri uygulamaları eylemleri Türkiye’de sadece 4-8. sınıflar arasında uygulanmaktadır ve sadece mühendislik bileşeni eylemlerinin uygulanması STEM eğitimi için yeterli değildir (İstanbul Aydın Üniversitesi, 2017). Bu nedenle MEB yakın zamanda bu konuda önemli adımlar atmış, fen habitatının yapılanmasını sağlayacak olan ve okullarda kurulan Tasarım Beceri Atölyeleri sayesinde bireylerin sahip olduğu bilgilerin farklı disiplinlerle entegrasyonu yapılarak yaşam becerisine dönüşümüne katkı sağlayacak ortamlar oluşturulmuştur. Böylelikle yenilikçilik, keşfetme gibi 21. yüzyıl kazanımlarının fen bilimleri eğitimi habitatında yeşermesi sağlanacaktır (Kaya, 2019).

Yukarıda anlatılanlar ışığında; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin entegrasyonuna dayalı “STEM”, özellikle de “STEM” ışığında zenginleştirilmiş fen bilimleri müfredatı, içerdiği faaliyetler ve projeler ile bu alanlarda aydınlanmış olayları hayal edebilme becerisine sahip bir nesil hazırlamayı amaçlamaktadır. Bir problemin çözümüne katkıda bulunan, yenilikçi bir ürünün tasarımıyla sona eren, öğrenci tarafından benimsenen STEM eğitiminin uygulanması, 2023 Türkiye Vizyonu’nda belirtilen “Bilim, teknoloji ve yenilikte yetkinleşmiş, üreten, net katma değerini kendi beyin gücüne dayanarak artırabilen bir Türkiye” sosyo-ekonomik hedefinin gerçekleştirilebilmesi için aydınlık bir yol oluşturacaktır.

14.6. Kaynaklar

Abacı, B. (2020). *Bütünleştirilmiş FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının FeTeMM ile ilgili tutum ve öz yeterliklerine etkisinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi), Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Abdel Radi, P. (2020). STEM Curriculum for Physics Education and Science Fiction Development. *Journal of Research in Curriculum Instruction and EducationalTechnology*, 6(2), 159-166. Doi: 10.21608/jrciet.2020.80186

Ademoğlu, E. (2021). *FeTeMM eğitiminin öğrencilerin fen bilimleri dersi başarısı üzerine etkililiği: bir meta analiz çalışması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İnönü Üniversitesi, Malatya.

Akaygün, S., Aslan-tutak, F. ve Özel, S. (2020). Türkiye’de STEM Eğitiminde Araştırmalar ve Uygulamalar. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi, STEM Eğitimi*, 1-2.

Akçay, N. O. ve Elmas, R. (2020). *STEM Eğitimi Yaklaşımının Özellikleri ve Değerlendirilmesi (Characteristics and Evaluation of STEM Education Approach)*. Bogazici University Journal of Education.

Akdeniz, A. R. ve Devecioğlu, Y., (2001). Ortaöğretim Fizik Derslerinde Yürütölen Proje Çalışmalarını Değerlendirilmesi. *Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, İstanbul, 7-8.

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: “Günün modası mı? Yoksa gereksinim mi?”* İstanbul: STEM Merkezi ve Eğitim Faköltesi, İstanbul Aydın Üniversitesi.

Alniak, S. (2019). *Fizik konularında STEM eğitiminin öğrencilerin tutumlarına ve problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Al-Qumeizi, H. bin A. (2019). Secondary School Biology Teachers’ Perceptions of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Educational Trend and the Level of Teaching Self- Efficacy. *Amazonia Investiga*, 8(23), 582-601.

Bahşı, A. ve Açıkgöl F. E. (2020). STEM Etkinliklerinin 8. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerine, Bilimsel Epistemolojik İnançlarına ve Fen Başarılarına Etkisinin İncelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Faköltesi Dergisi*, 39 (1) , 1-22.

Bakırcı, H. ve Kutlu, E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(2), 367-389. Doi: 10.16949/turkbilmat.417939.

Baltabıyık Y. D. (2019). *STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Biçer, B., Uzoğlu, M ve Bozdoğan, A. (2019). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM Hakkındaki Görüşlerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2019 (12), 1-15. Doi: 10.46778/goputeb.457736

Bunyamin, M., Corrienna A., Ahmad, N. & Ibrahim, J. (2020). Current Teaching Practice of Physics Teachers and Implications for Integrated Stem Education. *Universal Journal of Educational Research*, 8, 18-28. 10.13189/ujer.2020.081903.

Bybee, R. W., (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1): 30–35. Retrieved from: <https://eric.ed.gov/?id=EJ898909>.

Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi), Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Çepni, S. ve Ormancı, Ü. (2018). Geleceğin Dünyası. S. Çepni (Ed.). *Kuramdan Uygulamaya STEM_E⁺A Eğitimi* içinde (4. Baskı s.1-52). Ankara: Pegem Akademi.

Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. *21st century skills: Rethinking how students learn*, 20, 51-76.

Einstein, A. (1936). *Physics and reality*. *Journal of the Franklin Institute*, 221(3), 349–382. Doi:10.1016/s0016-0032(36)91047-5

Erdoğan I., Çiftçi A., Yıldırım B. ve Topçu M., S. (2017), STEM Education Practices: Examination of the Argumentation Skills of Pre-service Science Teachers, *Journal of Education and Practice*, 25 (8), 164-173.

Eroğlu, S. ve Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67. Doi: 10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s3m.

Gazibeyoğlu, T. ve Aydın, A. (2020). Stem Uygulamalarının 7. Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersine Karşı Tutumlarına Etkisinin İncelenmesi. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 7 (2),724-752.

Gömleksiz, M. N. ve Yavuz, S. (2018). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Eğitime Yönelik Metaforik Algıları. *ERPA 2018 International Congresses on Education*, İstanbul, Türkiye.

Gülhan, F. ve Şahin, F. (2018). Fen Bilimleri Dersine STEM Entegrasyonu Etkinliklerinin 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 8(4), 40-59. Doi: 10.19126/suje.423105.

Hestenes, D. (2015). *A role for physicists in STEM education reform. American Journal of Physics*, 83(2), 101–103. Doi:10.1119/1.4904763.

İstanbul Aydın Üniversitesi (2017). *STEM Eğitiminin Öğretim Programına Entegrasyonu: Çalıştay Raporu*. Erişim adresi https://www.aydin.edu.tr/haberler/Documents/tumu_.pdf

İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan F., Horzum, B. ve Kıyıcı, M., (2002). Fen Bilgisi Eğitimi ve Yapısalci Yaklaşım. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 1 (1): 41-47.

Kaya, V. H. (2019). *2023 Fen Bilimleri Eğitimi Vizyonumuz*. <https://www.researchgate.net/publication/330994787>.

Kronenberger, K., & Vollrath, F. (2015). Spiders spinning electrically charged nanofibres. *Biology Letters*, 11(1), 20140813.

Labov, J.B., Reid, A. H., & Yamamoto, K. R. (2010). Integrated Biology and Undergraduate Science Education: A New Biology Education for the Twenty-First Century?, *CBE—Life Sciences Education*, 9(1), 10–16.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2013). *İlkokul ve ortaokul fen bilimleri dersi (1-8.sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2017). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı*. Ankara.

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2018). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı*. Ankara.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı*. Ankara.

Mustari, R., Widodo, A., & Purwianingsih, W. (2018). Perception of teachers and agriculture vocational high school students on stem-based biology learning. *International Conference on Mathematics and Science Education of Universitas Pendidikan Indonesia*, 3, 486-491. Retrieved from: <http://science.conference.upi.edu/proceeding/index.php/ICMScE/article/view/102>.

Nugraha, M. G., Utari, S., Saepuzaman, D., & Nugraha, F. (2018). Redesign of students' worksheet on basic physics experiment based on students' scientific process skills analysis in Melde's law. *Journal of Physics: Conference Series*. 1013(1), Retrieved from: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012038>.

Oliver, D. L. & Kane, J. (2011). Engineering Design Modules as Physics Teaching Tools. *The Physics Teacher*, 49(4), 242–245. <https://doi.org/10.1119/1.3566039>

Osman, K., Hiong, L.C. & Vebrianto, R. (2013). 21st Century Biology: An Interdisciplinary Approach of Biology, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 102, 188–194.

Öner, G. ve Yılmaz, Ö., Y. (2019). Ortaokul Öğrencilerinin Problem Çözme ve Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Alguları ile STEM'e Yönelik Algı ve Tutumları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 8(3), 837-861.

Özbilen, A. (2018). STEM Eğitimine Yönelik Öğretmen Görüşleri ve Farkındalıkları. *Scientific Educational Studies*, 2(1), 1-21.

Özdemir, Ş. ve Kılınc, D. (2019). *Geleceğin Meslekleri: Dijital Dönüşüm, Veri Bilimi, Yapay Zekâ* (4. Baskı). İstanbul: Abaküs Yayınları.

Özel, M. (2004). Başarılı bir fizik eğitimi için stratejiler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16, 79-88.

Sadler, P., Sonnert, G., Hazari, Z., & Tai, R., (2014). The Role of Advanced High School Coursework in Increasing STEM Career Interest. *Science Educator*, 23(1), 1-13.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *TechnologyTeacher*, 68(4), 20-26.

Saptarani, D., Widodo, A., & Purwianingsih, W. (2019). Biology teachers and high school students perceptions about STEM learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(4). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1157/4/042007/pdf>

Saralar-Aras, İ. (2021). Esnek Öğrenme Alanlarında STEAM Eğitimi. İ. Saralar-Aras ve S. H. Eral (Eds.), *Kuramdan Uygulamaya Geleceğin Sınıfını Tasarlama* (s. 59-66). Ankara, Türkiye: Millî Eğitim Bakanlığı D.S.İ./ Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2021_03/15171047_Kitap_final.pdf

Saralar-Aras, İ. ve Eral, S. H. (2021). Geleceğin Sınıfında Kilit Beceriler. İ. Saralar-Aras & S. H. Eral (Eds.), *Kuramdan Uygulamaya Geleceğin Sınıfını Tasarlama* (s. 25-31). Ankara, Türkiye: Millî Eğitim Bakanlığı D.S.İ./ Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2021_03/15171047_Kitap_final.pdf

Stewart, G. (2013). Physics: LeadingtheWay in STEM Education. *ThePhysicsTeacher*, 51(5), 263–263. <https://doi.org/10.1119/1.4801347>

Stohlmann, M., Moore, T. & Roehrig, G. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34. Retrieved from: <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1054&context=jpeer>.

Susilo, H., & Sudrajat, A. K. (2020). STEM Learning and its Barrier in Schools: The Case of Biology Teachers in Malang City. *Journal of Physics: Conference Series*, 1563(1). Retrieved from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1563/1/012042/meta>.

Taştan Akdağ, F. ve Güneş, T. (2017). Enerji konusunda yapılan STEM uygulamaları ile ilgili Fen Lisesi öğrenci ve öğretmen görüşleri. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(5), 1643-1656.

Teknotalk. (2021). STEM Etkinliği. Süper Kapasitör Pil, Yıpranmıyor, Saniyeler içinde Şarj Oluyor. <https://www.teknotalk.com/superkapisitor-pil-50906/>

Tez, İ. ve Aydın-Uygun, M. (2016). Ortaokul Öğrencilerinin Müzik Dersi ve Müzik Öğretimine İlişkin Algılarının Metaforik Analizi. *Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi* 2016, 6(2), 415-453.

Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 02.

Topçu, M. S. ve Çiftçi, A. (2018a). *Erken Çocukluk Döneminde STEM Eğitimi ve Örnek Uygulamalar (STEM Education and Practices for Early Childhood Period)*. Topcu, M. S., ve Özkan, B. *Erken Çocuklukta Fen Eğitimi (Science Education for Early Childhood)*. (s. 237-271). İstanbul, Türkiye: Efe Akademi.

Topçu, M. S. ve Çiftçi, A. (2018b). 21. Yüzyıl Becerileri ve STEM. Öğretim Özçelik, A. D., & Tuğluk, M. N. *Eğitimde ve Endüstride 21. Yüzyıl Becerileri*. (s. 103-126). Ankara, Türkiye: Pegem A Yayıncılık.

TÜBA Açık Ders Prof. Dr. WalterLewin Elektrik ve Manyetizma Ders Notları. (2002). Erişim adresi: <https://acikders.tuba.gov.tr/file.php/38/VideoLectures/PDF/intro.pdf>.

Uluyol, Ç. ve Pehlivan, K. (2019). STEM ve Eğitimde Uygulama Örneklerinin İncelenmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 23(3), 848-861.

Uzel, L. ve Canbazoğlu B., S. (2020). 6. Sınıf Öğrencilerinin Mühendislik İmajlarının ve STEM'e Yönelik Bilgi Yapılarının İncelenmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi, STEM Eğitimi*, 47-72.

Wahid, N.T.A., & Talib, O. (2017). Stem Integration in Classroom Practices among Biology Teachers in Mara Junior Science College (MJSC) *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(4).

White, D. W. (2014). What is STEM education and why is it important? *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-8.

Yamak, H., Bulut, N. ve Dündar, S. (2014). 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri ile Fene Karşı Tutumlarına FeTeMM Etkinliklerinin Etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2): 249-265. Doi: 10.17152/gefd.15192.

Yarker, M., B., & Park, S. (2012). Analysis of teaching resources for implementing an interdisciplinary approach in the K-12 classroom. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(4), 223-232. <https://www.ejmste.com/article/analysis-of-teaching-resources-forimplementing-an-interdisciplinaryapproach-in-the-k-12-classroom-4244>.

Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2018). Ortaokul Öğrencilerinin STEM Uygulamalarına Yönelik Görüşlerinin İncelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, STEMES'18, 47-54. <https://doi.org/10.18506/anemon.471037>

Yılmaz, C. N. (2019). *STEM eğitiminin 10. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, STEM ve fizik tutumları üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi, Denizli.

Yuliati, L., Yogismawati, F., & Nisa, I. K. (2018). Building Scientific Literacy and Concept Achievement of Physics through Inquiry-Based Learning for STEM Education. *In Journal of Physics: Conference Series*. 1097(1).

Zeng, N., Zhang, B. H., & Wang, Q. (2019). *STEM fever: Science educators' opportunities and challenges*. <https://doi.org/10.1063/1.5093998>

BÖLÜM 15: SOSYAL BİLİMLER EĞİTİMİNDE STEM ÇALIŞMALARI

Zeynep TANER & İnci AYRANCIOĞLU

Bölüm Özeti: Üzerinde herkesin anlaştığı net bir tanıma sahip olmamakla beraber, STEM; Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik), ve Mathematics (Matematik) kelimelerinden oluşan bir kısaltma olup, bu alanlardaki bilgi ve uygulamaların harmanlanmasıyla oluşturulmuş öğrenme etkinlikleri olarak tanımlanabilir. Kısaltmada sadece dört özel alana yer verilmesi nedeniyle bazı eğitimcilerimiz alan dışında kaldıklarını düşünerek derslerinde bu yöntemi kullanma konusunda çekimser davranmaktadırlar. Oysa bireylerin ihtiyaçları ve istekleri arasındaki dengeyi sağlama, bireylere gerekli bilgi, beceri, tutum ve değer kazandırma açısından, temelde toplumsal değişimi ve sürekliliği inceleyen Sosyal Bilimler büyük bir öneme sahiptir. Geçmiş iyi analiz eden ve bu bilgilerini geleceğe aktarabilen bireylerle daha yaşanılır bir çevre oluşturulabilir. Bireyler, sosyal bilimler ile günlük hayat problemlerine farklı bakış açısıyla bakabilir ve bu problemleri anlamlandırabilir. Sorgulayan bir birey öğrenme sürecindeki deneyimlerini kullanarak çevresiyle etkileşim kurabilir. Çevreye duyarlı, çevre sorunlarını önemseyen, bunlara çözümler üreten ve karar alma noktasına gelen bir bireye dönüşebilir. STEM eğitimi; Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarını odak noktası olarak ilerlese de hiçbir alan sosyal bilimlerden bağımsız olarak düşünülemez. Sosyal bilimler STEM eğitiminin ayrılmaz bir parçası olarak görülmeli ve mutlaka bu sisteme dahil edilmelidir. Bu bölümde Sosyal Bilimlerde STEM alanında yapılan çalışmalar, bu çalışmaların önemi anlatılacak, Sosyal Bilimler ve Hayat Bilgisi alanında rahatça uygulayabileceğiniz örnek ders planları, yapılacak etkinlik fikirleri ve kaynaklar sunulacaktır.

15.1. Giriş

Kitabımın içindekiler bölümünü inceleyen bazı öğretmenlerin bu bölüm başlığını gördüğünde şaşırıldığını, bir o kadar da sevindiğini tahmin etmekteyiz. STEM kısaltmasının içerdiği alanlardan (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) dolayı birçok öğretmenimiz, Sosyal Bilimler alanında STEM Eğitimi yaklaşımının uygulanamayacağını düşünmüş olabilirler. Bu bölüm, siz öğretmenlerimizin 1., 2. ve 3. sınıflarda Hayat Bilgisi, 4., 5., 6. ve 7. sınıflarda Sosyal Bilimler, 8. sınıf ve lise kademesinde ise Tarih, Coğrafya, Psikoloji gibi Sosyal Bilimler alanına giren tüm derslerde STEM Eğitimi yaklaşımını kullanabileceğinizi göstermek ve sizleri teşvik etmek amacıyla hazırlandı.

15.2. Sosyal Bilimlerde STEM alanında yapılan çalışmalar

STEM'in fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının baş harflerini içeren bir kısaltma olması, STEM yaklaşımının sadece bu alanlarla ilgili olduğu algısını oluşturmuştur. Bu algı, farklı disiplinlerin "STEM eğitimi içinde biz de olmalıyız." seslerinin yükselmesine sebep olmuştur. Örneğin sanatın dahil edilmesiyle STEAM kavramı ortaya çıkmıştır. Benzer bir düşünce sosyal bilimciler arasında da kendini göstermiş, ABD Sosyal Araştırmalar Ulusal Konseyi (NCSS) (2019), sosyal bilimlerin, STEM alanları gibi yaşadığımız çevredeki sorunları anlamak ve çözmek amacıyla olduğuna, bu nedenle STEM ve sosyal bilgilerin ortak çalışması gerektiğine dair bir makale yayınlama gereği duymuştur. Daha önce STEM meslekleri arasında sayılmayan sosyal bilimlere, ABD Çalışma İstatistikleri Bürosunun hazırladığı STEM meslekleri listesinde yer verilmiştir. ABD Ulusal Araştırma Konseyi de STEM eğitimi, sosyal ve davranış bilimlerini kapsayacak şekilde yeniden tanımlamıştır.

Ülkemizde ise Millî Eğitim Bakanlığı, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabında, bu yanlış algıya yer vermeyecek şekilde, sosyal bilgiler dersi kazanımları verilen örnek etkinliklerde diğer alanlarla bütünleştirilmiş ve sosyal bilimler bilgi ve becerilerinin STEM eğitiminde kullanımı teşvik edilmiştir. Yine de kısaltmada yer alan alanlar dolayısıyla STEM eğitimi uygulamakta çekimser kalan öğretmenlerimizin sayısı oldukça fazladır. Bu nedenle sosyal bilgiler kazanımlarını içeren çalışmalara diğer alanlara kıyasla daha az rastlanmaktadır.

15.2.1. Sosyal Bilimlerde STEM çalışmalarının önemi

Öncelikle Sosyal Bilimler ile Sosyal Bilgiler ilişkisini inceleyerek başlanacaktır. Sosyal bilgiler, "öğrencilerin çevreye, topluma ve insanlığa karşı sorumlu bir vatandaş olarak yetiştirilme girişimleri anlamına gelirken, sosyal bilimler ise, bilimsel bir tutumla toplumların incelendiği disiplinler olup ilgilendiği esas konu, gruplar içinde oluşan insan etkinliği ve beşerî anlayışın geliştirilmesidir (Gardner,1997). Sosyal bilgiler, okullarda öğretilmek amacıyla sosyal bilimlerden seçilerek sadeleştirilmiş konulardır" (Dönmez, 2003, s.33).

Kitabın önceki bölümlerinde, STEM eğitiminin, ülkelerin ekonomik ve gelişmişlik seviyelerini arttırmak amacıyla ortaya çıktığından, günümüz dünyasının sorgulayan, düşünen, yaratıcı ve üretken bireylere ihtiyaç duyduğundan bahsedilmişti. Bireyleri üretmeye itecek olan en önemli unsur insan ihtiyaçlarıdır. Üretileni tüketen olan da yine insandır. İnsan ise sosyal bilimlerin ana konusudur. Bu kadar iç içe geçmiş unsurları birbirinden ayırmak mümkün değildir. STEM alanlarında çalışanlar toplumsal ihtiyaçlar doğrultusunda üretirler. Üretim aşamasından sonra tekrar insan faktörü yani sosyal bilimler devreye girer. Üretilenin topluma olan etkileri, topluma doğru bir şekilde tanıtılması, talep görmesi için gerekenler, pazarlanması, vb. hepsi sosyal bilimlerin konusudur. En önemli olan ise bu üretilenlerin doğru amaca hizmet etmesidir. STEM alanlarında çalışacak olan iş gücüne, sosyal bilgiler dersi programında yer alan dayanışma, duyarlılık, sorumluluk, vatanseverlik gibi değerleri kazandırmazsak, ülkemiz

yararına üretildiğini düşündüklerimiz, farklı amaçlara da hizmet edebilir ya da STEM alanında yetiştirdiğimiz iş gücü kendi ülkesinde üretmeyebilir.

Tüm bu anlatılanlar, STEM eğitiminin sosyal bilimlerle bütünleştirilmesinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Bu durumun ekonomik hayata yansımaları, dijital teknolojiler konusunda uzmanlaşmış çok uluslu bir şirket olan Cisco'dan bir çalışanın söylediklerinde görebiliriz. Çalışan; sosyal bilim becerileri olan insanlara sahip olmanın büyük bir faydası olduğunu, teknolojilerinin getireceği sonuçları ortaya koymak, teknolojilerini cazip hale getirmek için iletişim, ekonomi, İK, hukuk, pazarlama, politika, vb. alanlarında uzmanlaşmış bir dizi sosyal bilimciye ihtiyaç duyduklarını dile getiriyor. Başarılı olmak için teknolojinin sosyal bilim girdisine ihtiyacı olduğunu vurguluyor. (Witherspoon, 2020).

15.2.2. Sosyal Bilimlerde örnek STEM aktiviteleri

Buraya kadar sosyal bilimlerin STEM eğitiminde oldukça önemli bir yere sahip olduğu anlatılmıştır. Bu farkındalığın sizi sosyal bilgiler derslerinizde STEM Eğitimi yaklaşımını uygulamaya iteceği düşünülmektedir. Elbette tüm öğretim yöntem ve tekniklerinde olduğu gibi STEM Eğitimi de planlı bir hazırlık süreci gerektirir. Bu konuda sizlere yardımcı olabilmek amacıyla sadeleştirilmiş bir ders planı örneği hazırlanmıştır. Ek 15.1'de sunduğumuz şablon rahatlıkla farklı ünite kazanımları için özelleştirilebilir.

Millî Eğitim Bakanlığımızın Sosyal Bilgiler Dersi Öğretim Programını incelendiğinde birçok ünite ve konuda STEM ile bütünleştirilmiş ders planları hazırlayabileceği görülmektedir. Aşağıda, bu bağlamda sunulan ünite, konu ve uygulanabilecek etkinlik örnekleri bulunmaktadır.

ÜNİTE: İNSANLAR, YERLER VE ÇEVRELER

Doğal ve Beşerî Unsurlar

Farklı coğrafi şekillerin (uzun bir nehir, büyük bir göl veya derin bir vadi) yarattığı ulaşım sorunları için çözümler üretmeleri sağlanabilir. Örneğin öğrenciler güvenli bir köprü prototipi oluşturabilirler.

Hava Olayları

Rüzgâr, yağmur, kar gibi hava olaylarına karşı en dayanıklı olan malzemeyi test edip seçerek bir giysi prototipi oluşturmalarını önerilebilir.

Doğal Afetler

Doğal tehlikelerin zamanlamasını veya yerini tahmin etmek amacıyla cihazlar veya yapılar çizmeleri istenebilir.

ÜNİTE: BİLİM, TEKNOLOJİ VE TOPLUM

Bu ünitenin tüm kazanımları STEM ders planı için idealdir.

Geçmişten günümüze bir teknoloji yolculuğuna çıkarak başladığınız yolculuğunuzu öğrencilerinizin hayal güçlerine dayanarak ürettikleri yeni teknolojik icatlarla noktalayabilirsiniz.

ÜNİTE: KÜRESEL BAĞLANTILAR

Ülkeler

Öğrencilerinize birer STEM Kâşifi Pasaportu hazırlayabilirsiniz. Hayali olarak gidecekleri ülke hakkında gerekli bilgileri öğrenenler vize alma hakkını elde edebilirler. Ardından ziyaret ettikleri ülkelerdeki ünlü yapıların ya da icatların birer modelini yapabilirler.

Daha fazla örnek ders planı için:

<http://www.scientix.eu/resources>

<https://www.teachengineering.org/> sayfalarını ziyaret edebilirsiniz.

15.3. Hayat Bilgisi dersinde STEM çalışmaları

Bu bölümde, sosyal bilimlerin içinde barındırdığı disiplinlerin bilgi ve kazanımlarını öğrencilere aktarmamızın ilk basamağı olan hayat bilgisi ile STEM çalışmalarından bahsedeceğiz.

Hayat bilgisi, ilkökul 1., 2. ve 3. sınıf kademelerinde verilen bir derstir. Dersin amaç ve kazanımları öğretim programlarında şu şekilde anlatılmaktadır;

“Hayat Bilgisi Dersi Öğretim Programı, 1739 sayılı Milli Eğitim Temel Kanunu’nda; programın asıl amacı, temel yaşam becerilerine sahip, kendini tanıyan, sağlıklı ve güvenli bir yaşam süren, yaşadığı toplumun değerlerini özümseyen, doğaya ve çevreye duyarlı, araştıran, üreten ve ülkesini seven bireyler yetiştirmektir (s.5).”

Bu kazanımlar ise STEM problemlerine temel teşkil etmektedir. “İlkokulda verilen Hayat Bilgisi dersi ile öğrenci kendisini gerçek yaşama hazırlamakta, hayatını programlayabilmekte ve karşılaştıkları problemlere çözüm getirebilmektedir” (Gündoğan ve Gültekin, 2018, s.233-247). 21. yüzyıl becerileri ile günlük hayat problemlerini anlamak ve çözmek için; hayat bilgisi dersi STEM için temel yapı taşı olmalıdır.

Bir araştırmada ülkemizde yapılan STEM faaliyetlerinin sadece %50’sinin günlük hayat problemlerine odaklandığı görülmektedir. Bu durumun sebebi olarak ise, STEM’de yer

alan dört disipline vurgu yapılması ve ortaya ürün koymanın aşırı vurgulanması ifade edilmektedir (Aydın-Günbatır ve Tabar, 2019). Bu sonuç gösteriyor ki STEM etkinlikleri, yalnızca bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini içerdiği zaman bir eksiklik ortaya çıkmaktadır. Sorunların günlük hayat problemlerine odaklanması için diğer disiplinlerin de STEM faaliyetlerine dahil olması gerekmektedir. ABD’de yayınlanan Innovate: A Blueprint for STEM Education raporunda (2014) da “STEM eğitimi, disiplinler arası ve uygulamalı bir yaklaşımla bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik olmak üzere dört özel disiplini içerir. Ancak STEM bundan çok daha fazlasıdır ve en iyi dört disiplini aşan nitelikleriyle görülür. STEM, öğrencilere eleştirel düşünme, sorgulama, problem çözme, iş birliği ve mühendislikte genellikle tasarım düşüncesi olarak adlandırılan şeylerle meşgul olmayı öğretir ve eğitir.” vurgulanmaktadır. “Bireyin; problem çözebilme, öğretim sürecinin kazanımlarını günlük yaşama transfer edebilme, analitik düşünebilme, yaşadığı topluma ve dünyaya kolaylıkla uyum sağlayabilme, bilinçli tüketici ve özellikle üretici olabilme ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirebilme becerileri oluşturmada hayat bilgisi dersinin önemli bir rol oynadığı söylenilmektedir” (Yılmaz ve Göçen, 2019, s.76-86).

15.3.1. Hayat Bilgisi dersinde STEM alanında STEM çalışmalarının önemi

İlkokul 3. sınıfa kadar hayat bilgisi dersi mevcutken, daha sonra bu ders sosyal bilgiler ve fen bilimleri alanlarına aktarılır. Bir kaynakta “Hayat Bilgisi, Sosyal Bilimler ile Fen Bilimleri dersine temel teşkil etmesi açısından da önemli görülebilmektedir. Hayat Bilgisi dersi Fen ve Sosyal bilimler dersine temel oluşturmaktadır” denilmektedir (Karbeyaz ve Kurt, 2020, s.79-93). O halde hayat bilgisi dersine verilmesi gereken önem çok büyüktür. Öğrencilerin yaşadığı toplumu benimseyerek yaptıkları her etkinlik amacına hizmet etmiş olacaktır. Öğrencilerle; Okulumuzda Hayat, Evimizde Hayat, Sağlıklı Hayat, Güvenli Hayat, Ülkemizde Hayat ve Doğada Hayat temalarında STEM çerçevesinde birçok aktivite yaparak ileriki yaşlarda bu faaliyetlere karşı olumlu tutumlar gerçekleştirmeleri sağlanabilir. Günlük hayat bilgilerinin tam anlamıyla öğrenememiş bir birey sorunları anlayamaz ve bunlara alternatif çözümler geliştiremez. Aslında yaklaşımın mantığında çeşitli disiplinleri bir arada kullanmak ve bu sayede multidisipliner çalışmak yatar. Bu konuda hayat bilgisi, kolaylıkla teknoloji, bilim, mühendislik ve matematik disiplinleriyle kullanılabilir ve adında geçen bilim olma durumunu ise tamamlayabilir.

15.3.2. Hayat Bilgisi dersinde yapılan örnek STEM aktiviteleri

İlkokullarda yapılabilecek STEM aktivitelerinin temelinde hayat bilgisi kazanımları olmaktadır. Aşağıda verilen örnekler üzerinde hazırlanacak planlar ile hayat bilgisi dersinde yapılacak aktiviteler multidisipliner bir şekilde gerçek hayat problemleri üzerinde çalışmak için idealdir;

- Bulunduğu bölgenin atık sorununa karşı alternatif çözümler üretebilir ve kaynakların israfının önüne geçerek çevreye karşı duyarlılığını artırabilir,

- Çevresini gözlemleyerek atık sınıflaması yapabilir ve yaptığı analizle ilgili çalışmalar yapabilir,
- Atık maddelerle kullanışlı malzemeler üretebilir, çevresindeki hayvanlar için korunaklı alanlar oluşturabilir,
- Atık maddeleri kullanarak çeşitli eğitsel oyunlar tasarlayabilir,
- Okul binalarını daha etkili hale getirmek için fikirler üretebilir ve bunları gerçekleştirebilir,
- Okulda yeşil alanlar oluşturmak için bitki yetiştiriciliği yapabilir ve bunun için korunaklı alanlar oluşturabilir,
- Okul çevresinin haritasını çıkarabilir ve bunu üç boyutlu hale getirerek ders materyali olarak kullanabilir,
- Kaynakları israf etmemek için çözümler üretebilir ve çevresine aktarmak için öncülük yapabilir,
- Okulda ortaya çıkabilen kazaları belirleyerek bu kazaların sebepleri üzerinde çalışarak çözümler geliştirebilir,
- Okul civarındaki trafik sorunlarını listeleterek bunlara çözümler üretebilir,
- Çevresinde veya ülkesinde gerçekleşen doğal afetlerle ilgili sebep-sonuç analizi yaparak afetleri önlemek için çözümler üretebilir.

Bakıldığı zaman Hayat Bilgisi temaları, günlük hayat sorunlarını anlama ve anlamlandırabilme adına kullanabileceğimiz büyük bir kaynak deposudur. Yapılacak aktivitelerle yeni kuşağın edinmesi gereken birçok beceri de kazandırılmış olacaktır. Tüketen değil üreten bir nesil için STEM yaklaşımının anlamını bulmuş olacaktır.

Ek 15.2'deki ders planı ilkokul 1., 2., 3.sınıf kademelerine uyarlanarak çeşitlendirilebilir. Plan; ilkokul müfredatında bulunan Türkçe, Görsel Sanatlar, Matematik, Serbest Etkinlik gibi derslerin kazanımlarını da içerir.

Bunların dışında STEM etkinlikleri için zengin bir kaynak olan Scientix Portalı'nda ise hayat bilgisi dersinde uygulanabilecek birçok aktivite örneği yer almaktadır. Örneğin;

1. İçecek fabrikası isimli <https://www.stem4math.eu/beverage-factory> kaynağındaki etkinlik ile öğrencilere çözülmesi gereken gerçek bir hayat problemi sunulur. Okulda kurulan bir market ile sağlıklı içecekler yaparak bunları hayır amaçlı satması sağlanabilir. Bu süreçte öğrenci sağlıklı ve sağlıksız kavramlarını içselleştirir, duyu

organlarını kullanır, sıvı ölçme için doğru araç ve gereçleri seçebilir, hesaplamalar yapabilir ve girişimcilik, eleştirel düşünme, iş birliği yapma gibi beceriler kazanır.

2. Kuş Evi isimli <https://www.stem4math.eu/bird-house> kaynağındaki etkinlik ile çevresindeki canlıları tanır, her canlının bir yuvası olduğunu anlar ve canlılar için en uygun ortamı belirler. Bu süreçlerde çeşitli disiplinlerle ortak çalışarak STEM yaklaşımı uygulanır. Buradaki etkinlikten anlaşılacağı gibi gerçek hayat problemi için Hayat Bilgisi dersi büyük bir kaynaktır.
3. Dayanışma Yarışmamız isimli <https://www.stem4math.eu/our-solidarity-race> kaynağındaki etkinlik ile öğrencilere, öğrencilerin katılabileceği bir dayanışma yarışı tasarlama, organize etme ve yürütme görevi verilebilir. Sağlıklı alışkanlıklar; beslenme, dengeli beslenme ve spor aktivitesinin faydaları, atıkların kontrolü ve işlenmesi, geri dönüşüm gibi kazanımlara ulaşılabilir.

15.4. Sonuçlar

Bölümün sonunda bahsedilmek istenen önemli nokta, Hayat Bilgisi ve Sosyal Bilimlerin eğitim faaliyetleri içindeki önemli rolüdür. Çünkü eğitimin temel amacı; bireyin, çevresini ve kendini tanıyarak, toplumla ilişkiler geliştirerek, sorumluluklarının bilincinde, iyi bir insan olarak yetiştirilmesidir (Öztürk, 2006; Binbaşıoğlu, 2003); bakıldığı zaman bu amaçlara hizmet eden temelde iki disiplin vardır, bunlar Hayat Bilgisi ve Sosyal Bilimlerdir (Kop & Tuncel, 2010). STEM Eğitimi; Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarını odak noktası olarak ilerlese de hiçbir alan sosyal bilimlerden bağımsız olarak düşünülemez. Sosyal bilgiler çocuğun toplumsal kişilik kazanmasını sağlamak amaçlı; tarih, coğrafya, sosyoloji, psikoloji, felsefe, siyaset bilimi ve hukuk gibi sosyal bilimleri ve vatandaşlık bilgisi konularını içine alan; geçmiş, bugün ve gelecek kavramının incelendiği, Hayat Bilgisi dersinin (1., 2. ve 3. sınıfların) devamı niteliğinde olan bir ilköğretim dersidir (MEB, 2005, s.51). Bu konuda, ileride sosyal bilimlerin temeli olacak bilgi ve becerileri kazandıran hayat bilgisi ve sosyal bilgiler öğreticilerine büyük görevler düşmektedir. Bu dersler STEM eğitiminin ayrılmaz bir parçası olarak görülmeli ve mutlaka bu sisteme dahil edilmelidir.

15.5. Kaynaklar

Akaydın, B. B. ve Kaya, S. (2015). Türkiye’de ilköğretim hayat bilgisi ve sosyal bilgiler alanında yapılan ve ulusal indeksli dergilerde yayınlanan araştırmalara yönelik bir inceleme. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(30), 251-264.

Akınoğlu, O. (2002). *Hayat bilgisi öğretimi*. C. Öztürk ve D. Dilek (Eds.), Hayat bilgisi ve sosyal bilgiler öğretimi içinde (s. 1-13). Ankara: Pegem A Yayıncılık

Altun, A. ve Çakmak, E. (2013). İlköğretim Hayat Bilgisi Dersi Öğretim Programında Medya Okuryazarlığı Eğitimi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 237-254.

Aydın-Günbatır, S. ve Tabar, V./ Türkiye’de Gerçekleştirilen STEM Araştırmalarının İçerik Analizi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi (YYU Journal of Education Faculty)*, 2019.

Aydın-Gunbatır, S. (2018). Designing a process to prevent apple’s browning: A STEM activity. *Journal of Inquiry Based Activities*, 8(2), 99-110.

Binbaşıoğlu, C. (2003). *Hayat Bilgisi Öğretimi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Dönmez, C. (2003). *Sosyal Bilimler ve Sosyal Bilgiler, Sosyal Bilgiler Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu*. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara.

Gardner, W., Demirtaş, A. ve Doğanay, A. (1997). *Sosyal Bilimler Öğretimi*, YÖK, Ankara.

Gonzalez, B. H., & Kuenzi J. J. (2012). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer, <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf>

Gündoğan, A. ve Gültekin, M. (2018). İlkokul 3. sınıf Öğrencilerinin Hayat Bilgisi Dersi “Okul Heyecanım” temasındaki kavramlara ilişkin bilişsel yapıları. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(65), 233-247

Güneş, T. ve Demir, S. (2007). İlköğretim Müfredatındaki Hayat Bilgisi Derslerinin, Öğrencileri Fen Öğrenmeye Hazırlamadaki Etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 169-180.

Innovate Californians Dedicated to Education Foundation. (2014). A blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education, <https://www.cde.ca.gov/pd/ca/sc/documents/innovate.pdf>

Karbeyaz, A. ve Kurt, M. (2020). Hayat Bilgisi Dersinde Okul Dışı Öğrenme Ortamlarının Kullanımına Yönelik Sınıf Öğretmenlerinin Görüşleri. *Uluslararası Sosyal Bilgilerde Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, 4(1), 79-93

Kaya, E. ve Ö, G. (2017). 100. Yaşındaki Sosyal Bilgiler Dersini Sosyalleşme ve Toplu Öğretim Ekseninde Yeniden Düşünmek. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(2).

Kop, Y. ve Tuncel, G. (2010). Türkiye’de Sosyal Bilgiler/Bilimler Öğretimi Alanlarında Bilimsel Toplantılarda Sunulan Bildiriler Üzerine Analitik Bir Çalışma (1987-2005). *Medeniyet Eğitim Araştırmaları Dergisi* 3(2), 76-86.

National Council for the Social Studies (NCSS). (2019). Social Studies: The Original STEM. <https://www.socialstudies.org/executive-directors-message/social-studies-original-stem>

Öztürk, C. (2006). *Sosyal Bilgiler Öğretim Programı: Kuramsal Temeller Yapısal Özellikler ve Planlama İçin Yol Haritası*. K. Kıroğlu (Ed.). İlköğretim Programları (1–5) Sınıflar. (s. 761–781). Ankara: Pegem A Yayıncılık.

SBDÖP. (2005). İlköğretim Sosyal Bilgiler Dersi (4-5. Sınıflar) Öğretim Programı, Taslak Basım, Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi.

Sönmez, V. (2005). *Hayat ve Sosyal Bilgiler Öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Şimşek, N. (2013). Hayat Bilgisinde Kişisel Nitelik (değer) Öğretimi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(1), 1325-1346.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). Hayat Bilgisi Dersi Öğretim Programı. (İlkokul 1, 2 ve 3. sınıflar). Ankara: Talim Terbiye Kurul Başkanlığı. <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=326>

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). Matematik Dersi Öğretim Programı. (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara: Talim Terbiye Kurul Başkanlığı. <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201813017165445-MATEMAT%C4%B0K%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI%202018v.pdf>

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2019). Türkçe Dersi Öğretim Programı. (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara: Talim Terbiye Kurul Başkanlığı. <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/20195716392253-02-T%C3%BCrk%C3%A7e%20%C3%96%C4%9Fretim%20Program%C4%B1%202019.pdf>

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). Görsel Sanatlar Dersi Öğretim Programı. (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara: Talim Terbiye Kurul Başkanlığı. <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=358>

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). Sosyal Bilgiler Dersi Öğretim Programı. (İlkokul ve Ortaokul 4, 5, 6 ve 7. Sınıflar). Ankara: Talim Terbiye Kurul Başkanlığı. <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812103847686-SOSYAL%20B%C4%B0LG%C4%B0LER%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI%20.pdf>

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. (t.y.).
[STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabı](#)

Yılmaz, F. ve Göçen, S. (2019). Hayat Bilgisi Öğretimine İlişkin Yapılan Araştırmalara Yönelik Bir İnceleme. *Medeniyet Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), s.76-86

Daha Fazla Bilgi için:

<http://acikerisim.erbakan.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12452/6809>

<http://astroedu.iau.org/en/activities/1605/day-and-night-world/>

<http://dx.doi.org/10.23891/efdyyu.2019.153>

<http://efdergi.yyu.edu.tr>

<http://mugla.meb.gov.tr/www/stem-temelli-etkinlik-kitaplari-yayimlandi/icerik/2963>

<http://ookgm.meb.gov.tr/www/okul-oncesi-ve-ilkokul-kazanım-merkezli-stem-uygulamaları-örnek-ders-planları-yayimlandi/icerik/1343>

<http://www.scientix.eu/resources>

<https://acikerisim.aku.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11630/3162/414198.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<https://acikerisim.uludag.edu.tr/handle/11452/15251>

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijssresearch/issue/51160/608627>

<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/116127>

<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/713069>

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/fmgtd/issue/60204/740788>

<https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=326>

<https://muglaarge.meb.gov.tr/projeler/stem/index.php>

<https://muglaarge.meb.gov.tr/projeler/stem/tumu/kaynaklar>

<https://www.autostem.info/the-balloon-car-2/>

<https://www.autostem.info/the-talking-elephant/>

<https://www.pegem.net/dosyalar/dokuman/6102016164308pdf.pdf>

<https://www.pbslearningmedia.org/collection/dsg-inventing-green-club-guide/>

<https://www.stem4math.eu/beverage-factory>

<https://www.stem4math.eu/bird-house>

<https://www.stem4math.eu/composting-box>

<https://www.stem4math.eu/our-solidarity-race>

<https://www.stem4math.eu/reuse-cooking-oils>

EKLER

Ek 15.1

DERS	Sosyal Bilgiler	Sınıf	4.sınıf	Süre	4 ders saati	Ünite	Üretimden tüketime
KONU	İSTEKLERİMİZ, İHTİYAÇLARIMIZ TÜKETİME EVET, İSRAFA HAYIR						../.. /20..
ÖĞRENCİ KAZANIMLARI							
<p>SB.4.5.1. İstek ve ihtiyaçlarını ayırt ederek ikisi arasında bilinçli seçimler yapar.</p> <p>SB.4.5.5. Çevresindeki kaynakları israf etmeden kullanır.</p>							

STEM YAKLAŞIMININ DERS İÇİ VE DİĞER DERSLERLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ					
Ders içi ilişkilendirme	Fen bilimleri	Matematik	Teknoloji	Mühendislik	21. Yüzyıl becerileri
<p>SB.4.3.3 Yaşadığı çevredeki doğal ve beşerî unsurları ayırt eder.</p> <p>SB.4.4.4. Çevresindeki ihtiyaçlardan yola çıkarak kendine özgü ürünler tasarlamaya yönelik fikirler geliştirir.</p>	<p>F.4.6.1.1. Kaynakların kullanımında tasarruflu davranmaya özen gösterir.</p>	<p>M.4.4.1.3. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır.</p> <p>M.4.4.1.4. Sütun grafiği, tablo ve diğer grafiklerle gösterilen bilgileri kullanarak günlük hayatla ilgili problemler çözer.</p>	<p>1. Entelektüel veya yaratıcı arayışlarda bilgi ve diğer kaynakları bulmak için etkili araştırma stratejileri planlar ve kullanır.</p> <p>2. Öğrenmelerini çeşitli şekillerde göstermek için teknolojiyi kullanır.</p> <p>3. Bilgi, medya, veri veya diğer kaynakların</p>	<p>1. Topladığı bilgileri kullanarak, yeni bir ürün tasarlar.</p>	<p>1. Beyin fırtınası gibi fikir üretme tekniklerini kullanır, yeni ve yararlı fikirler oluşturur.</p> <p>2. Farklı bakış açılarını analiz eder, değerlendirir.</p> <p>3. Günlük yaşam problemlerine yenilikçi çözümler üretir.</p> <p>4. Yazılı, sözsüz ve sözlü iletişim becerilerini kullanarak fikirlerini ifade eder.</p>

			doğruluğunu, bakış açısını, güvenilirliğini ve uygunluğunu değerlendirir.		5. İşbirlikçi çalışma için sorumluluk üstlenir.
--	--	--	---	--	---

ÜNİTE KAVRAMLARI ve SEMBOLLERİ	ÖĞRETİM YÖNTEM ve TEKNİKLERİ	ARAÇ ve GEREÇLER	GÜVENLİK ÖNLEMLERİ
İstek, ihtiyaç, kaynakların sınırlılığı, tasarruf, bilinçli tüketici.	STEM eğitimi yaklaşımı, problem tabanlı öğrenme, sorgulama tabanlı öğrenme.	Seçilen Zihin Haritalama çevrimiçi aracı <i>Kullanılacak araç gereçler, öğrencilerin ortaya koymak istedikleri ürüne göre değişiklik gösterecektir. Kolay bulunan, düşük maliyetli ürünler tercih edilir.</i>	Çevrimiçi araçlar kullanılırken e-güvenlik önlemleri alınmalıdır.

İhtiyaç ya da Problemi Tanımlayın
Su, tüm canlıların yaşaması için gerekli yaşam kaynağıdır. Her doğal kaynak gibi su da sınırsız değildir ve bir gün tükenebilir. Bunu önlemek için neler yapılabilir?
Bir İhtiyacı ya da Problemi Araştırın
<p>Öğrenciler her gün mutlaka kullandıkları maddelerin, ürünlerin, nesnelerin, araçların bir listesini yaparlar.</p> <p>Hangilerinin nitelikli bir yaşam için gerekli, hangilerinin olmasa da olur öğeler olduğunu belirlerler.</p> <p><i>Öğretmen istek ve ihtiyaç kavramlarını açıklar, aralarındaki farkı belirtir.</i></p> <p>Öğretmen, ihtiyaç sınıfına girmeyen öğelerin listelerden çıkarılmasını ister. “Bu öğelerden hangisi olmasaydı yaşamımız tehlikeye girerdi?” sorusunu yöneltir. <i>(Bu soru öğrencileri besin, elektrik, kâğıt gibi istenilen öğelere yönlendirecek şekilde değiştirilip genişletilebilir.)</i></p> <p><i>Öğrenciler geçmiş bilgilerinden yola çıkarak suyun tüm canlılar için en önemli yaşam kaynağı olduğunu hatırlayacaktır.</i></p> <p>Öğretmen, “Dünyada suyun tükendiğini düşünün. Neler yaşadık? Bunu önlemek için neler yapabiliriz?” sorularını yöneltir.</p> <p>Öğrenciler konu hakkında araştırma yaparak bir sonraki derse gelirler.</p>

Olası Çözümleri Geliştirin

zihin
aracı



Beyin fırtınası tekniğini kullanarak, öğrenciler yaptıkları araştırmalardan edindikleri bilgileri sınıfla paylaşır, tartışır.

Ardından su tasarrufu yapmalarını sağlayacak bir ürün fikri ortaya koymaya çalışır.

Ortaya çıkan fikirler seçilen haritası aracında paylaşılır.

Örnek resimde mindmeister kullanılmıştır.

En Olası Çözümü Seçin

Beyin fırtınası sürecinde ortaya atılan fikirler yine öğrenciler tarafından değerlendirilerek, en uygun olan fikir/fikirler seçilir, ortak ürün üzerinde anlaşılan öğrenciler gruplara ayrılır ve yeni ürünün tasarlanma aşamasına geçilir.

Bir Prototip Oluşturun

Tasarım aşamasına geçilmeden önce grup üyeleri tarafından tasarımın bir planı oluşturulur. Gruptaki görev dağılımı, tasarım süreci planda ayrıntılarıyla anlatılır. Ürünün prototipi çizilir.

Öğrenci grupları için gereken malzemeler hazırlanır.

Tasarımın yapım aşamasına geçilir.

Bu bölümde tasarlanacak yeni ürün, öğrencilerin beyin fırtınası bölümünde seçecekleri ürün fikrine göre değişecektir. Örnek olması açısından öğrencilerin yağmur suyunu biriktirmek için bir ürün tasarlamak istedikleri düşünülebilir.

Çözümleri Test Edin ve Değerlendirin

Her öğrenci grubu, tasarladığı ürünü test eder. Tablolar oluşturarak olumlu ve olumsuz yönlerini tespit eder, belirtir ve ürününde değişikliğe gidebilir.

Çözümleri Paylaşın

Her grup, ürününü diğer gruplarla ve öğretmeni ile paylaşır. Yine yapılan eleştirilerden yola çıkarak ürününde değişikliğe gidebilir.

Öğretmen Değerlendirmesi

Tasarım öncesi öğrencilerin araştırma yaparken izledikleri yol, yararlandıkları çevrimiçi platformların güvenilirliğine verdikleri önem, topladıkları bilgileri derleme şekilleri; beyin fırtınası sırasında öğrencilerin tartışmaya katılımları, ortaya atılan fikirlerin özgünlüğü, fikirlerin çevrimiçi araçlardan yararlanılarak paylaşılması; grup çalışmaları sırasında öğrencilerin grup içindeki sorumluluk alma, iş birliği yapma becerileri öğretmen tarafından değerlendirilir.

Ortaya çıkan ürünler değerlendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilir.

Değerlendirme Ölçeği

	Geliştirilmeli	Orta	İyi	Çok İyi
İhtiyaç ya da Problemi Tanımlama				
Bir İhtiyacı ya da Problemi Araştırma				
Olası Çözümleri Geliştirme				
En Olası Çözümü Seçme				
Bir Prototip Oluşturma				
Çözümleri Test Etme ve Değerlendirme				
Çözümleri Paylaşma				

Ek 15.2

DERS	Hayat Bilgisi	SINIF	1. Sınıf	SÜRE	1 Hafta	ÜNİTE	Doğada Hayat
KONU	ÇÖP MÜZESİ-1						.../.../....

ÖĞRENCİ KAZANIMLARI

Bu alana ilgili derse ait belirlenmiş ders kazanımları yazılmalıdır. Bu kazanımlar Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanmış olan kazanımları kapsar.

- HB.1.6.4. Doğayı ve çevresini temiz tutma konusunda duyarlı olur.
HB.1.6.5. Geri dönüşümü yapılabilecek maddeleri ayırt eder.

STEM YAKLAŞIMININ DERS İÇİ VE DİĞER DERSLERLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ

Bu alanda yer alan kazanımlar belirlenmiş alt başlıklar halinde yazılmalıdır. Teknoloji, mühendislik ve 21. yüzyıl kazanımları/ becerileri etkinliğe uygun şekilde seçilmelidir.

Ders içi ilişkilendirme	Matematik- fen bilimleri	Teknoloji	Mühendislik-görsel sanatlar	21. Yüzyıl becerileri
HB.1.1.15. Kullanacağı ders araç ve gereçlerini seçer. Kullanacağı ders araç ve gereçlerinin doğru ve güvenli taşınması gerektiği üzerinde de durulur. HB.1.4.6. Teknolojik araç ve gereçleri güvenli bir şekilde kullanır.	1.Günlük hayattan basit cisimler kullanarak farklı yapılar oluşturulur. 2.Veritoplama ve Değerlendirme- Terimler veya kavramlar: tablo, veri. 3.Yaşadığı çevrenin temizliğinde aktif görev alır. 4.Doğal çevreyi korumak için araştırma yaparak çözümler önerir.	1.Farklı problemlerin çözümünü için mantıksal sorgulama yapar. 2.Teknolojik araçlarla yapılabilecek işlemleri listeler. 3. Teknolojiyi kullanırken sorumluluk alması gerektiğini anlar. 4.Teknoloji aracılığıyla iletişim kurabileceğini fark eder.	1.Topladığı bilgileri kullanarak yeni bir ürün tasarlar. 2.Bir proje için ihtiyaç duyulan temel süreçleri açıklar. (tasarım ve prototip geliştirilmesi dahil) 3.Görsel sanat çalışmalarında farklı materyal, malzeme, gereç ve teknikleri kullanır. 4. Yapay objelerle doğal objeleri ayırt eder.	1.Araştırma 2.Bilgi ve İletişim Teknolojilerini Kullanma 3.Doğayı Koruma 4.İş Birliği 5.Karar Verme 6.Sorun Çözme 7.Sosyal Katılım 8.Zaman Yönetimi

Ünite kavramları ve sembolleri	Öğretim yöntem ve teknikleri	Araç ve gereçler	Güvenlik önlemleri
Doğa ve Çevre, Geri dönüşüm, Çöp Ayırıştırma	STEM Eğitim Yaklaşımı, Probleme Dayalı Öğrenme, Sorgulamaya Dayalı Öğrenme	Çevre gezisi sırasında bulunduğu maddeler, evden getirdiği atık maddeler, atık kağıtlar vb. Padlet iş birlikçi aracı Google Forms	Çevre gezisi sırasında maddeleri toplarken hijyen kurallarına dikkat etmek için eldiven ve maske, (Öğretmen diğer güvenlik önlemlerini o an belirleyebilir.)

İhtiyaç ya da Sorunu Tanımlayın

1. Öğrencilerle sınıf ortamında çöp kavramı üzerinden tartışma başlatılacak. Fikirlerini yüzyüze eğitimde deftere veya uzaktan eğitimde Padlet aracına yazmaları sağlanacak. Yazılmış diğer fikirleri okuyarak alternatif cevaplar geliştirmeleri sağlanacak. Bu noktada en önemli kazanım öğrencinin fikirlerini rahatça ifade edebilmesi ve çöp hakkında neler bildiğini görmek olacaktır.
2. Öğrencilerle bahçede gezilir. Çevrede buldukları çeşitli maddeleri sınıf ortamına getirmeleri istenir. Öğrencilere çevrede buldukları çöp veya atık diye nitelendirdikleri maddeleri sınıf ortamına getirmeleri istenir (Bunlar taş, tüy, kâğıt, karton, ambalaj atığı, ağaç dalı vs. olabilir).
(Bu noktada hijyenik-titiz çalışması sağlanır. Bir bilim insanı gibi koruyucu ekipman kullanması sağlanır. Özellikle eldiven ve maskenin bu durumlarda kullanılması gerektiğine dikkat çekilir.)
3. **“Neden çöp, neden çöp değil?”** tarzı sorular sorularak beyin fırtınası yapılır.
4. Bireysel veya grup çalışması ile bulunan tüm ürünlerin kategorize edilmesi sağlanır. (Yapay ve doğal ifadelerini kullanmaları için yönlendirici sorular sorulur.)

Bir İhtiyacı ya da Problemi Araştırın

Bu etkinliğin ardından yapay ve doğal maddeleri ayırabilecek durumda olan öğrencilere “Bu maddelerle neler yapılabilir?” sorusu yöneltilir. Bu konuda araştırma yapmaları ve araştırma sonuçlarını paylaşmaları sağlanır.

Geri dönüşüm ve sıfır atık kavramları üzerinde durulur. Ayırttıkları ürünleri nasıl dönüştürebildikleri üzerine tartışma yaparlar.

Çalışmaların neticesinde ürünlerle birlikte afiş, video, resim, fotoğraf gibi materyaller sunmaları sağlanır. Bilgi kartları hazırlayarak buldukları maddeler hakkında ilgi çekici bilgiler yazmaları sağlanır.

Plastik, metal, cam ve kâğıt atıkların doğada kaybolma sürelerinin uzunluğunu fark eder. Bu maddelerle kullanışlı materyaller tasarlamaları için düşünmeleri sağlanır.

“Ne yapılırsa yere çöp atmaktan vazgeçeriz?”, **“Çöp azaltmak için neler yapılabilir?”** soruları ile beyin fırtınası yaptırılır.

Olası Çözümleri Geliştirin ve En Olası Çözümü Seçin
<p>Atık kağıtları kullanarak kâğıt hamuru yapabilir, ardından bu hamurdan kâğıt üretebilir ve kâğıdı gözlem defterine dönüştürebilir.</p> <p>Plastik atıklarla kuş yemliği tasarlayabilir.</p> <p>Karton kutularla kedi-köpek evi tasarlayabilir.</p> <p>Konserve kutularıyla çiçek saksısı yapabilir.</p> <p>Rulo kartonlarla veya şampuan kutularıyla kalemlik yapabilir.</p> <p>Rüzgâr çanı yapabilir.</p> <p>Bu alanda öğrencileri özgür bırakarak fikir çeşitliliğini göstermek amaçtır.</p>
Ürünleri Paylaşın
<p>Buldukları ve tasarladıkları tüm materyalleri okul ortamında müze düzeyinde sergilemeleri istenir. (Bu müze, çevresini bilinçlendirmek için öğrencinin sorumluluk alması ve duyarlılığını artırmak üzerine yapılacaktır.)</p> <p>Hazırladıkları bilgi kartlarını veya Padlet’te topladıkları bilgileri müzeye gelen kişilere sunmaları sağlanır.</p>
Ürününü Değerlendir ve Daha İyisini Düşün
<p>Ortaya çıkan tüm geri dönüştürülmüş materyaller gruplar arasında incelenir ve değerlendirilir. Kendi tasarımını arkadaşlarının yaptığı tasarımlarla karşılaştırır. Kullanılabilirlik durumlarını test etmesi istenir ve eksik bir nokta olduğunu fark ederse geliştirmesi için olumlu dönütler verilir.</p>
Öğretmen Değerlendirmesi
<p>Geri dönüşümün ve sıfır atığın önemine vurgu yapılır. Öğrencilere Süreç Değerlendirme Formu uygulanarak ortaya çıkan ürünlerin değerlendirilmesi yapılır.</p>

Süreç Değerlendirme Formu			
	Geliştirilmeli	İyi	Çok İyi
İhtiyaç ya da Sorunu Tanımlama			
Bir İhtiyacı ya da Problemi Araştırma			
Olası Çözümleri Geliştirme ve En Olası Çözümü Seçme			
Ürünü Paylaşma			
Ürününü Değerlendirme ve Daha İyisini Düşünme			

BÖLÜM 16: YABANCI DİLLER EĞİTİMİNDE STEM ÇALIŞMALARI

Özlem BENLİGİL & Sıddıka Nur ERGÜN

Bölüm Özeti: STEM, günümüz toplumunda değişen ve dönüşen yaşam standartlarına ayak uydurabilmek adına teknolojik gelişmeleri takip ederek öğrencileri küçük yaşlardan itibaren 21. yüzyıl becerileri ile tanıştırma fırsatı sunan yaklaşımlardan bir tanesidir. Son yıllarda en çok araştırılan ve uygulanan STEM, disiplinler arası uygulamalara yer vermesi, hayatın içinde var olan gerçek konu ve problemler üzerinde durması sebebiyle öğrencileri problemi fark eden, çözüm yollarını keşfeden ve üreten bireyler olmaya teşvik etmektedir. Okullarda ele alınan müfredatların her birinde uygulanabileceği gibi, İngilizce derslerinde de hazırlanan ders planları ve etkinlikler ile etkili bir şekilde uygulanabilmektedir. Küçük yaş gruplarından itibaren STEM uygulamalarının İngilizce derslerine entegre edilmesi, öğrencilerin neden yabancı dil öğrenmeleri gerektiğini fark etmelerine ve dil becerileri için alt yapılarını oluşturmaya olanak sağlamaktadır. Yabancı Dillerde STEM Çalışmaları bölümünde; giriş, yabancı dillerde STEM alanında yapılan çalışmalar ve önemi, örnek STEM aktiviteleri, STEM ve Scientix Projeleri, Sonuçlar ve Kaynaklar başlıkları ele alınmaktadır. Giriş başlığında STEM uygulamaları; Stem Alanında Yapılan Çalışmalar ve Önemi başlığında, anasınıflarından itibaren yapılan çalışmalar ve bu çalışmaların neden küçük yaşlardan itibaren önemli olduğuna; Örnek STEM Aktiviteleri başlığında, anasınıflarından lise düzeyine kadar uygulanabilecek örnek STEM etkinliklerine; STEM ve Scientix Projeleri başlığında, Scientix ve STEM projelerinde yabancı dil entegrasyonuna; Sonuçlar başlığında, öğrenci ve öğretmenlerin edindiği kazanımlar ve becerilere; Kaynaklar başlığında yararlanılan alıntı ve kaynaklara yer verilmiştir.

16.1. Giriş

2023 Eğitim Vizyonunda ele alınan “yabancı dil eğitiminde yeterliklerin yükseltilmesi, yabancı dil eğitiminin, öğrenci merkezli bir yaklaşımla, öğrencilerin bilişsel düzeylerine uygun metotlar aracılığı ile ele alınması, disiplinler arası yaklaşım ile matematik, fen bilgisi, sosyal bilgiler ve görsel sanatlar gibi farklı derslerin, İngilizce dil eğitimine entegrasyonunun sağlanarak öğrencilerin yabancı dil kullanımlarını farklı alanlara aktarmaları, dijital becerilerin geliştirilmesi, hayat boyu öğrenme programına yönelik nitelik ve erişimin artırılması” ilkeleri, İngilizce derslerinde STEM çalışmalarına yer verilmesinin önemini ve gerekliliğini vurgulamaktadır (MEB, 2018). Çağa ayak uydurabilen ve “öğrenmeyi öğrenen” bireyler

yetiştirebilmek adına, günümüz eğitim sistemlerinde öğrencinin daha aktif olarak yer aldığı, araştırdığı, sorguladığı, neden-sonuç ilişkileri kurduğu bir öğrenme ortamı sunulmaktadır.

Dünya çapında yapılan yenilikleri, teknolojik değişimleri ve uygulamaları takip edebilmek adına, ana dil dışında yabancı bir dil öğrenmek ihtiyaç haline gelmiştir. Sadece yazılı kaynaklara bağlı kalmaksızın, dijital ortamda da İngilizce büyük oranda ortak dil olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda dünya dili olarak kabul edilen İngilizceyi öğrenmek her açıdan büyük bir öneme sahiptir. Ticarete, turizmde, medyada, ekonomide, sağlıkta, eğitimde ve daha birçok alanda İngilizce kullanılmaktadır. Bu sebeple, İngilizceyi küçük yaşlardan itibaren öğrenen öğrencilerin diğer alanlar ile bağlantı kurmaları ve çağı yakalayabilmeleri çok daha kolay olmaktadır. STEM uygulamaları, tüm bu kazanımları bünyesinde barındıran, disiplinler arası çalışmalara, teknoloji kullanımına ve dil gelişimine katkı sağlayan ortak paydadır. 2018 yılından itibaren STEM uygulamaları Türkiye’de öğretim programlarına entegre edilmeye başlanmıştır. Ülkemizde İngilizce dersleri ilkökul 2. sınıftan itibaren müfredatta yer almaktadır. Öğrencilere bir dili kazandırabilmenin en etkili yolu, onları öğrendikleri dile mümkün olduğunca çeşitli şekillerde maruz bırakarak dili edinebilmelerini sağlamaktır. Öğrencilerin İngilizceyi bir ders olarak görmekten öte bir gereklilik olduğunu fark etmeleri ve öğrenme sürecini içselleştirebilmeleri adına STEM uygulamaları önemli bir yaklaşımdır. Bunu gerçekleştirirken, sadece sınıf ortamında sunulan materyallere bağlı kalmaksızın, çevrimiçi araçların da derslere entegre edilmesi ile hem öğrencilerin dil becerilerini geliştirmelerine hem de proje tabanlı öğrenme modelinin uygulanabilmesine olanak sağlanmaktadır.

16.2. Yabancı Dillerde STEM Alanında Yapılan Çalışmalar

Mevcut fen ve matematik eğitimini geliştirmek için STEM eğitime ihtiyaç duyulduğu, çeşitli akademik makalelerde, programlarda ve araştırmalarda açıkça belirtilmektedir. Aynı zamanda, ulusumuzun dünyanın küresel liderlerinden biri olarak gelişmeye devam etmesi için yabancı dil eğitimi gereklidir. Bu iki gerekliliği bir araya getirmek, ilgili konu alanlarının standartlarına ve ayrıca STEM eğitiminin güncel örneklerine, yabancı dil eğitimi programına, öğretimine ve yöntemlerine dikkat etmeyi gerektirir. STEM ve dil öğrenimini birleştirmenin merkezinde, çeşitli öğretim yaklaşımlarını destekleyen öğretim pedagojileri ve teorileri vardır. STEM'in yabancı dil sınıfına ve destekledikleri pedagojilere entegrasyonu için, içerik temelli öğretim (CBI), görev temelli öğretim (TBI), probleme dayalı öğrenme (PBL) ve sorgulamaya dayalı öğretime (IBI) odaklanmalıdır. Bu yaklaşımları destekleyen STEM ve yabancı dil eğitimi entegre eden ders planları bu bölümde incelenecektir.

16.2.1. Yabancı Dillerde STEM Çalışmalarının Önemi

Küçük yaş grubundaki öğrencilerin dil öğrenmelerinin beyin gelişimini önemli ölçüde geliştirdiği bilinmektedir. Yapararak yaşayarak öğrenme modeli ile disiplinler arası öğretimin

derslere entegre edilmesi, öğrencilerin hem farklı derslerdeki kelimeleri öğrenmesine hem de konuşma, dinleme, okuma ve yazma gibi dil becerilerini kullanabilmesine olanak sağlamaktadır. İngilizcenin, okul müfredatında yer alan her derse entegre edilerek kazanımlarının disiplinler arası bir boyuta taşınması aynı zamanda küçük yaş grubundaki öğrencilerin bütüncül bir öğrenme ortamında aktif olmasına zemin hazırlamaktadır.

2023 Eğitim Vizyonunun en temel amacı “Çağın ve geleceğin becerileriyle donanmış ve bu donanımı insanlık hayrına sarf edebilen, bilime sevdalı, kültüre meraklı ve duyarlı, nitelikli, ahlaklı bireyler” yetiştirmektir. Küçük yaşlardan itibaren STEM eğitimleri ile yetiştirilen öğrencilerin, Vizyon 2023’te belirtilen temel amacı gerçekleştirebilmeleri en önemli kazanımlardan bir tanesidir.

STEM eğitimi; bilim, teknoloji, eğitim ve matematik olmak üzere dört alanı birleştirerek öğrencilerin gerçek problemler ve uygulamalı deneyimler yoluyla bilim ve matematik kavramlarını daha derinden anlamalarını sağlamak için öğrenmeye yönelik bütünleştirici bir yaklaşım oluştururken, yabancı dil eğitimi de bir milletin 21. yüzyılda küresel olarak rekabet edebilecek kalifiye insan gücü yetiştirmede başarılı olması için gerekli görülmektedir.

Ayrıca, müfredatı ilgi çekici STEAM etkinlikleri ve projeleriyle geliştirmek öğrencilere, eleştirel düşünme becerilerini artırma, yaparak, yaşayarak öğrenme, gerçek hayat problemlerine çözümler üretebilme deneyimleri vermek gibi çeşitli faydalar sağlar. STEAM’i İngilizce derslerine entegre etmek, motivasyonu düşük öğrencileri fen, matematik, teknoloji, mühendislik ve sanat yoluyla İngilizce kavramları öğrenmeye daha istekli hale getirebilir.

16.2.2. Yabancı Dillerde STEM Alanında Yapılan Örnek Stem Aktiviteleri

Dil, anlama ve anlatmayı temel alan dört beceriden (dinleme, konuşma, okuma ve yazma) oluşmaktadır. Temel Eğitim ve Ortaöğretim Kurumları İngilizce Dersi Öğretim Programı hazırlanırken de bu dil becerileri temel alınmıştır.

16.2.2.1. Bilgilendirici Okuma

Yabancı dil öğrenme sürecinde okuma becerisinin geliştirilmesi önemlidir. Okuma becerisinin geliştirilmesi, öğrencilerin farklı kültürleri tanıyabilmeleri, iletişim teknolojilerini etkin olarak kullanarak dünyadaki gelişmeleri yakından takip edebilmeleri, araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgileri tüm yaşamları boyunca etkin olarak kullanabilmelerine olanak tanır (MEB, 2011, s. 9).

Etkinliklerin seçimi ve uygulanmasında okuma öncesi, okuma sırası ve okuma sonrasında farklı tür etkinliklere yer verilmesi ve her üç aşamada da etkinliklerin dengeli bir dağılımının yapılması gerekmektedir. Okuma öncesindeki etkinlikler ile konuya hazırlanan ön bilgilerini harekete geçiren öğrenci, okuma süresince gerçekleştirdiği etkinlikler ile konuya

ayrıntılı olarak bakabilecek, kavrama, karşılaştırma, yorumlama, sentez ve değerlendirme yoluyla bilginin üreticisi konumuna geçecektir. Okuma sonrası etkinlikler ise öğrencinin kazanımlarını diğer öğrenme alanlarında ve metinle ilişkili farklı konular çerçevesinde uygulayabileceği bir açılım sağlamalıdır (MEB, 2011, s. 10).

Bilim, mühendislik ve matematik karmaşıktır. İngilizce derslerinde öğrencilerin sadece karmaşık akademik dili ve kelimeleri değil, aynı zamanda karmaşık içeriği ve prosedürleri de anlamaları gerekir. Bununla birlikte, öğretmenlerin öğrencilerin bilim, mühendislik ve matematik bilgilerini arttırmaya yardımcı olmak için kullanabileceği birkaç teknik vardır. İngilizce dersi kazanımları arasında “bilgilendirici metinleri ve betimlemeleri anlama” her sınıf düzeyinde mevcuttur.

Dolayısıyla İngilizce dersleri, öğrencilerin analiz, anlama ve sorgulama gibi becerileri geliştirebilmeleri için STEAM temalı kurgusal olmayan konuları dahil etmek için önemli bir fırsattır. Öğrencilerin bu içerik alanlarındaki konuları entegre eden makaleler okumaları sağlanabilir. Okullar, öğretmenleri ve öğrencileri destekleyen çeşitli web sitelerinde bilimler, mühendislik ve matematikle ilgili konular da dahil olmak üzere çeşitli konularda öğrencilerle çeşitli okuma seviyelerinde kısa makaleler sunar.

16.2.2.2. İçerik Temelli Öğretim Yöntemi (Content-Based Instruction; CBI)

Kullanıldığı etkinliklerde ve yöntemlerde dil edinimi ile yakından ilgilidir. CBI, içerikler aracılığıyla dilin öğrenilmesidir. Yöntem, öğretime konu olan yabancı dilin akademik yönü ile becerilerin eşzamanlı öğretiminin belirli bir içerik çerçevesi içinde yapılmasını planlar. Büyük ölçüde hedef dilin konu içeriğini, iletişimin anlık bir nesnesi olarak değil, öğrenilmesi gereken bir araç olarak görür (Doğan, 2012). STEAM konuları ile ilgili makaleleri okumalarını sağlayarak öğrencilerin İngilizce okuryazarlık becerilerini, okuduğunu anlama becerilerini geliştirirken bir yandan da fen, bilim, mühendislik konularında hazırbulunuşluğa sahip olurlar.

CBI, gramer ve dil yapılarını ihmal etmez. CBI, kullanılan metin bağlamında yapıları ve kelimeleri öğrenmeye odaklanır. Örneğin, bilgisayar parçalarını toparlamak için veya bir deney kurmak için talimatları okuyabilirler. Bu metin “to connect” veya “to plug in” gibi fiiller içerebilir. Fiilin emir kipi incelenir; “Connect the cord to the base.” Bu eğitici bilgi metinleri bazı fiillerin emir kipi biçimlerini içermelidir. Bu yapıların metinde vurgulanması ve daha sonra yeniden üretilmesi, öğrencilerin dili maksimum düzeyde kullanarak belirli yapıları ve kelimeleri edinmelerine yardımcı olacaktır. Metin, öğrencilerin dil yeterlilik düzeyine göre değiştirilebilir; ancak yapılar ve sözcükler metin içinde özgün bir şekilde kullanılmalı ve bağlam içinde işlenmelidir.

16.2.2.3. Argümanları belirleme ve değerlendirme

İngilizce Dersi Öğretim Programlarında, yabancı dil programlarının uygulanmasında öğrenme-öğretme süreçlerini başarılı kılma amacıyla kullanılması gereken öğretim yöntem ve teknikleri sıralanmıştır. Bu yöntemler;

- **Anlatma yöntemi:** Öğretmen merkezlidir. Öğretimde sözlü anlatıma önem verildiği için anlatmayı gerektiren derslerde “yorumlayıcı”, “açıklayıcı” ve “belirtici” özellikleriyle olumlu olarak kullanılır. Küçük grup çalışmalarında anlatılanların tartışması yaptırılabilir.
- **Tartışma yöntemi:** Öğretmen-öğrenci etkileşimi görülür. Öğrenciler konuyla ilgili düşüncelerini söyleyerek yorum yapabilir. Konu önce küçük gruplar içinde, sonra sınıfta topluca tartışılır. Tartışmadan çıkan sonuç özetlenir.
- **Örnek olay yöntemi:** Öğrenci merkezlidir. Sınıfa bir örnek olay getirilmelidir. Bu örnek olayda bir sorun bulunmalıdır. Olay; hedefler, ilişkiler ve değerler bakımından değerlendirilmelidir. Tartışma sonunda görüş birliği sağlanan öneriler kaydedilerek bu sonuçlardan nasıl yararlanılacağı üzerinde durulmalıdır.
- **Gösterip yaptırma yöntemi:** Gösteri ile kazandırılacak beceriler öğretmen tarafından yapılmalı, yapma işlemi de öğrenci tarafından gerçekleştirilmelidir. Bu yöntemde öğretmen, becerileri sırayla ve aşamalı olarak öğretmelidir. Tam öğrenme gerçekleşmeden bir sonraki beceriye geçilmemelidir. Yapılacak işler tahtada akış şeması ile gösterilebilir.
- **Problem çözme yöntemi:** Hedefe ulaşmada en etkili yöntemdir. Öğrencilerin kalıcı öğrenmelerini sağlar. Bu süreçte problem çözme aşamalarına uyulmalıdır. Sırasıyla problemin farkına varmaları, onu tanımlamaları ve sınırlılıklarını belirlemeleri, dereceler oluşturmaları, verileri toplayarak onları yorumlamaları, dereceli test edip kabul ya da reddetmeleri ve elde edilen sonuçlara göre önerilerde bulunmaları beklenmelidir.
- **Bireysel çalışma yöntemi:** Öğrencinin kendisinin yaparak, yaşayarak öğrendiği, öğrenci merkezli bir öğretim yöntemidir. Öğrenci; ilgi, yetenek ve ihtiyaçlarına göre öğrenme durumunu kendi ayarlar. Bu yöntemi öğrenci kendi başına çalışma yapmak istediği zaman kullanır. Bireysel çalışma yöntemi kullanılırken planlama iyi yapılmalı ve zaman iyi kullanılmalıdır. Öğrenci not alarak ve özet çıkararak çalışabilir (MEB, 2011, s.25).

İngilizce dersi için tavsiye edilen bu yöntem ve teknikler arasında özellikle örnek olay ve problem çözme yöntemleri STEAM eğitimini uygulamaya almak için biçilmiş kaftandır. İngilizce derslerinde öğrencileri STEAM temalı edebi veya bilgilendirici metinlerdeki

argümanları tanımlama ve değerlendirme konusunda ustalaşabildikleri gibi, bir tez veya hipotez yazmayı, kanıt bulmayı ve bilim, mühendislik ve matematik deneyleri için araştırma yazıları yazmayı da öğrenebilirler.

16.2.2.4. Teknoloji Kullanımı

İngilizce Dersi Öğretim Programı ülkemizde yabancı dil öğretiminin niteliğini arttırmak, öğrencilerin İngilizceyi bir iletişim aracı olarak kullanarak kendi ihtiyaçlarını karşılamalarını, teknolojiyi kullanabilmelerini, öğrenmeyi öğrenerek sürekli olarak ilerlemelerini ve düşünme becerilerini kullanarak problem çözebilmelerini sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Programın vizyonunda ve yapısında teknoloji kullanımına dikkat çekilmiştir. Ayrıca tema ve içerik önerilerinde “Bilim ve Teknoloji”ye yer verilmiştir. “*Öğrencilerin rolleri tanımlanırken, teknolojiyi kullanabilen bireyler olmaları beklenmektedir.*” ifadesi kullanılmaktadır. Programın eklerinde verilen ölçme ve değerlendirme yöntemlerine örnekler arasındaki performans görevi tam bir STEAM senaryosudur (MEB, 2011, s.35).

Bu doğrultuda, bir fen dersi ile disiplinler arası bir öğrenme senaryosu hazırlanabilir; öğrenciler fen derslerinde deneyler yapabilir ve İngilizce derslerinde araştırma makalelerini hazırlamak için çalışabilirler. Açıklamalar, özetler ve sonuçlar yazma gibi beceriler İngilizce dersi için çok uygundur.

16.2.2.5. Proje Tabanlı Öğrenme

Ortaöğretim Kurumları İngilizce Dersi Öğretim Programı, öğrenme öğretme süreçlerini tanımlarken yabancı dil dersinin, bağımsız bir ders olarak düşünülmemesi gerektiğini, proje ve performans çalışmalarına yer verilmesi ve diğer derslerle ilişkilendirilmesi gerekliliğini vurgulamıştır.

Ayrıca programda Avrupa Ortak Başvuru Metninde temel aldığı eylem odaklılık (işbirlikli öğrenme, sınıf içi etkinliklerde yaratıcılık, projeler yoluyla öğrenme, öğrenen odaklı öğrenme: öğreterek öğrenme), öğrenen odaklılık (öğrenimin bireyselleştirilmesi, öğrenen özerkliği), süreç odaklı farkındalık (öğrenme farkındalığı, dil farkındalığı, kültürlerarası farkındalık), bütüncül dil deneyimi (içerik odaklılık, gerçek ve karmaşık dil öğrenme ortamı) gibi bazı yabancı dil eğitiminin ilkeleri de yer almaktadır (MEB, 2011, s.21)

16.2.2.6. Göreve dayalı öğretim yöntemi (Task-based instruction; TBI)

Öğretmenlerin derslerinde kullandıkları cümleler ve oluşturdukları ortak dil, sınıfta anlamlı iletişim için kullanmasını sağlarken, öğrenci merkezli yaklaşımlara izin verir. Örneğin; görev, farklı organizmaların nerede yaşadığını ve nasıl hareket ettiklerini tanımlamaya odaklanabilir. Öğrencilerin, çeşitli yaşam formlarını, yaşam alanlarını ve hareket tarzlarını tanımlamaları gerekir ve eğitmen, öğrencilere görevi tamamlamaları için kelime ve bilgi sağlayabilir. Ders, doğadaki şeylerle ilgili üçüncü şahıs tekil fiil biçimlerine, edatlara ve kelime

dağarcığına odaklanacaktır. Öğrenciler, “the frog hops on land and swims in ponds” gibi iletişimsel cümleleri modelleyerek, verilen canlının hareketini ve habitatını tanımlayan kendi cümlelerini öğrendikleri dilde formüle edebilirler. Elbette bu etkinlikte, öğrencilerin dil gelişimini desteklemek için görseller de kullanılabilir. Bu örnek ders veya etkinlik, yabancı bir dilde öğretilen yaşam bilimleri ve/veya biyoloji üzerine içerik temelli bir dersin daha büyük bir parçası olabilir ve hatta dil yeterliliğinin daha düşük olduğu sınıflarda bile kullanılabilir (Schoettler, 2015).

16.2.2.7. Probleme dayalı öğrenme (PBL)

Gerçek bir problemi çözme ihtiyacı yaratarak, öğrencilerin öğrenme sürecini başlatan bir öğretim yöntemidir ve gerçek dünya problemlerini çözmek için fen, matematik, teknoloji, mühendislik ve diğer akademik konulardan kavramların kullanılmasını gerektirir. Yabancı dil öğrenimi ile PBL'i entegre etmek için, şöyle bir ders oluşturulabilir: Bir değişim öğrencisi, her gün kaldığı evden okula gitmek için toplu taşıma araçlarına binmelidir ve bu konuda hiçbir deneyimi yoktur. Öğrenciler, öğretmenden gerçek bilgiler (zaman çizelgeleri, broşürler, vb.) toplayarak veya çevrimiçi kaynakları ziyaret ederek, toplu taşıma ile ilgili kelimeleri bularak değişim öğrencisi için bir rehber oluşturmalıdır. Etkinlik, öğrencilerin ulaşım temasıyla ilgili yeni dilsel ve kültürel bilgiler edinmelerini sağlayan gerçek bir araştırma yapma ve bir broşürün oluşturulmasını içerir. Ancak bu etkinlik, teknoloji tasarım dersi ile iş birliği içinde ulaşım teknolojileri, haritalama, maket çalışmaları ile de zenginleştirilebilir.

Diyelim ki öğrenciler sınıfta bir kitap ya da hikâye okuyorlar. Öğretmen, öğrencilere hikayedeki bir karakter için küçük bir ev tasarlama ödevi verebilir. “Soru: Küçük evlerin çevreye faydası var mıdır? Varsa nelerdir? Hikâyedeki karakterin ihtiyacını karşılayacak ama çevre dostu bir ev nasıl olabilir?” Küçük evlerin çevresel faydaları (bilim) hakkında bazı bilgilendirici metinleri okuduktan, küçük evleri araştırdıktan (teknoloji) ve karakter özelliklerini değerlendirdikten sonra, öğrenciler hikâyedeki karakterin ihtiyaçlarına uyacak küçük bir ev tasarlalılar (mühendislik). Tasarlama sırasında alan hesaplamaları (matematik) yaparlar. Tasarımlarını maket olarak ya da <https://floorplanner.com/> gibi uygulamalar kullanarak dijital ortamda da gerçekleştirebilirler.

Ya da okudukları kitaptaki karakterlerin karşılaştığı sorunları belirler ve çözümler üretmek için beyin fırtınası yaparlar. Tüm bu çalışmalarını gruplar halinde oluşturdukları blog sayfalarında paylaşabilirler. Ve elbette çalışmalarını akranlarına ve/veya okul toplumuna sunabilir, geri bildirim alabilir ve kendilerini geliştirebilirler.

16.2.2.8. Sorgulamaya Dayalı Öğretim

Son olarak, STEM eğitiminin ve yabancı dil eğitiminin entegrasyonu ile ilgili bir başka öğretim ve öğrenim yaklaşımı, dünyayı daha iyi anlayabilmek adına soruları formüle etme, sorunları keşfetme, gözlemlene ve bilgiyi uygulama yöntemine dayanan **Sorgulamaya Dayalı**

Öğretimdir (IBI). Bilimsel yöntem gibi IBI bir soru ile başlar ve sorunun detayları araştırılır. Araştırmadan bir hipotez formüle edilir ve bu hipotezden bilgi ve veriler deney yoluyla toplanır. Deney yoluyla test edilebilir ve yeni hipotezler geliştirilebilir. Son adım, bulguları bir sunumla paylaşmaktır. Bu yaklaşım, probleme dayalı öğrenme için de kullanılabilir. Ancak probleme dayalı öğrenme, sorunun veya problemin doğası ve araştırmanın doğası hakkında daha fazla ayrıntı verir. Hem PBL hem de IBI, yabancı dil sınıfında STEM öğretme yaklaşımları olarak TBI ve CBI derslerine entegre edilebilir.

Örneğin; derse şu soru ile başlayabiliriz “What are some of the local, regional and national environmental issues and the impact of these problems on our habitat?”. Detaylandırmak için “What is the economic price to be paid for environmental issues? What can you do to reduce air pollution?” gibi farklı sorularla daha derin düşünme sağlanır ve hipotez geliştirirler. Öğrenciler beyin fırtınası yaparak çevresel problemlerle ilgili bir zihin haritası çıkarabilir. Bu aşamada gruplara ayrılan öğrencilere farklı konularda araştırma ya da verilen metinleri okuma görevi verilir ve gruplardan verilen konulara çözüm önerileri getirmeleri istenir. Sunum farklı şekillerde olabilir; yazdıkları makaleyi okul blog ya da gazetesinde yayımlayabilirler, konularını bir skeç yazarak drama yöntemi ile okul topluluğuna sergileyebilirler ya da bir sosyal sorumluluk projesi geliştirebilirler.

Projelerinizi, aktivitelerinizi ve ders planlarınızı tasarlarken STEM alanlarının müfredat kazanımlarını inceleyerek, disiplinler arası bir plan çıkarmak büyük önem taşır. Branş öğretmenleri arasında kurulacak iş birliği projelerinizi zenginleştirecektir. Proje planlama süreci sene başında yıllık planlar hazırlanırken başlamalıdır. Tüm branş öğretmenleri her sınıf seviyesinde müfredat kazanımları doğrultusunda proje fikirlerinize katkı sağlayabilirler. Uygulama sırasında diğer branş öğretmenlerini yüz yüze ya da canlı derslere davet ederek ders ya da etkinliği birlikte yürütebilirsiniz. Bununla yetinmeyip işlediğiniz konuyla ilgili uzmanlarla iletişime geçip, onlardan da bir seminer vermelerini isteyebilirsiniz. Bu bağlamda Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, STEM ders ve projelerinde kullanılmak için biçilmiş kaftandır.

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları:

1. Yoksulluğa Son,
2. Açlığa Son,
3. Sağlık ve Kaliteli Yaşam,
4. Nitelikli Eğitim,
5. Toplumsal Cinsiyet Eşitliği,
6. Temiz Su ve Sanitasyon,

7. Erişilebilir ve Temiz Enerji,
8. İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme,
9. Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı,
10. Eşitsizliklerin Azaltılması,
11. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar,
12. Sorumlu Üretim ve Tüketim,
13. İklim Eylemi,
14. Sudaki Yaşam,
15. Karasal Yaşam,
16. Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar,
17. Amaçlar için Ortaklıklar.

Bu 17 Hedef birbiri ile bağlantılıdır, dolayısıyla projenizi oluştururken sadece birini değil bağlantılı olan birkaç amaca çözüm getirmeyi kendinize hedef olarak belirleyebilirsiniz.

Bu konuyla ilgili detaylı bilgi, ders ve proje planlarını aşağıdaki linklerden temin edebilir ya da ilham alarak kendi proje fikirlerinizi oluşturup geliştirebilirsiniz. (Linklerde açık kaynaklar bulunmaktadır.)

<https://www.globalschoolsprogram.org/resources>

https://worldslargestlesson.globalgoals.org/resources/?_sft_language=english

<https://www.edfords.org/learninghub>

<https://www.education.com/>

<https://learn.arcgis.com/en/gallery/>

16.3. İngilizce Dersinde Yapılan STEM/Scientix Projeleri

Avrupa çapında iş birliğini teşvik eden ve destekleyen Scientix Projesi kapsamında Avrupa, STEM eğitim projelerini ve sonuçlarını toplamak ve sunmak için bir çevrimiçi portal oluşturdu. Bu portalda (<http://www.scientix.eu/projects>) arama yaparak istediğiniz konuda projelere erişebilirsiniz (Avrupa Komisyonu, 2021).

Aşağıda verdiğimiz proje örnekleri ise özgün örneklerdir.

16.3.1. Proje 1: Cycling saves the world (Bisiklete Binmek Dünyayı Kurtarır)

Disiplinler: Yabancı Dil, Teknoloji Tasarım, Fen, Sosyal Bilimler, Beden Eğitimi

Öğrenme Hedefleri:

Fen Bilimleri

- Günlük yaşamda sıkça karşılaştıkları basit makine çeşitleri hakkında bilgi ve beceriler kazanır,
- Günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak özgün basit makine düzenekleri tasarlar,
- Yaratıcı ve yenilikçi düşünme becerisi kazanır,
- Küresel iklim değişikliklerinin nedenlerini ve olası sonuçlarını tartışır.

İngilizce

- Bilimle ilgili kısa sözlü metinlerdeki ana fikirleri ve anahtar bilgileri tanır,
- Şu anda ve geçmişte gerçekleşen eylemler hakkında konuşur,
- Bilimsel kazanımlarla ilgili bilgileri basit bir şekilde sunar,
- Dünya'nın geleceği ile ilgili tahminler hakkında konuşur,
- Doğal kuvvetler ve afetler hakkındaki tahminlerini desteklemek için neden ve sonuçlar sunar.

Teknoloji Tasarım

- İnsan hayatını kolaylaştıracak inovatif bir fikir geliştirir,
- Tasarımı için taslak çizimler yapar,
- Mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir ürün tasarlar,
- Teknoloji ve tasarım bilgi birikiminin; toplum, ekonomi ve doğal kaynaklara ilişkin sürdürülebilir kalkınma konularındaki etkisinin farkına varır.

Beden Eğitimi

- Hareket kavramları, ilkeleri ve ilgili hayat becerileri kazanır,

- Spor becerilerinin hareket evrelerini analiz eder,
- Spor ortamlarında sorumluluk alır.

Süre: 9 hafta

Seviye: 8. Sınıf

1. Okuma Etkinliği: (İngilizce)

- <https://www.youtube.com/watch?v=450WhyM0Ubo> “Bike on, Bear” kitabının videosunu izleyerek kitaptaki ayının bisiklete binmeyi öğrenme macerası üzerinden bisiklet parçaları ile ilgili kelime bilgisi işlenir.

Kelime Bilgisi: ride a bike, wheels, training wheels, pedal, brakes, handlebars, bell, bike path, balance, calculations, distance, height, speed

- Hikâyedeki ayının karşılaştığı problemler karşısında nasıl bir yaklaşım geliştirdiği öğrencilerle tartışılır. (Simple Past tense ve Present Continuous Tense kullanılır.)

2. Basit Makineler: (Fen Bilimleri - İngilizce)

- <https://www.youtube.com/watch?v=LSfNYpCprw4> “Simple Machines for Kids” videosu ile ana 6 basit makine hakkında bilgi edinecekler. Bu basit makineler; Eğik Düzlem, Kaldıraç, Kama, Vida, Tekerlek ve Dingil ve Makaralardır (Incline Plane, Lever, Wedge, Screw, Wheel and Axle, and the Pulley)
- Gruplar halinde günlük hayatımızda kullandığımız basit makinelere örnekler verilir. Gruplardan birkaç basit makinenin bir arada kullanıldığı örnekler istenir. Zihin Haritası oluşturulur.
- Bisiklette hangi basit makinelerin kullanıldığı sorulur. Gruplar bir bisiklet resmi çizerek üzerinde gösterirler ve resimler panoda sergilenir.
- Öğrenciler gruplar halinde basit makine tasarımları yaparlar.

3. Uygulama: (Beden Eğitimi – Fen Bilimleri)

- Öğrenciler okul bahçesinde bisikletleri incelerler, basit makineleri tespit ederler.
- Sırayla bisiklete binerler. Bisiklet sürmeyi bilenlerin ve bilmeyen öğrencilerin birlikte çalışacağı gruplar oluşturulur. Öğretmen gözetiminde ve rehberliğinde hareket ve denge çalışılır.

- Güvenli bisiklet kullanımı, ekipmanları ve sürüş kuralları hakkında bilgi verilir. Bu konu pano haline getirilir.

4. Bisiklet ve Çevre Etkisi: (İngilizce - Fen Bilimleri)

- <https://www.youtube.com/watch?v=WkvPdUtYhX8> “Climate Change for Kids” videosu ile CO2 döngüsü ve iklim değişikliği konusu tartışılır. Öğrencilere renkli not kâğıtları dağıtılır. Bu kâğıtlara günlük hayatlarında uygulayabilecekleri çözümlerde akıllarına ilk geleni yazmaları istenir ve bu kâğıtlar sınıf panosuna iğnelenir.
- Öğrencilere günlük bisiklet kullanımlarını işleyecekleri bir çizelge verilir ve en az bir hafta boyunca bu çizelgeyi doldurmaları istenir. Verilen süre sonunda toplam alınır ve araba değil de bisiklet sürerek tasarruf edilen para miktarını ve çevremizi iklim değişikliğinden korumaya yardımcı olarak ne kadar karbondioksit (CO2) emisyonunun önlendiğini yaklaşık olarak hesaplamak için <https://www.omnicalculator.com/ecology/car-vs-bike#how-cycling-helps-you-and-the-planet> çevrimiçi hesaplayıcı kullanılır.

5. Teknoloji Tasarım

- Öğrencilere yaşadıkları şehrin bisiklet kullanmaya ne kadar uygun olduğu sorulur? Bisiklet yolları var mı? Kullanılan bisiklet ve araba oranı nedir? Bisiklet kullanımını arttırmak için nasıl bir düzenleme yapılması gerekir?
- Gruplar halinde çalışarak yaşadıkları mahallenin bisiklet kullanımına uygun halini tasarlarlar. Bunu maket olarak ya da bilgisayar destekli tasarım olarak hazırlarlar.
- Öğrenciler ürünlerini öğretim yılı sonunda okul yönetimi, ders öğretmenleri ve velilerin de katılımlarıyla “Bunu Ben Yaptım” etkinliğinde görsel, sözel ve çoklu ortam sunularıyla sergiler. Öğrenciler sunumlarında ürünlerini sözel olarak anlatabilecekleri gibi tanıtım kartı, afiş, el broşürü vb. materyaller hazırlayarak da sergileyebilirler. İnovatif tasarımlara sahip olduğu düşünülen özgün ürünler için, öğrencilerin faydalı model belgesi veya patent başvurusu yapmaları teşvik edilir.

16.3.2. Proje 2: A Different World is Possible (Başka bir Dünya Mümkün)

Disiplinler: Yabancı Dil, Teknoloji Tasarım, Fen, Sosyal Bilimler, Çevre bilimi

Amaçlar:

- Öğrencilerin doğa hakkında yeni kelime ve bilgiler edinmelerini sağlamak,
- Öğrendikleri yeni kelime ve bilgileri İngilizce müfredatında kullanabilmek,

- İklim değişikliği, küresel ısınma konularında farkındalık oluşturmak,
- Kompost hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlamak,
- Doğa için iyi ve kötünün ne olduğunu fark etme olanağı sunmak,
- Teknolojiyi derslere etkili şekilde entegre etmek,
- Yeni web2.0 araçları öğrenmek,
- Eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek.

Süre: 2 hafta

Seviye: 6-11 Yaş grubu

Etkinlikler (5E Öğretim modeline göre tasarlanmıştır.)

Giriş: Öğretmen iklim değişikliği ve soyu tükenmekte olan hayvanlar ile ilgili görseller ile derse başlar. Öğrencilerin resimler hakkında sohbet etmesi ve fikir paylaşımı yapması sağlanır. Answergarden web2 aracı bu amaç için kullanılabilir. (<https://answergarden.ch/1720090>)

Dersten önce öğretmen tarafından hazırlanan bir poster gösterilir ve öğrencilerin bu poster ile ilgili beyin fırtınası yaparak poster için slogan üretmeleri, soru sormaları, postere bir başlık bulmaları sağlanır. (<https://drive.google.com/file/d/1WiMswEDnTSo199VX2W1w0hbWZ93oPREx/view?usp=sharing>)

Keşfetme: Öğretmen küresel ısınma, doğal afetler ve etkileri ile ilgili bir video hazırlayabilir veya uygun videoları bularak öğrencilerin izlemelerini sağlar. Öğrencilere kompost hakkında araştırma ortamı sunar.

Açıklama: İngilizce müfredatında bulunan “Nature” ve “Animals” ünitesi ile ilgili olarak ders kitabındaki çalışmaları tamamlamaları sağlanır. Scamper soru tekniği ile ünite kazanımlarına yer verilir.

Derinleştirme: Öğretmen pooble365 web2 aracı ile yarım kalan bir hikâyeyi öğrencilerin tamamlamasını sağlar. Hikâyeye bir başlık bulunur ve ilgili soruları cevaplamaları istenir. (<https://www.pooble365.com/the-magic-tree/>) (<https://www.pooble365.com/tree-of-life/>)

Yapılan çalışmaları sunmaları için öğrencilere evde hazırlık yapma süresi verilir. Öğrenciler hazırlıklarını tamamlayıp bir sunum yaparlar. Bireysel veya küçük grup çalışmaları

ile sunumlar gerçekleştirilir. Eğer okulda uygun bir alan varsa okulda veya evlerinde uygun bir kompost alanı oluştururlar. Kompostun süreç boyunca takibini yaparak gözlem formlarını hazırlarlar.

Değerlendirme: Sürece dayalı bir değerlendirme gerçekleştirilir. Öğrencilerin daha önceden hazırlanan oyunu oynamaları ve oyuna yeni sorular eklemeleri sağlanır. (<https://www.wordwall.net/resource/10300342>)

Öğretmen tarafından hazırlanan rubrik öğrenciler ile paylaşılır. (https://drive.google.com/file/d/1iH1EclfLizBh-KShxo_mrryK0sdiX7KO/view?usp=sharing)

Öğrencilerin süreç boyunca yapılan çalışmalar hakkında geri dönüt vermelerini sağlamak adına bir padlet sayfası oluşturulur ve öğrencilerin paylaşım yapmasına olanak sağlar. (https://padlet.com/s_nur_yilmaz/cx3ognk2j0da1c1s)

16.4. Sonuçlar

STEM Eğitimi, potansiyeli ile gelişen nispeten yeni bir kavramdır. Yabancı dil eğitimi de zaman içinde büyük ölçüde değişim ve gelişime uğramıştır. Mevcut programlar hakkında araştırma, STEM eğitimi için çerçevelerin oluşturulmasına yol açtı ve STEM + yabancı dil eğitiminin oluşturulmasına yardımcı oldu. Hem STEM alanları hem de yabancı diller, öğrenci başarısı ve motivasyonu ile ilgili sorunlarla karşı karşıyadır; ancak pedagojik ve eğitimci inovasyonun desteğiyle, entegrasyon yoluyla öğrenci ilgisini yeniden yaratma olasılığı, içerik öğretimindeki bu değişikliğin potansiyel bir sonucudur. Her iki konu da öğrencilerin K-12 yabancı dil ve STEM sınıflarında öğretilen içerik bilgisinin gerçek dünyadaki uygulamalarını teşvik edebilecek beceriler geliştirdikleri için toplum için önemlidir.

STEM'in Yabancı Dil derslerinde uygulanması, öğrencilerin akademik yaşamlarında ve gelecekteki kariyerlerinde destek sağlayacaktır. STEM ile ilgili kavram ve fikirleri iletebilen dil becerilerine sahip öğrencilerin, geleceğin mesleklerinde istihdam edilme olasılıkları ve dünyanın her yerinde çalışma fırsatları daha fazla olacaktır.

16.5. Kaynaklar

Avrupa Komisyonu. (2021). Scientix Portalı. <http://www.scientix.eu/>

Doğan, C. (2012). *Sistemik Yabancı Dil Öğretim Yaklaşımı ve Yöntemleri*. Ensar Yayıncılık.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2011). Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ortaöğretim Kurumları İngilizce Dersi Öğretim Programı. MEB, Ankara, Türkiye.

<https://dyned33.files.wordpress.com/2011/09/ortac3b6c49fretim-ingilizce-dersi-hazc4b1rlc4b1k-9-12-sc4b1nc4b1flar-c3b6c49fretim-programlarc4b12.pdf>

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). 2023 Eğitim Vizyonu. MEB, Ankara, T¼rkiye. Erişim: https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/2023_E%C4%9Fitim%20Vizyonu.pdf

Schoettler, S. D. (2015). STEM Education in the Foreign Language Classroom with Special Attention to the L2 German Classroom. *Dissertations and Theses*. Paper 2313.

BÖLÜM 17: SCIENTIX ARAŞTIRMA PROJELERİ VE STEM

Selda TOPAL, Sabriye KARAHAN, Ayşe ARSLANHAN, Betül KARABUDAK,

Ergün KARACA, Enise ULU ÇOĞALAN, Yusuf KAPLAN,

Nagehan BAYKAN AFŞAR & Burçak ÖZYURT ÇANKIRILI

Bölüm Özeti: Bu çalışmanın amacı, araştırma projelerini tanıtmak, önemini anlatmak ve öncelikle STEM alanında yapılan çalışmalardan örnekler sunarak, öğrenciye sağladığı kazanımları ortaya koymaktır. Küreselleşme ile başlayan değişim ve gelişim, baş döndürücü hızla ilerleme göstermektedir. Bu değişimin hızına yetişmek ve ayakta kalabilmek ise ciddi bir rekabeti ve dolayısıyla beyin gücünü gerektirmektedir. Uygulanan müfredatın, istenilen ve ihtiyaç duyulan insan gücünü yetiştirme konusunda yetersiz kaldığı görüldüğünden, yeni yaklaşımlara gidilmiştir. Farklı konu başlığı ve isim altında birçok projeler uygulanmaya başlanmıştır. Bu projelerle hem öğrencilerin erken çocukluk çağından başlayarak, proje odaklı çalışmaya adapte olmaları ve öğrenmeleri hem de öğretmenlerin mesleki gelişimlerine katkı sunulması sağlanmıştır. Donanımlı insan gücü eksikliği her ülkede hissedilmeye başlandığı için bu konuda çalışmalara ağırlık verilmiştir. Görülen eksikliklerin başında çalışmaların disiplinler arası olmaması ve birbirinden kopuk olmanın yarattığı yanlışlar, STEM'in temellerini attırmıştır (Korkmaz ve Buyruk, 2016; Karakaya ve Avgın, 2016). STEM Alliance, AutoSTEM, The Clean Tech Competition, BUCA IMSEF, Cendere Ulusal STEM ve StarT Uluslararası Ödüllü Proje Yarışmaları gibi hazırlanan birçok projenin genel amacı, STEM eğitimini öğrencilere sevdirmeye çalışarak, dünya sorunlarına gerçekçi çözümler üretmelerini sağlamaktır. Ayrıca NBS senaryoları ile de öğrencilerin çevrelerine karşı farkındalıklarını artırarak yapacakları projelere zemin hazırlama fırsatı bulmalarını sağlamaktır. Aynı zamanda araştırma projeleri ile düşünen, araştıran, inceleyen, sorgulayan ve çözüm üretmeye çalışan bireyler yetiştirmektir. Erken yaştan başlayarak bunu yaşam tarzı haline getirmelerini sağlamaktır.

17.1. Giriş

Teknoloji ve bilgi çağının önem kazandığı günümüzde teknoloji tabanlı eğitimin, bilgiye çabuk ulaşmada önem kazandığı bilinmektedir. Teknoloji tabanlı eğitimin

yaygınlaştırma sürecinde, eğitim-öğretim kurumları ile iş birliğinin sağlanmasıyla, bilgiye daha çabuk ulaşma önem kazanmaya başlamıştır. Bilgiye daha çabuk ulaşma ise ekonomik kalkınma ve sosyal gelişme sürecine katkı sağlamaktadır. Her ülke teknoloji tabanlı gerekli bilgi sistemi oluşturmak için araştırma-geliştirme faaliyetleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Eğitim ve teknoloji kurumları da bu alanda AR-GE çalışmaları yapmaktadır. Günümüz eğitim-öğretim müfredatında uygulanan yapılandırmacı anlayış gereği araştıran, sorgulayan, problem çözme becerisine sahip, öğrenmeyi öğrenen ve 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirilmesi ön plana çıkmaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Bu becerilere sahip bireylerden ise bilim insanı gibi üreten, yaratıcı ve sorgulayıcı olması beklenmektedir (Çetin ve Şengezer, 2013). Bu bağlamda alternatif ve tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme yöntemlerinden biri olan proje çalışmaları, eğitim kurumlarında yapılmaya başlanmış ve yaygınlaştığı görülmektedir.

Araştırma projeleri, bilginin üretilmesini sağlayan, hipotezleri ortaya koyan, bazı yöntem ve stratejilerin seçildiği proje çalışmalarıdır. Bilimsel araştırma projeleri ise araştırmaya dayalı öğrenme sürecinin en üst düzeyi olarak bilinmektedir. (National Research Council, 2000; Bell, Smethana & Binns, 2005; Banchi & Bell, 2008). Çünkü bilimsel araştırma projesi sürecinde öğrenciler, test edilebilir problemleri belirleme, deney yapma, analiz etme ve sonuçları yorumlama, yaygınlaştırmak için kitlelere sunma gibi bazı bilimsel süreç becerilerini kullanmakta olup yaparak-yaşayarak uygulama becerilerini geliştirmektedir. Bu bağlamda ülkemizde ve dünyada birçok araştırma projeleri yapılmaktadır.

Ülkemizde ve dünyada eğitim alanında Science, Technology, Engineering ve Math (STEM) yaklaşımını temel alan araştırma projeleri mevcuttur. Bu araştırma projeleri dünyada; STEM Alliance, The Clean Tech Competition (Temiz Teknoloji Yarışması), AutoSTEM, STE(A)M-IT, StarT Uluslararası Ödüllü Proje Yarışması, Samsung Geleceğin Mucitleri olarak ifade edilebilir. Ülkemizde ise; Cendere Ulusal STEM Yarışması, Tübitak 2204-A Lise Öğrencileri Araştırma Projeleri (Tematik Alanlar-Steam Bölümü) ve Tübitak 2204-B Ortaokul Öğrencileri Araştırma Projeleri (Tematik Alanlar-Steam Bölümü), BUCA IMSEF olarak bilinmektedir. Araştırma projelerinde kullanılan STEM yaklaşımı, ulusal ve uluslararası alanyazında oldukça sık yer almaktadır.

STEM; bilimsel süreç becerilerinin gelişimini sağlayan, araştırma ve sorgulama sürecini kullanan, 21. yüzyıl becerilerini kapsayan bütünlük yaklaşım olarak tanımlanabilir (Baran, Canbazoglu-Bilici ve Mesutoğlu, 2015). Yapılan çalışmalar incelendiğinde STEM sadece bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine odaklanmayıp birçok farklı disiplini içerisine alan eğitim yaklaşımıdır (Gencer, 2015; Karahan, Bilici ve Ünal, 2015). Dört disiplin dışında çevre, ekonomi, tıp gibi diğer disiplinler alanlara temel oluşturabilecek alanlarda da kullanılmaktadır (Gülhan ve Şahin, 2016). Ulusal ve uluslararası alanyazında önemi sıklıkla vurgulanan bu kavram, farklı disiplinlerde yer alan kavramları anlayabilmeyi ve ders kazanımlarını günlük yaşama entegre etme becerilerini kazandırmayı amaçlamaktadır

(Ünal, Coştu ve Karataş, 2004). Bu bağlamda araştırma süreci ile STEM arasında bir bağlantı söz konusudur denilebilir.

Bu kapsamda sunulan bölümde araştırma projeleri, STEM alanında araştırma projelerinin önemi, STEM alanında araştırma projelerinin tanıtımı, örnek araştırma projeleri konuları ele alınacaktır. Örnek araştırma projeleri olarak 4006 ve 2204 TÜBİTAK projeleri ve Nature-Based Solutions (NBS) projeleri ile ilgili örnek öğrenme senaryoları ve tanıtımı yer alacaktır.

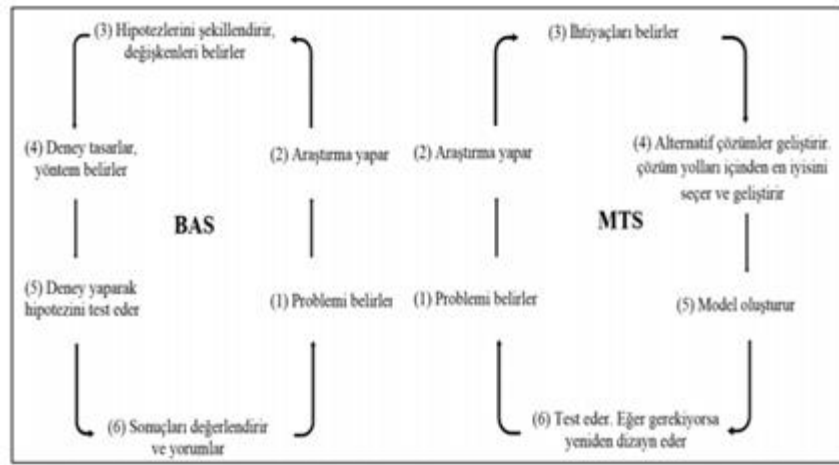
17.2. Araştırma Projeleri

Türk Dil Kurumu'na (2021) göre bilim, *“Evrenin veya olayların bir bölümünü konu olarak seçen, deneye dayanan yöntemler ve gerçeklikten yararlanarak sonuç çıkarmaya çalışan düzenli bilgi, ilim”* olarak tanımlanmaktadır. Bilimin tarih boyunca yaşamın her alanına katkısı olmuş insanlığın yaşam kalitesini arttırmasının tek yolu olduğu defalarca kanıtlanmıştır. Bu sebeple insanlar ve doğa için faydalı olacağı düşünülen yeni bilimsel buluşlar, ürünler ve fikirler, tüm dünyaya ve insanlığa ulaştırılmalıdır (Maqbool, Bahadar, ve Abdollahi, 2014). Bilim alanında gerçekleşen gelişmeler çeşitli teknolojik ilerlemelere, yeni insan becerilerinin, yeni mühendislik fikirlerinin ve bununla beraber oluşan tasarımların ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Brooks, 1994). Bu sebeple ülkeler kalkınma hedeflerine ulaşmada bilimsel çalışmalara önem verip araştırma geliştirme faaliyetlerini öncelikli hale getirmektedir.

Türkiye’de bilim ve teknoloji alanındaki gelişmelerin 1960’lı yıllardan başlayarak günümüze kadar hem bilimde hem teknolojide artan bir hızla devam ettiği görülmektedir. Ülkemizde bu süreçte teknolojik altyapı ve gelişmeleri yakından izlemek ve yaygınlaştırmak için ilk ulusal bilim ve teknoloji politikamız olarak 1963 yılında TÜBİTAK kurulmuştur. Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından ilk defa birinci beş yıllık kalkınma planı hazırlanmıştır. 4 Ekim 1983 tarihinde 18181 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanmış 77 sayılı KHK ile Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) kurulmuştur (TÜBİTAK, 2019). Üniversitelerimizde yapılan tüm araştırmalar 2001 yılına değin 20 Mayıs 1984 tarihli 18406 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Araştırma Fonları ile ilgili Yönetmelik tarafından desteklenmiştir. 20.06.2001 tarihinde kabul edilip 03.07.2001 tarihli 24451 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 4684 sayılı Kanun ile 58. maddenin başlığında yer alan *“ve araştırma fonu”* ibaresi çıkarılmış yerine **“bilimsel araştırma projeleri”** ifadesi eklenmiştir (Resmî Gazete, 2001). Bunun yanı sıra 26 Kasım 2016 tarihli ve 29900 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan *“Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma Projeleri Hakkında Yönetmelik”* ile BAP Koordinatörlükleri, BAP Birimi Koordinatörlüğüne dönüştürülerek sorumluluk alanları ve yetkileri genişletilmiştir (YÖK, 2016).

Bilim insanları bilimsel araştırma yapar mantığından çıkıp *“toplum için bilim”* felsefesiyle çalışmalar yapılmaya başlanınca, STEM ve sonrasında sanatın eklenmesiyle oluşan STEAM gibi modern araştırma teknikleri ile araştırma projelerine herkesin katkı sunarak

çalışılması gerektiği anlaşılmıştır. Araştırma projelerinde bilimsel yöntem kullanılması esastır. Bilimsel araştırma süreci (BAS) basamakları bir döngüdür ve bu basamaklar; problemi belirlemek, araştırma yapmak, hipotezi oluşturmak, değişkenleri belirlemek, deney tasarlamak, yöntem belirlemek, deney yaparak hipotezini test etmek, sonuçları değerlendirmek ve yordamaktır (MEB, 2017). Bu döngü günlük yaşamda karşılaşılan bir problemin belirlenmesiyle başlar. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) bilimsel araştırma süreci ile çok benzer bir döngüye sahiptir. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) basamakları; problemi belirlemek, araştırma yapmak, ihtiyaçları belirlemek, alternatif çözümler geliştirmek, çözüm yollarından en iyisini seçmek ve geliştirmek, model oluşturmak ve oluşturulan modeli test etmektir. Test aşamasında eğer yanlışlar tespit edilirse, yeniden dizayn edilebilir.



Şekil 17.1. BAS ve MTS

Bu benzerlik bize araştırma projeleri ve STEM çalışmalarının birbirinden ayrı düşünülemeyeceğini göstermektedir.

17.2.1. STEM Alanında Araştırma Projelerinin Önemi

Bir problemin tanımlanmasından, çözümüne kadar geçen ve bilimsel yöntemlerle ilerlenen süreç, araştırma projesi olarak tanımlanır. Araştırma projelerinin amacı, öğrencilerimizi merak etmeye, düşünmeye, gözlem yapmaya ve araştırmaya teşvik ederek problemlere çözüm üretebilen, 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler olarak yetişmelerini sağlamaktır (Tübitak,2021).

Her geçen gün Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarında düşünen, üreten, yaratıcı ve sorgulayan bireylere olan ihtiyaç artmaktadır. Bu sebeple, öğretim-öğrenme süreçleri için bu alanlarda yeni programların uygulanması gerekmektedir. Günümüzde bu uygulamaların en verimli olanı ise STEM eğitimi uygulamalarıdır (Yıldırım ve Altun, 2015).

STEM'in amacı Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik konularının, gerçek hayat problemleriyle ilişkilendirilerek öğrencilere okul, toplum, iş ve girişimlerinde fırsat verilmesi; küresel ekonomide iyi derecede rekabet edebilecek ve bilimsel yaratıcılığı yüksek, inovasyon yapabilecek bireyler olarak yetiştirmeleridir (Sanders, 2009). STEM konusu hakkında yeterli bilgiye sahip olan bireyler, öğrendiği bilgileri bilimsel veriler doğrultusunda kendisinde var olan bilgi dağarcığından geçirerek kullanır. Günlük yaşamda karşılaşılan problemleri çözer ve değerlendirmeler yapar. STEM, öğrencileri yeni öğrenmeler için cesaretlendiren, hayallerine ulaştırılan ve öğrendiklerini kullanma fırsatı veren bir yaklaşımdır (Yıldırım, 2013).

National Science and Technology Council (Ulusal Bilim ve Teknoloji Konseyi) tarafından 2018 yılında yayınlanan Amerika'da STEM Eğitimi Rapor'unda, proje tabanlı öğrenme yöntemi kullanılarak gerçek hayat problemleri çözme becerisi kazandırılması hedeflendiği belirtilmiştir (NSTC, 2018).

National Academy of Engineering-NAE and National Research Council (Ulusal Mühendislik Akademisi ve Ulusal Araştırma Konseyi) STEM eğitiminin; öğrencilerin iş birliği ile çalışmasına, tartışmasına, sosyal deneyim yaşayıp beraber karar vermesine ve problem çözmesine katkı sunacağı belirtilmiştir. Ayrıca öğrencilerin görevlerini akranlarıyla birlikte strateji geliştirerek mevcut bilgi birikimlerinin ötesine geçip öğrenmenin destekleneceği belirtilmiştir (NAE ve NRC, 2014)

Bilim insanları bilimsel araştırma yapar düşüncesinden yola çıkıp “**toplum için bilim**” felsefesiyle çalışmaya başlanıldığı zaman, STEM ve sonrasında da sanatın eklenmesiyle oluşan STEAM gibi modern araştırma teknikleri ile araştırma projelerine herkes tarafından katkı sunularak çalışmaların ortaya çıkması gerektiği anlaşılmıştır. Sonuç olarak araştırma projeleri ve STEM eğitimi uygulamaları birbirini tamamlar. Öğrencilerin bilimsel yöntemlerle ilerleyecekleri araştırma projeleriyle, STEM eğitiminin temel parçaları oluşturulmuş olur.

17.2.2. STEM Alanında Araştırma Projelerinin Tanıtımı

Dünya'da teknolojinin gelişmesi ile ülkelerin yenilikçi eğitim anlayışları da değişmektedir. Bu yenilikçi eğitim çalışmalarından biri de STEM eğitimidir. STEM eğitim anlayışının ortaya çıkması ve popüler olmasından dolayı, ülkelerin ekonomik ve teknolojik gelişimini artırma isteği ön plana çıkmıştır. STEM eğitim anlayışının popüler olmasının diğer nedenleri; klasik eğitim sistemindeki öğretim yöntemlerinin etkisiz ve yetersiz kalması, öğrencilerin teknoloji ve bilgi temelli eğitime hazırlanma ihtiyacı ve konuların gerçek hayatla örtüşmemesi vb. sebeplerle STEM eğitim yaklaşımının hızla yayılması sağlanmıştır. Kitabımızın bu bölümünde, STEM ile ilgili Dünya'nın diğer ülkelerinde ve ülkemizde yapılan Araştırma Projeleri ve çalışmalar hakkında bilgi toplamak ve örnek çalışmaların içselleştirilerek yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır. Aşağıda Avrupa'da yapılan STEM ile ilgili araştırma projeleri sunulmaktadır. Bunlar;

1- STEM Alliance:

STEM Alliance projesi, Avrupa Okul Ağı tarafından koordine edilmektedir. Bu projenin amacı STEM eğitimini ve STEM ile ilgili kariyerleri gençler için cazip hale getirmektir. Bu proje, Avrupa Birliği içinde gelecekte beklenen beceri ve yeterlilikleri ele almak için endüstrileri, eğitim paydaşlarını ve Eğitim Bakanlıklarını bir araya getiren uluslararası bir girişimdir.

STEM Alliance projesi, Avrupa'da yeniliği engelleyen vasıflı STEM işçileri eksikliği olduğu gözleminde yola çıkmıştır. STEM Alliance projesindeki bu eğilim; demografik dönüşümler, STEM konularına ilgi eksikliği ve düşük performans, yaygın dijital beceri eksikliği ve iklim değişikliği, hareketlilik ve enerji gibi küresel sorunları ele almaya yönelik acil bir gereklilik ile yoğunlaşmaktadır (Scientix, 2021).

2- The Clean Tech Competition:

The Clean Tech Competition diğer adı ile Temiz Teknoloji Yarışması olarak bilinmektedir. Bu proje, üniversite öncesi gençlere hitap eder. Bu proje, gerçek dünya sorunlarının bilimsel olarak anlaşılmasını ve çevreye duyarlı enerji kaynaklarının entegrasyonunu teşvik eder. Her yıl, The Clean Tech Competition (Temiz Teknoloji Yarışması), temel teknolojik yetkinlik alanlarına dayanan bir konuyu ele almakta ve bir sonraki büyük mühendislik zorluklarına odaklanmaktadır. Bu yarışma, öğrencilerde STEM (bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik) ile ilgili kavramların daha derinden anlaşılmasını sağlamak, üstün yeteneklileri tanımak ve gelecek neslin küresel olarak rekabetçi yenilikçilerini hazırlamak için tasarlanmıştır (Scientix, 2021).

3- AutoSTEM:

AutoSTEM yarışması, otomatların (hareketli oyuncaklar) genç öğrencilerde (4-8 yaş arası) STEM'in daha iyi anlaşılmasını nasıl destekleyebileceğini araştırır. Bu proje, öğrencilere STEM hakkında bir yol inşa etmek için araçlar ve materyaller sağlamayı amaçlamaktadır.

Auto-STEM, Bilim Projeleri Çevrimiçi Atölyeleri sırasında iki atölye çalışması sunacaktır:

Birinci Atölye (Jelly Bird), 4 ila 6 yaşındaki öğrencilere yönelik olup, analiz ve inşaat mühendislik yeterliliklerinin geliştirilmesine, şekiller ve sayılar dahil olmak üzere inşaat ve montaj sürecindeki matematiksel kavramları öğrenmeye odaklanacaktır.

İkinci Atölye (The Catapult), 6 ila 8 yaşındaki öğrencilere yönelik olup sayma, toplama, tablo kullanımı, ölçme, basit istatistikler, fizik ve mekanizmalar hakkında bilgi edinmek, analiz ve inşa etmenin mühendislik yeterliliklerini geliştirmek için matematik konularına odaklanacaktır (Scientix, 2021).

4- STE(A)M IT:

STE(A)M IT projesi; politikacıları, öğretmenleri, okul liderlerini, kariyer danışmanlarını ve endüstriyi etkileyen uluslararası bir projedir. STE(A)M IT projesi, eğitimde STE(A)M öğretimine yenilikçi ve disiplinler arası yaklaşımları teşvik ederek eğitim ortamını güçlendirmeyi amaçlamaktadır.

STE(A)M IT projesi, günümüzde ortaya çıkan STEM kariyerlerini ve bu kariyerler için gerekli becerileri artırmalarına yardımcı olmak için ortaokul düzeyinde bir kariyer danışmanları ağı geliştirmeye çalışmaktadır. Bunu sağlamak için STE(A)M IT projesi, STEM iş profillerinin bir havuzunun yanı sıra, STEM işlerinin sınıflarda nasıl sunulacağına dair yönergeler oluşturmak için profesyoneller ve endüstri temsilcileriyle yakın bir işbirliği içerisinde çalışmaktadır.

STE(A)M IT portalının bu etkileşimli bölümünde, kariyer danışmanlarına ve öğretmenlere, topluluğa ayrıca öğrencilerin STEM derecelerinin ve kariyerlerinin ilgisini görmelerine yardımcı olmak için uygulamalı ve kullanıma hazır materyaller sağlanacaktır. Ayrıca, karşılaştıkları zorluklar ve bu zorlukların üstesinden gelmek için STE(A)M IT materyallerini nasıl kullanacakları hakkında görüş alışverişinde bulunabilecek ve geri bildirim sağlayabileceklerdir (Scientix, 2021).

5- START ULUSLARARASI ÖDÜLLÜ PROJE YARIŞMASI:

StarT Uluslararası Ödüllü Proje Yarışması, Luma Centre Finlandiya tarafından 2016 yılından itibaren her yıl yapılmaktadır. StarT Uluslararası Ödüllü Proje Yarışması öğrencilerin, günlük yaşamdaki sorunları fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) disiplin alanlarının ilişkilendirilmesini yaparak, çözmelerini sağlar. Öğrenciler projedeki bu çözümleri bulurken proje tabanlı öğrenme yöntemini kullanırlar. StarT Uluslararası Ödüllü Proje Yarışmasındaki konular; toplumsal sorunlardan, güncel yaşamla ilgili tüm konulardan oluşabilir. StarT Uluslararası Ödüllü Proje Yarışması, okul kursları, kısa veya uzun süreli araştırmalar, tüm okul yılı boyunca süren araştırmalar olabilir. StarT Uluslararası Ödüllü Proje Yarışması, Türkiye’de devlet ile özel tüm anaokulları, ilkokulları, ortaokulları ve liselerde bulunan öğrencilere yönelik yapılmaktadır. Bu proje sayesinde öğrencilerde; yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, işbirlikçi düşünme, problem çözme becerileri gibi yeterliliklerin gelişmesinde yardımcı olunmuştur.

StarT Uluslararası Ödüllü Proje Yarışması’nın 2 ayrı yarışma kategorisi vardır:

1. Kategori: 3 ile 18 yaş arasındaki çocuklara yönelik projeler

2. Kategori: Öğretmenler, eğitimciler ve öğrenci velileri tarafından uygulanan en iyi eğitim uygulamaları

6- SAMSUNG GELECEĞİN MUCİTLERİ:

Samsung Geleceğin Mucitleri projesinin İngilizce adı “Samsung Solve for Tomorrow”dur. Bu bilim yarışması; Yaratıcı Çocuklar Derneği ve Samsung Electronics Türkiye iş birliğinde oluşan ortak bir projedir. “Samsung Solve for Tomorrow (Samsung Geleceğin Mucitleri)” adlı bilim yarışması; ülke kültür bilincine sahip çıkan, bilime ve sanata önem veren ülke genelinde gerçekleşen ortak bir projedir.

“Samsung Solve for Tomorrow (Samsung Geleceğin Mucitleri)” adlı bilim yarışmasında öğrencilerin bazı kazanımlar edinmeleri hedeflenmektedir. Bunlar;

- Öğrencilerin, hayal güçlerinin ve yaratıcı düşüncülerinin gelişmesine katkı sağlamak,
- Öğrencilere bilimsel konuları sevdirmek ve yeni buluşlar yapmalarını teşvik etmek,
- Öğrencilere proje tasarlama ve yapma yetenekleri kazandırmak,
- Öğrencilere bilim insanlarının yaptıkları buluşları tanıtır, onların bilimsel bilgilerini arttırmak,
- Öğrencilerin araştırma ruhunu ve araştırma yapmalarını arttıracak bilgi ve becerilerini geliştirmek,
- Öğrencilere meslek seçimleri konusunda yardımcı olmak,
- Ülkede problem çözme yeteneği olan bireylerin yetişmesini sağlamak,
- Öğrencileri cesaretlendirerek özgüvenlerini artırmak ve kendi yeteneklerini görmelerini sağlamak,
- Öğrencilerin kendi ülkeleri adına yeni buluşlar ve ürünler sentezlemelerini hedeflemektedir

Aşağıda Türkiye’de yapılan STEM ile ilgili araştırma projeleri sunulmaktadır. Bunlar;

1- CENDERE ULUSAL STEM YARIŞMASI:

Projemiz, Türkiye geneli tüm resmî ortaokul ve imam hatip ortaokullarında yapılır. Bu proje öğrencilere yönelik, öğrencilerin problem çözme ve psiko-motor becerilerini geliştirmek amacıyla düzenlenmektedir. Yarışma, öğrencilerin Fırın Spagetti Makarnayı kullanarak en hafif ve en dayanıklı köprü maketini geliştirmeyi hedeflemektedir. Cendere Ulusal STEM Yarışması, Adıyaman ilinde ve Adıyaman İl Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır.

Yarışmanın amaçları;

- Problem çözme ve psiko-motor becerilerinin gelişmesini desteklemek,
- Üretim konusunda öğrencileri teşvik etmek,
- Öğrencilerin yaratıcılığını ortaya çıkarmak,

- 21. yy. becerilerinin öğrencilerde oluşmasını ve gelişmesini sağlamak,
- Öğrencilerin, mühendislik tasarım becerilerinin ortaya çıkmasını sağlamak ve gelişmesi için imkân oluşturmak,
- Öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini ve hesaplamalı düşünme yeteneklerini kazanmalarına olanak sağlamak,
- Yarışmaya katılan öğrencilerin eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, özgüven ve özsaygısının gelişmesini desteklemektir.

2- TÜBİTAK 2204-B ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ VE TÜBİTAK 2204-A LİSE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ

Tübitak 2204-B Ortaokul Öğrencileri Araştırma Projeleri ile Tübitak 2204-A Lise Öğrencileri Araştırma Projeleri sadece ülkemizde yapılan ulusal bir projedir. STEAM Araştırma Projesi, bu projelerin Tematik alanlar kısmındaki STEAM bölümünde yer alır. “*STEAM denilince, dünyadaki sorunların tanımlanması ve çözümünde fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik disiplinlerine özgü bilgi ve becerilerin bir arada kullanılması hedeflenmektedir.*” Projelere katılmak isteyenler, gündelik yaşam problemlerinin çözümünde fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik (STEAM) disiplinlerinin ilişkilendirilmesine dayanan projeler sunabilir. STEAM uygulamalarına bazı örnekler verilebilir. Bunlara; nesnelerin interneti ile akıllı tekstil ürünleri tasarlama, depremlerin merkez üslerini ve fay hatlarını gösteren topografik bir harita oluşturma, küresel ısınmayı engelleyici etkisi olan yenilenebilir enerji kaynaklarının maketlerini tasarlama örnekleri sayılabilir.

3- BUCA IMSEF:

Buca Imsef yarışmasının amacı, ulusal ve uluslararası olarak sağlık, teknoloji, çevre, enerji ile ilgili sorunlara bilimsel araştırmalar yapmaktır. Buca Imsef yarışması sayesinde öğrencilerde; fen okuryazarlığı, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, problem çözme, üretkenlik gibi 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi sağlanmaktadır.

İzmir’in Buca ilçesinde düzenlenmektedir. Buca Imsef yarışma kategorileri şunlardır;

- Kimya
- Fizik
- Enerji-Mühendislik
- Biyoloji
- Müzik-Piyano
- Bilgisayar-Matematik

17.3. Örnek Araştırma Projeleri

17.3.1. Proje 1 (Çok Yönlü Öğretim Materyali Tasarımı-Sanat Kilinden Dokunmatik Periyodik Tablo)

Projenin Türü: 2204-B TÜBİTAK Araştırma Projeleri

Projenin Tematik Alanı: STEAM

Projenin Amacı: Öğrencileri sanal ortamdan uzaklaştırarak dokunarak, duyumsayarak oynayabilecekleri teknolojik bir öğretim materyali geliştirilmesi ile şu hedeflere ulaşılması amaçlanmaktadır.

1. Farklı öğrenme tarzına sahip öğrencilere hitap ederek öğrenme etkinliğinin ve verimliliğinin artırılması.
2. Engelli ya da tek yönlü öğrenme stiline sahip öğrencilere hitap ederek öğretim ortamının iyileştirilmesi.
3. Çeşitli etkinlikler ve oyunlar barındırması sebebiyle öğrencilerin ilgisini çekecek odaklanma ve dikkat süresinin uzatılması.
4. Öğrenilen bilginin günlük yaşamla bağdaştırılarak bilginin kalıcılığının artırılması.

Proje Özeti: Sanat kilinden yapılan renkli butonlarla sesli bilgilendirme mesajları ile eğitici ve ilgi çekici görsellerle desteklenen tasarımla dokunmatik periyodik tablo oluşturulmuştur. Sınıf ortamında ve ders aralarında kullanılıp eksik noktalar belirlenerek gerekli iyileştirmeler yapılması planlanmaktadır. Çalışmalara dünyamız konuşuyor ve vücudumuzu tanıyalım-konuşan organlar tasarımlarıyla devam edilmesi düşünülmektedir.

17.3.2. Proje 2 (Doğal ve Ucuz Malzemeler ile Yanmayan Kumaş Yüzeylerin Üretilmesi: Potasyum Şapı)

2204-B TÜBİTAK Projesi'nde Türkiye finalistidir. Final yarışma süreci devam etmektedir.

Proje Ana Alanı : Kimya

Proje Tematik Alanı : Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji

Proje Adı (Başlığı) : Doğal ve Ucuz Malzemeler ile Yanmayan Kumaş Yüzeylerin Üretilmesi: Potasyum Şapı

Amaç: Teknolojik gelişmeler ışığında yanmaya dayanıklı kumaş yüzeyler üretilse de bu kumaşlar yüksek maliyetler gerektirmektedir. Başta yoksul ülkeler olmak üzere, birçok orta düzey ekonomisi olan ülkelerin bu kumaş teknolojilerine erişmesi mümkün olamamaktadır.

· Bu problemi çözmek için daha önce yanmaz kumaş yapımında denenmemiş (literatür taramasına göre), doğada bulunan, ucuz ve erişilebilir maddelerin fiziksel ve kimyasal yönleri ile kullanım alanlarının araştırılması,

· Yanmaya karşı dirençlerinin ortaya çıkarılması,

· Ortaya çıkarılan bu özelliklerinden yararlanarak yanmayan ya da yanmayı geciktiren maliyeti ucuz kumaşların üretilmesi amaçlanmıştır.

Giriş

Yanma; ısı, oksijen ve yanıcı bir maddenin belirli oranlarda birleşmesi sonucu oluşan zincirleme kimyasal reaksiyon olarak tanımlanabilir. Yanma sırasında durgun haldeki ısı enerjisinin, hareket enerjisine dönüşmesi olarak da adlandırılır. Yanma olayının zincirleme olarak gerçekleşmesi durumuna da yangın denir. Yangının devam edebilmesi için ısı, oksijen ve yanıcı maddeye ilave olarak “Serbest Zincir Reaksiyonu”nun da sürekliliği gerekmektedir. Zincirleme reaksiyon, yanmakta olan cismin parçalanması ve havadaki oksijen ile sürekli olarak birleşimi ile ortaya çıkmaktadır (Kürekçi, 2007).

Yangınlar çıktıkları yerde birçok can ve mal kaybına sebep olmakla birlikte aynı zamanda söndürme sırasında, söndüren bireyler ya da itfaiyecilerin yaralanmaları ve ölümleri gibi istenmeyen sonuçlara da neden olabilmektedir. Örneğin 2010 yılında araştırma yapılan 43 ülkede toplam 3.164.060 adet yangın olayı meydana gelmiştir. 2010-2014 yıllarında toplam 84.000 kişi yangın olaylarında hayatını kaybetmiştir. 1999-2008 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen yangınlarda ise toplam 3237 kişi hayatını kaybetmiştir (Kara,2017). 21. yüzyıla girerken yangınlar ortalama olarak dünya çapında her yıl 339.000 kişiyi öldürmektedir (Physorg, 2012). Yangınlar elektrik tesisatı, doğal gaz tesisatı, sigara ve kibrit gibi yanıcı maddelerden kaynaklansa da yanma olayının zincirleme bir reaksiyon olduğu düşünüldüğünde ortamda yanıcı maddelerin bulunması durumunda, yangın tahribatının boyutunu arttırdığı söylenebilir. Yeryüzünde süren savaş ve diğer afetler sığınmacı sayısının artmasına neden olmuştur. Dünyada 2019 yılında 70 milyon sığınmacının olduğu ve bu sığınmacıların önemli bir bölümünün sığınma merkezlerindeki çadır kentlerde konakladığı bilinmektedir (Birleşmiş Milletler, 2019). Sığınmacı merkezlerindeki çadırlarda yangın kazaları yaşanmakta, çıkan yangınlarda maddi hasar, ölüm ve yaralanma vakaları görülmektedir (Atiyeh ve Gunn, 2017; Kazerooni, Gyedu, Burnham, Nwomeh, Charles, Mishra, Kuah, Kushner, Stewart, 2017). Son zamanlarda yangınların önlenmesi, geciktirilmesi ve söndürme işleminde ölüm ve yaralanma riskinin azaltılmasına yönelik araştırma ve geliştirme çalışmaları artmıştır. Taş yünü, cam yünü, polistren köpük, fenol köpüğü, poliüretan köpük, vermikülit, kompozit ürünler gibi

malzemeler ısıya ve yangına dayanıklı olarak sıkça kullanılan maddelerdir (Mercan,2016). Bu malzemelerin bir kısmı yurtdışından temin edilmekte ve pahalı olmaktadır. Bir kısmı ise daha düşük oranda yangın izolasyonu olarak kullanılmaktadır (Yılmaz, 2016). Yangın söndürme sırasında gerek itfaiyeci gerek yangın söndürme faaliyetlerinde görev alan diğer bireyler ile gönüllülerin yangın sırasında kıyafetlerinin alev alması nedeniyle yaralanma ve ölüm gibi vakalarla da karşılaşmaktadır. Hindistan’da yangına müdahale sırasında yangın nedeniyle 2014-2018 yılları arasında yılda ortalama 16.714 itfaiyeci yaşamını yitirmiştir.

Kayıtlara göre 2011-2015 yılları arasında en çok yangının yılda 1.329.000 ile ABD’de gerçekleştiği, ölü sayısının ise yılda 10.763 ile Rusya’da olduğu bilinmektedir. ABD en çok yaralı sayısı ile ilk sırada yer alırken Fransa 14.390 ile ikinci sırada bulunmaktadır. Durumun sebebi araştırıldığında ağırlıklı olarak yangına müdahale sırasında itfaiyeci kıyafetlerinin tutuşması olarak karşımıza çıkmaktadır (Brunshlinsky, Ahrens, Sokolov, Wagner, 2020; Kılıç, 2018). Bu problemler yanmaz kıyafet, üniformalar ya da kullanım amacına göre yanmaz kumaş dokularının önemini ortaya çıkarmaktadır. Yanmazlık, konfor, sağlıklı olması gibi durumlar gözetildiğinde bu konudaki araştırmaların devam etmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır (Tanyıldız, 2020). Bu kapsamda dünyada doğal olarak bulunan ve insan sağlığı için ciddi sorun oluşturmayacak yanmaya karşı dirençli maddelerin araştırılması önem arz etmiştir. Bu maddelerin yangın geciktirici olarak kumaşlara işlenebilmesi ve yangın sırasında yanmama özelliklerinden yararlanılarak olası ölüm ve yaralanmaların önüne geçilmesi önem arz etmiştir.

Yöntem

Doğal olarak bulunan ve yanmaya karşı direnç gösteren maddeler araştırılmıştır. Araştırma yaparken maddelerin erime sıcaklıkları, öz ısıları, kaynama sıcaklıkları, doğada bulunma miktarları, erişilebilirlikleri ve maliyetleri gibi özellikleri de göz önünde bulundurulmuştur. Bu kapsamda yapılan araştırmalardan daha önce bilinen fakat kumaş ya da giysi yapımında kullanılmayan ve henüz üzerinde yeterince araştırma yapılmayan bazı maddeler bulunmuştur. Bu bağlamda Tablo 14.2’de üzerinde araştırma yapılacak maddeler sunulmuştur.

Tablo 14.2.

Doğada kendiliğinden var olan ve üzerinde araştırma yapılmasına karar verilen maddeler

Madde	Özellikleri
Sodyum Silikat	<ul style="list-style-type: none">· Toksik değildir. İnsan sağlığı açısından güvenlidir.· Ucuzdur.· Temin edilmesi kolaydır.· Yanmaz kâğıt yapımında kullanılmaktadır. Bu özelliği nedeniyle kumaş üzerinde uygulanarak test edilmesine karar verilmiştir.
Potasyum Şapı	<ul style="list-style-type: none">· Tamamen doğal, kokusuz, kimyasal formüllü bir tuzdur.· Oldukça ucuzdur, geleneksel ıslak tıraşta kullanılması sağlık açısından güvenli olduğunu göstermektedir.· Temin edilmesi kolaydır.· Yangın söndürücülerde katkı maddesi olarak kullanılması ise potasyum şapını yanma geciktirici olarak kumaşa uygulanması konusunda avantajlı kılmiştir. (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2021)

Hipotez: Potasyum şapı ve sodyum silikat pamuk kumaş yüzeyine ayrı ayrı uygulanırsa pamuk kumaşın tutuşma süresini geciktirir.

Bu bağlamda yanma geciktirici olarak test edilmesi karar verilen maddelerin yanma direncini ortaya çıkarmak için değişkenler belirlenmiştir.

Polyester, naylon gibi malzemelere oranla, sıvıyı emerek içine alabilmesi açısından da %100 pamuk içeren özdeş kumaşların kullanılmasına karar verilmiştir. Araştırmada kontrollü deney yöntemi kullanılmıştır. Deney grubu değişkenleri olarak potasyum şapı ve sodyum silikat kullanılmıştır.

Malzemeler: Bunzen beki, 20X20 ebatlarında pamuklu kumaş bezler, sıvı sodyum silikat, potasyum şapı, kronometre, 2 adet beherglas (500 ml)

Bağımsız değişkenler: Kumaşları kaplamak için kullanılan maddeler

Kontrol Değişkeni: Kumaşın cinsi, bunzen alevinin şiddeti, kumaş nem oranları

Bağımlı Değişkenler: Kumaşların yanma gecikme (yanmaya başlama) süresidir.

Tablo 14.3. Pamuk kumaşlara yapılan uygulamalar

Uygulanan Madde	Uygulama Aşaması	Test aşaması
Sodyum Silikat	Sıvı sodyum silikat (%50) ile 200 ml sodyum silikat 800 ml su hacimce %10 olacak oranlarda karıştırılarak pamuklu kumaşın yüzeyine sürülmüştür. Kuruma işleminden sonra işlem tekrarlanmıştır. Ardından 48 saat oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır	Kuruma işleminden sonra bunzen alevine tabi tutulmuştur.
Potasyum Şapı	Kütlece %40 (80 g şap 120 ml su) oranında potasyum şapı 100°C sıcaklığındaki su içerisinde çözdürüldükten sonra soğuması beklenmiştir. Ardından pamuk kumaş çözeltide birkaç dakika bekletilmiştir. Ardından 48 saat kurumaya bırakılmıştır.	Kuruma işleminden sonra bunzen alevine tabi tutulmuştur.
Kontrol Grubu	Pamuk kumaş parçasına herhangi bir uygulama yapılmamıştır.	Kuruma işleminden sonra bunzen alevine tabi tutulmuştur.

Tablo 14.4.

Proje İş-Zaman Çizelgesi

İşin Tanımı	Yapılan İşlemler					
	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat
Problemin tanımlanması	X					
Literatür taraması	X	X	X	X		
Kullanılabilecek maddelerin listelenmesi		X	X			

Maddeler üzerinde araştırma yapılması	X	X		
Malzemelerin temin edilmesi		X		
Kontrollü Deney Süreci ve Bulgular			X	
Raporun yazılması				X

Bulgular

Sonuçların güvenilirliği için işlemler beş defa tekrarlanmıştır. Her tekrarda kumaşların yanmaya başlama süreleri (yanmanın gecikme süresi) kronometre ile ölçülerek tabloya kaydedilmiştir.

Tablo 14.5.

Uygulama yapılan kumaşların yanmaya başlama süreleri (saniye)

Uygulama	Yanmaya başlama süresi (saniye)					
	İlk Deneme	Tekrar 1	Tekrar 2	Tekrar 3	Tekrar 4	Ortalama
Kontrol Grubu	6	8	6	7	5	6,4 s
Sodyum Silikat	23	18	29	31	27	25,6 s
Potasyum Şapı	187	165	190	221	197	192 s



Şekil 17.2. Deneysel süreç sırasında yapılan işlemlerden bazıları.

Sonuçların güvenilirliği için işlemler 5 defa tekrarlanmış ve ölçüm ortalamaları alınmıştır. Veriler incelendiğinde kontrol grubuna kıyasla sodyum silikat ve potasyum şapı uygulanmış kumaş parçalarının anlamlı bir şekilde yanmaya başlama süresinin geciktiği görülmektedir. Deneysel gruba içinde değişkenler irdelendiğinde ise potasyum şapının yanma gecikme süresinin sodyum silikata oranla daha uzun dilimde gerçekleştiği görülmektedir. Sodyum silikat uygulaması yapılan kumaş ortalama olarak 25,6 saniyede tutuşmaya başlarken; potasyum şapı uygulanan kumaş parçasının ise ortalama 192 saniyede tutuşmaya başladığı gözlemlenmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Yangın; önleme, söndürme, tahliye ve korunma kapsamında 4 ana strateji içermektedir. Korunma ve söndürme stratejilerinde en etkili yollardan biri genellikle yanmayı geciktirici kumaş kullanmaktır.

Sodyum silikatın kimyasal formülü, Na_2SiO_3 şeklinde olup katı ya da sıvı formlarda bulunmaktadır. Araştırmada potasyum şapı verileri incelendiğinde potasyum şapının yanmayı oldukça daha uzun süre geciktirmesi nedeniyle potasyum şapı üzerinde durulacaktır. Potasyum alüminyum sülfat olarak da isimlendirilen ve kimyasal formülü $\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ şeklinde gösterilen potasyum şapı oldukça ucuz bir malzemedir. Fiyat araştırması yapıldığında potasyum şapının Türkiye’de perakende satış kg fiyatı 8 TL + KDV olarak görülmektedir (Kimya Borsası, 2021). Potasyum şapının uygulandığı pamuk içerikli tekstil kumaşın yüzeyini kaplaması ve havadaki oksijenin yanıcı madde olan kumaşa ulaşmasını geciktirmesi söz konusu olmuştur. Her malzemenin yanmaya devam edebilmesi için ihtiyacı olan bir oksijen miktarı bulunmaktadır. Bu miktara LOI (limit oksijen indeksi) denir. Örneğin pamuk için LOI %18 dir. Havada %21 oksijen olduğu düşünüldüğünde pamuğun tutuşması mümkündür

(hakettiginizkoruma, 2021). Potasyum şapı uygulanan pamuk kumaşın oldukça geç yanmaya başlaması ve bunzen alevi söndürüldüğünde yanma olayının sürmemesi potasyum şapının pamuk yüzeyini düzgünce kapladığı ve kumaşın LOI değerini oldukça yüksek sınırlara çektiği söylenebilir. Bazı maddelerin LOI değeri Tablo 14.6’da gösterilmiştir.

Tablo 14.6.

Bazı kumaşların limit oksijen indeksleri (LOI), (Kirsi, Rolf, Tiia, Anette, 2004)

Malzeme Türü	LOI Değeri
Akrilik	17-18
Asetat	17-18,5
Polipropilen	18-20
Pamuk, keten, viskon	17-20
Polietilen	17.5
Poliamid	20
Polyester	22
İpek	23
Yün	24-27

Tablo 14.6 incelendiğinde pamuk kumaşın diğer birçok kumaş türüne göre daha düşük oksijen seviyesinde yandığı görülmektedir. Pamuk kumaşa potasyum şapı uygulandığında ise bu özelliğini yitirdiği görülmüştür. Bu açıdan düşünüldüğünde 24-27 LOI değerine sahip yün kumaşa ya da diğer yüksek LOI değerlerine sahip malzemelere yapılacak kaplamada daha iyi sonuçlar alınabilir.

Öneriler

- Özellikle mültecilerin yaşadığı barınma merkezlerinde yaşanan çadır yangınlarında kullanılabilir.
- Düşük gelirli ülkelerde ve kırsal kesimlerde ithal yanmaz kumaşlara oranla daha ekonomik olması açısından değerlendirilebilir.

Üzerinde bilimsel araştırma yapılarak yangını geciktirme süresini arttıracak bir potansiyel oluşturulmalıdır.

17.3.3. NBS Projeleri

NBS (Nature-Based Solutions). Doğa Temelli Çözümler, toplumsal problemleri etkili ve uygulanabilir bir şekilde ele alan, insan rahatlığı ve biyolojik çeşitlilik açısından yararlılık sağlayan, doğal ve yapay ekosistemleri korumak, sürdürülebilir bir şekilde yönetmek ve yenilemek için yapılan eylemlerin genel adıdır. NBS bu sorunları ele almak için güçlü bir iş birliği yöntemidir.

Dünya, pandemiden çıkmaya ve BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine doğru ilerlemeye çalışırken doğaya yapılacak yatırımların, insanların ve gezegenin sağlığına ve esenliğine katkıda bulunarak potansiyellerine ulaşması zorunludur.

Bu amaçla hükümetlerin, iş dünyasının ve sivil toplumun artan ilgisiyle, IUCN (International Union for Conservation of Nature) Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği, kullanıcıların NBS eylemlerini tasarlamasına, uygulamasına ve araştırmaların doğrulamasına yardımcı olmak için günümüzde uygulanan ilk Doğa Temelli Çözümler Küresel Standardını geliştirdi. 2016 Dünya Koruma Kongresi'nde IUCN Üyeleri, ilk kez, biyolojik çeşitlilik ve insan refahı, eşzamanlı faydalar için doğanın kullanımını tanımlayan bir kararı (WCC-2016-Res-069) kabul etti. Karara göre, Doğa Temelli Çözümler şöyle tanımlanmıştır:

“Toplumsal zorlukları etkili ve uyarlanabilir bir şekilde ele alan doğal veya değiştirilmiş ekosistemleri korumak, sürdürülebilir bir şekilde yönetmek ve restore etmek, aynı zamanda insan refahı ve biyolojik çeşitlilik yararları sağlamak için eylemler.” (Cohen-Shacham, 2016) IUCN tarafından yapılan araştırmalarda, NBS'yi başarılı bir şekilde uygulamak ve geliştirmek için temel ilkeler belirlendi.

Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinden (SKH) bahsetmeden sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir bir eğitimden bahsedemeyiz. Birleşmiş Milletler parçası olan Gündem 2030'da Sürdürülebilir Kalkınma, sürdürülebilir kalkınmanın her üç ayağına dahil entegre planına bakmalıyız. Bu hedefler, barış ve adaleti desteklerken iklim değişikliği, yoksulluk, ekonomik eşitsizlik gibi küresel sorunlara da dikkat çekmeyi amaçlamaktadır.

Avrupa Komisyonu tarafından belirtilen, NBS çözümleri şunlardır:

“Doğadan ilham alan ve desteklenen, uygun maliyetli çözümler, aynı anda çevresel, sosyal ve ekonomik faydalar sağlar ve dayanıklılık oluşturmaya yardımcı olur. Bu tür çözümler, yerel olarak uyarlanmış, kaynakları verimli kullanan ve sistemik müdahale yoluyla şehirlere, manzaralara ve deniz manzaralarına daha fazla ve daha çeşitli doğa ve doğal özellikler ve süreçler getirir. Doğa temelli çözümler bu nedenle biyo-çeşitliliğe fayda sağlamalı ve bir dizi eko-sistem hizmetinin sunulmasını desteklemelidir.”

Somut olarak, NBS ağaçlara, su havzalarına, parklara, yeşil çatılara, yeşil duvarlara, sulak alanlara benzemektedir.

Tüm bu potansiyellerine rağmen, NBS uygulaması oldukça zorlayıcıdır. Çünkü NBS çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır, bu konuda sınırlı bilgi ve araç vardır; koordineli yönetim ve vatandaş katılımı eksikliği, hatalı sosyal kabul ve ne yazık ki, yetersiz mali kaynaklar, NBS çözümlerinde zorlukları getirmektedir. Ancak, eğitimi NBS ile birleştirerek, bu çözümleri derslere ve araştırmalara getirip, daha derin bilgilerle desteklenerek, NBS'nin yararlarının daha net bir şekilde anlaşılması sağlanmalıdır. Bu sayede daha çok araştırma projelerine zemin oluşturularak öğrencilerin, ailelerin ve toplumun daha çok ilgi göstermesi sağlanmalıdır. Böylece daha geniş bir topluluk, bu araştırmalar sonucunda sürdürülebilirlik, iklim, biyo-çeşitlilik sorunlarına katkı sunacaktır. Örnek NBS Öğrenme Senaryosu ek 17.1'de sunulmaktadır.

17.4. Sonuçlar

“STEM eğitimi; teorik bilginin uygulamaya, ürüne ve yenilikçi buluşlara dönüştürülmesini amaçlayan, öğrencilerin fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik derslerinde öğrendikleri bilgileri bir bütünün parçaları olarak görmelerini sağlayan, dünyada birçok ülkenin öğretim programlarına dâhil ettiği bir eğitim yaklaşımı olma özelliğini taşımaktadır” (MEB, 2016, s. 13).

Yapılan araştırmalar ve sunulan örnekler incelendiğinde; bilim insanlarının, bilimsel araştırma yapar mantığından çıkıp “toplum için bilim” felsefesiyle çalışmaya başlamaları STEM ve sonrasında sanatın da eklenmesiyle oluşan STEAM gibi modern araştırma teknikleri ile araştırma projelerine yöneldiği görülmektedir. Araştırma projelerinin amaçları ile STEM eğitimi uygulamalarının amaçlarının örtüştüğü ve birbirlerini tamamladığı görülmektedir. Ulusal ve uluslararası düzeyde çeşitli STEM merkezli araştırma projelerinin uygulandığı ve faydalarının görüldüğü tespit edilmiştir. Öğrencilerin bilimsel yöntemlerle ilerleyecekleri, birlikte karar vererek, iş birliğine dayalı problem çözmeye katkı sunacakları araştırma projeleriyle, STEM eğitiminin temel parçaları tamamlanmış olacaktır. Araştırma projeleri ile öğrencinin yaparak-yaşayarak öğrenmesi, eğitim-öğretim sürecinde verilen teorik bilgilerin pratiğe dönüştürülmesi STEM eğitim yaklaşımının doğru uygulanmasını destekleyecektir.

17.5. Kaynaklar

Atiyeh, BS., Gunn, SWA. (2017). Refugee camps, fire disasters and burn injuries. *Ann Burns Fire Disasters*. 30(3): 214–217.

Banchi, H. & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46 (2), 26-29.

Baran, E., Canbazoğlu-Bilici, S., ve Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(2), 60-69.

Bekem Kara, İ. (2017). Giresun İli Yangın İstatistiklerinin İncelenmesi (2011-2016). *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (2), 96-105. DOI: 10.31466/kfbd.312280.

Bell, L. R., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: assessing the inquiry level of classroom activities. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.

Bilim Şenliği. (2021). Start uluslararası ödüllü proje yarışması. <https://www.bilimsenligi.com/start-uluslararası-odullu-proje-yarismasi.html/>

Birleşmiş Milletler. (2019). *Küresel eğilimler raporu*. <https://www.unhcr.org/tr/22075-dunya-capinda-gerinden-edilmis-kisi-sayisi-70-milyonu-gercerken-bm-multeciler-yuksekkomiseri-duruma-mudahale-icin-daha-guclu-bir-dayanisma-cagrisinda-bulunuyor.html>

Brunshlinsky, N. N. Ahrens, M., Sokolov, S. V., Wagner, P. (2020). Word Fire Statistics 2020. Report 25. CTIF, Comite Technique International de prevention et d'extinction de Feu.

Brooks, H. (1994). The relationship between science and technology. *Research Policy*, 23(5), 477-486.

BUCA IMSEF. (2020). Buca İmsef Resmi Sayfası. <http://www.bucaimsef.org/tr/>

Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM Education: Implications For Educating Our Teachers For the Age of Innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171).

Gencer, A. S. (2015). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak Etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(1), 1-19.

Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. Sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*. 602-620.

E Cohen-Shacham, G Walters, C Janzen & S Maginnis. (t.y.). *Nature-based Solutions to Address global societal challenges.* https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_93FD38C8836B.P001/REF

Erkal, T., Değerliyurt, M. (2009). Türkiye’de afet yönetimi. *Doğu Coğrafya Dergisi* 14(22), 147-164.

Hakettiğiniz koruma. (2021). Loi limit oksijen indeksi – limiting oxygen. <https://hakettiginizkoruma.com/2018/05/29/loi-limit-oksiyen-indeksi-limiting-oxygen>

Jones, H.P., Hole, D.G. and Zavaleta, E.S. (2012). Harnessing nature to help people adapt to climate change. *Nature Climate Change*, 2(7): 504–509.

Kara, Y. (2018). *Öğretmen yetiştirme anlayışındaki dönüşümler ve STEM öğretmeni eğitimi.* Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi. (2. Baskı). Editör: Salih Çepni, Pegem Akademi, Ankara. 605-620.

Karahan, E., Canbazoglu-Bilici, S., ve Unal, A. (2015). Integration of media design processes in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 60. 221-240. <https://www.doi.org/10.14689/ejer.2015.60.15>

Kazerooni Y, Nwomeh B, Kuah SS, Gyedu A, Charles A, Kushner AL, Stewart BT. (2017). Fires in refugee and displaced persons settlements: the current situation and opportunities to improve fire prevention and control. *Burns*. 42(5):1036–46.

Kılıç, A. (2018) Gelişmiş ülkelerde ve Türkiye’de yangın istatistikleri. *Yangın ve Güvenlik Sistemleri Dergisi*, 25(199).

Kimya Borsası. (2021). Potasyum alüminyum sülfat sap. <https://www.kimyaborsasi.com.tr/tr/p/potasyum-aluminyum-sulfat-sap-201.html>

Korkmaz, Ö., & Buyruk, B. (2016). FeteMM farkındalık ölçeği (ffö): Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 13(2), 61-76.

Kürekci, K. (ed: Mehmet Hanifi Ateş) (2007). *Temel ifaiye bilgisi.* Şimsek Ofset, İzmir. ISBN: 978-975-804-83-3.

Laitala, Kirsi & Stämpfli, Rolf & Ryyänen, Tiia & Drøjdahl, Anette. (2004). Fire Hazards of Clothing Related to Accidents and Consumer Habits (ss.23). https://www.researchgate.net/publication/268443687_Fire_Hazards_of_Clothing_Related_to_Accidents_and_Consumer_Habits

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. (2020). <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/maden-kullanim-alanlari>

Maes, J. & Jacobs, S. (2015). Nature-Based Solutions for Europe's Sustainable Development. <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/conl.12216>

Maqbool, F., Bahadar, H., ve Abdollahi, M. (2014). Science for the benefits of all: The way from idea to product. *Journal of Medical Hypotheses and Ideas*, 8(2), 74-77.

Mercan, H. (2016). *Yalıtım sektöründe pazar araştırması ve pazarlama stratejilerinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2016). STEM Eğitimi Raporu. Millî Eğitim Bakanlığı: Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEGİTEK).

Millî Eğitim Bakanlığı. (2017). *Ortaokul fen bilimleri ders kitabı 5*. Ankara.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara.

National Science and Technology Council [NSTC]. (2018). *Charting a course for success: America's strategy for STEM education*. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>

National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.

National Academy of Engineering and National Research Council [NAE ve NRC]. (2014). *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>.

Physorg. (2012). Wildfires people year. <https://phys.org/news/2012-02-wildfires-people-year.html>

Resmî Gazete. (2001). Başbakanlık resmi gazete. <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2001/07/20010703.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2001/07/20010703.htm>

Samsung Solve for Tomorrow. (2021). Geleceğin mucitleri. <https://geleceginmucitleri.com/yarisma-hakkinda>

Sanders, M., STEM, STEM Education, Stemmania. *The Technology Teacher*, 68 (4),20-26, 2009.

Scientix. (2021). Campaigns. <http://www.scientix.eu/events/campaigns/sdc21>

Tanyıldız, G. (2020). *19.yy 'dan günümüze İstanbul ifaiyecilerin tarihi ve giysilerinin günümüze kadarki değişimi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Işık Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Türk Dil Kurumu. (2021). Genel Türkçe Sözlük. <https://sozluk.gov.tr/>

TÜBİTAK. (2019). İçerik, Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu. <https://www.tubitak.gov.tr/tr/kurumsal/icerik-bilim-ve-teknolojiyuksekkurulu>

TÜBİTAK, 2204-B Ortaokul Öğrencileri Araştırma Projeleri Yarışması Proje Rehberi. (2021). TÜBİTAK – BİDEP, Ankara.

Ünal, S., Çoştur, B., ve Karataş, F. Ö. (2004). Türkiye’de fen bilimleri eğitimi alanındaki program geliştirme çalışmalarına genel bir bakış. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2). 183-202.

Yıldırım, B., Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin İncelenmesi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2). 28-40.

Yıldırım, B. (2013). STEM Eğitimi ve Türkiye. IV. National Primary Education Student Congress. Nevşehir Hacı Bektaş University.

Yıldırım, B. (2013). Amerika, AB Ülkeleri ve Türkiye’de STEM Eğitimi. 22rd National Congress of Educational Sciences. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı Osmangazi Üniversitesi.

Yılmaz G, (2016). *İnorganik esaslı kompozit ısı izolasyon paneli üretimi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon

YÖK (2016). Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma Projeleri Hakkında Yönetmelik. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/11/20161126-8.htm> adresinden erişilmiştir.

Ek 17.1. Örnek NBS Öğrenme Senaryosu

Başlık: Ormanda Doğa Sporları

Özet

Doğada ve doğal ortamda, insan sağlığına, kişinin bedensel ve zihinsel gelişimine katkı sağlayan sporların tümüne doğa sporları denir. (<https://dogaspor.wordpress.com/2016/01/31/doga-sporu-nedir/>) Doğa sporları günümüzde teknolojinin beraberinde getirdiği hareket azlığı ile başa çıkmak için her yaş ve meslek grubundan insan düşüncesinde ilgi odağı haline gelmiştir. Trekking/Hiking bir doğa sporudur, muhteşem ormanlık alanlarda, doğa ile kucak kucağa yapılan bir spor dalıdır. Ama bu kadar orman yangını olurken, bu sporu biz nerede yapacağız? Nasıl durdurabiliriz?

Anahtar Kelimeler: Doğa sporları, trekking, hiking, orman yangınları.

Genel Bakış

Disiplinler arası Dersler	Disiplinler Arası Yaklaşım; Beden Eğitimi ve Spor Doğa Bilimleri (Jeoloji ve Biyoloji) Matematik Fizik Kimya Müzik
Konu	Afet Riskinin Azaltılması
Yaş Aralığı	14-19
Hazırlık Süresi	3-4 saat (Kendi ülkesindeki Trekking Alanlarını ve Orman Yangınları haritasını çıkarmak)
Öğretme Süresi	Her biri 80 dk. (2 Ders)

Çevrimiçi Ders Materyalleri	Türkiye'deki Doğa Sporları faaliyetleri için bir inceleme: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/223087 Doğa Sporlarını yakından tanıyalım: https://dogaspor.wordpress.com/2016/01/31/doga-sporu-nedir/ Trekking hakkında: https://www.kisa.link/OwP6 Türkiye'de Ormanlık Alanların Dağılımı: https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/ormanlik-alanlarin-dagilimi-i-85782 Tema Vakfı Ağaçlandırma Çalışmaları: https://www.tema.org.tr/calismalarimiz/orman/agaclandirma-calismalari Türkiye Orman Yangınları: https://www.ogm.gov.tr/tr/orman-yanginlari Yangınla Mücadele Çalışmaları: https://www.ogm.gov.tr/tr/haberler/yanginlara-mudahalede-turkiye-en-basarili-ulke Cennetten Cehenneme Orman Yangınları: https://www.nationalgeographic.com.tr/orman-yanginlari-cennetten-cehenneme/ Yangın sırasında hayvanlar nasıl davranıyor: https://www.nationalgeographic.com.tr/orman-yanginlari-sirasinda-hayvanlar-ne-yapiyor/ Canva: https://www.canva.com/ Flipsnack: https://www.flipsnack.com/accounts/sign-in.html Story Jumper: https://www.storyjumper.com/ Venngage https://venngage.com/ Genially: https://www.genial.ly/
Çevrimdışı Materyaller	Atlama İpleri, Farklı modellerde toplar, Engeller
NBS araştırma bağlantıları	https://firesmartproject.wordpress.com/ ile orman yangınlarını nasıl önleyebiliriz konularına bakacağız. Orman Yangınlarının Orman ekosistemi üzerine etkisi konusunda https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormankoruma_213b0.pdf makale. Yangınlar ve biyo-çeşitlilik konusunda bir makale: https://www.kisa.link/OwQ3 Orman yangınları konusunda üniversite araştırması: https://www.kisa.link/OwQ5 Doğa sporları yapanların profilleri üzerine bir araştırma: https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/149898

Öğretim Programına Entegre

Beden Eğitimi dersi, Jeoloji – Biyoloji - Fizik – Kimya – Matematik – Müzik - Çevre Eğitimi ve Aktif Vatandaşlık

Öğrenme senaryosu şu konuları da ele almaktadır;

Beden Eğitimi: Doğa ve Spor

- Seçili Spor dalını yakından tanır,
- Doğa ile ilgili detayları bilir,
- Seçili spor dalına özgü kuralları bilir,
- Çevre Okuryazarlığını bilir ve uygular.

Fizik: Kuvvetler ve hareketler

- Hareket durumlarını yorumlamada Newton'un dinamik yasaları,
- Kuvvetler, hareketler ve enerji,
- İki temelden farklı enerji biçimleri: potansiyel ve kinetik.

Kimya: Kimyasal reaksiyonlar

- Yanmanın sonuçları hakkında sonuca varın,
- Orman yangınları ile ilgili sorunlar.

Doğa Bilimleri: Doğal Kaynaklı felaketler

- Doğal kaynaklı felaketleri, insan kaynaklı bir felaketten ayırt ediniz,
- İnsan kaynaklı başlıca afetlerin nedenlerini belirleyiniz,
- Ormansızlaşmanın, yangınların ve biyolojik istilaların ekosistemleri nasıl etkilediğini açıklayınız.

BİT: Araştırma sürecini ve çevrimiçi araştırmayı desteklemek için dijital araçlar

- İletişim ve iş birliği için araçları ve uygulamaları belirleyiniz,
- Dijital yollarla geliştirilen ürünleri sunun ve paylaşınız,

Matematik: Alanların ve hacimlerin hesaplanması

- Geometrik Şekiller,
- Matematiksel ve matematik dışı geometrik fikirleri kullanarak problemleri çözün, bağlamlar,
- Soyutlama ve genelleme için kapasite geliştirmek ve anlamak,
- Matematiksel ve mantıksal akıl yürütme ile argümanlar oluşturulması.

Dil: Temaların, fikirlerin ve eleştirel değerlendirmelerin sözlü sunumlarını yapın

- Bilgiyi sistematik hale getirerek ve uygun katkılarda bulunarak tartışmalara müdahale edin,
- Pozisyonları, sonuçları veya önerileri savunduğunuzu ve/veya çürüttüğünüzü iddia etmek,
- Türlerin çeşitli medya metinlerini okuyun: bilimsel yaygınlaştırma, eleştirel incelemeler ve yorumlar yapın.

Müzik: İletişim dili olarak Müziği kullanma

- Müziğe yönelik olumlu tutum sergileyerek özgüvenini ve yaratıcılığını geliştirmeleri desteklenmeli,
- İlgi ve yeteneği doğrultusunda müzik etkinliklerine (şarkı söyleme, yaratıcı çalışmalar, araştırma) yönelmeleri sağlanmalıdır.

Dersin amaçları

Dersimizin birkaç amacı vardır. Bunlar;

1. Doğa Sporlarını yakından tanıma, Trekking ve Hiking alanlarına ait teknik bilgileri ve malzemeleri öğrenme,
2. Doğayı yakından tanıma ve koruma,
3. Doğadaki bilimi yaparak, yaşayarak öğrenme,
4. Matematik kavramlarını somut olarak öğrenme,
5. Doğal kaynakları koruma yollarını öğrenme,

6. Afet Risklerini öğrenme,
7. NBS hakkında bilgi öğrenme ve bilgilerini artırma,
8. Öğrencilerin dil ve ifade becerilerini geliştirme,
9. Verileri analiz ederek, iş birliği yoluyla yorumlama, birlikte çözüm yolları arama,
10. Erozyon koruması için orman bariyerleri, yangın olaylarından sonra selleri önlemek için bitki örtüsü, orman yangına dayanıklılığı artıran restorasyon, yangının yayılmasını önlemek için bitki örtüsü, yönetim ve planlama politikaları ve sürdürülebilir bir bio-ekonomiyi yakından öğrenme ve öğretmedir.

Dersin Kazanımları

1. Her öğrenci dersin sonunda Doğa sporlarını anlatan bir Infografik hazırlayacaktır.
2. Her öğrenci dersin sonunda Trekking ve Hiking hakkında bir Afiş hazırlayacaktır.
3. Her öğrenci dersin sonunda;
 - a. Toprak Erozyonu ile ilgili,
 - b. Ormanlarımızın dağılım haritası,
 - c. Orman Yangınlarının sebepleri ve önleme yolları hakkında bir e-Book hazırlayacaklardır,
4. Orman yangınlarını önlemek için neler yapılabilir konusunda bir fikir çalışması yapılacaktır.

Trends

Oyun Tabanlı Öğrenme: Doğayı yakından tanımak için oyunlaştırma ve oyun tasarımı yapılacaktır. Bu çalışma ile Beden Eğitimi, Matematik ve Fen bilgilerini kullanacaktır.

STEM Learning- müfredatlar arası bağlantı içeren öğrenmeye entegre yaklaşım

Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematikten iki veya daha fazla standart arasında.

Probleme Dayalı Öğrenme- öğrenciler, dijitalden ilham alan açık uçlu sorularla çalışacaklar.

Malzeme (orman yangınları, seller ve dağ afetlerinin fotoğraf ve videoları gibi)

21. Yüzyıl Becerileri

Bu öğrenme senaryosu sırasında birkaç yeterlilik geliştirilecektir:

Anahtar konular ve 21. Yüzyıl Temaları:

-Küresel Farkındalık; Çevre Okuryazarlığı, Öğrenme ve Yenilik Becerileri,

-Yaratıcılık ve Yenilik,

-Kritik düşünce,

-Sorun Çözme,

-İletişim,

-İş birliği. Öğrenciler gruplar halinde çalışırlar ve akranlarıyla iş birliği yapmaları gerekir.

-Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri: Bilgi Okuryazarlığı;

-BİT Okuryazarlığı.

Bu yeterlilikler, öğrenciler ilgili bilgileri edinirken ve seçim yaparken de ele alınacaktır. Riskleri belirlemek, uygun NBS'yi belirlemek ve seçmek için önceki disiplin bilgilerini harekete geçirmek gerekmektedir. Her riski önlemek için kitapçıklar veya posterler üretmek için BİT araçları kullanılacaktır. Sonuçların iletilmesinde ve çeviri sürecinde dil yeterlilikleri geliştirilecektir.

Etkinlikler

Aktivite Sırası	Yöntem	Zaman
Ders 1		

Konu hakkında sunum	<p>Doğa Sporlarını yakından tanımaları için;</p> <p>https://dogaspor.wordpress.com/2016/01/31/doga-sporu-nedir/</p> <p>Trekking ve Hiking Hakkında Bilgi;</p> <p>https://www.kisa.link/OwP6</p> <p>Bu videolar doğa sporları, trekking ve hiking hakkında bilgi edinmelerini sağlayacaktır.</p>	10 dk.
Ormanlar hakkında bilgilendirme	<p>Öğretmen Türkiye'deki ormanlar ve orman alanları dağılımı hakkında bilgi verir. Öğretmen, orman yangınlarını yönetme hakkındaki videoyu gösterir ve orman ve orman direncini yönetme kavramını tanıtır.</p> <p>-Yangın riskini önleme</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=uS-dTzQ9LAW</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=IJ4I4dS_TCc</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=y0zQRW57E8w</p> <p>Ormanlık Alanlarımız: https://cevresehgostergeler.csb.gov.tr/ormanlik- alanlarin-dagilimi-i-85782</p>	20 dk.
Öğretmen sorgulama ve grup tartışması	<p>Öğretmen Bazı sorular sorar;</p> <ol style="list-style-type: none">1. Doğa bir canlıdır ve nasıl nefes alır?2. Doğa sporları yapan insanlar neden açık alanı tercih eder?3. Doğa sporlarında zorlu şartlara karşı insanlar neler yapar?	20 dk.

	<p>4. Doğa ile içi içe olduğumuz bu şartları nasıl koruruz?</p> <p>5. Orman yangınlarının sebepleri (İnsandan kaynaklanan sebepler) nelerdir?</p> <p>6. Ülkemizin orman alanları nelerdir?</p> <p>7. Orman yangınlarında yanıcılığı azaltan bitkiler var mıdır?</p> <p>8. Yangınlardan sonra peyzaj nasıl yapılmalıdır?</p> <p>9. Gönüllülük nedir? Nasıl doğa gönüllüsü olabiliriz?</p> <p>Öğrenciler fikir üretecek ve her soruyu cevaplamaya çalışacaktır. Küçük gruplar halinde, tartışmalar yoluyla önceki bilgilerden yararlanacaklar. Bunlara cevap vermek için temaların ana fikirlerini yazmaları gerekmektedir. İş birlikçi bir araç ile sorular verilecektir. (Örneğin; Mentimetre veya diğer iş birlikçi araçlar)</p>	
Öğretmen sorgulama ve araştırma	<p>Önceki faaliyetten kaynaklanan öğrenci fikirlerinin değerlendirilmesidir. Bu bölüm; öğrencinin merakını artırmak için öğretmen tarafından araştırılacaktır. Bu konular hakkında daha fazla bilgi edinmeleri sağlanacaktır.</p>	5 dk.
Doğa sporları ve orman ilişkilendirmesi	<p>Öğretmen öğrencilere bazı araştırma materyalleri sağlar. “Bir doğa yürüyüşüne hangi malzemelere ihtiyacımız var? Doğada temizliği nasıl sağlarız? İnsandan kaynaklanan orman yangınlarına karşı ne tür tedbirler almalıyız?” (bkz. NBS kaynaklar bölümü) keşfedilecek ve nasıl yönetileceğini anlamak orman ve yangına karşı dayanıklılığın nasıl artırılacağı ile ilgili beyin fırtınası yapılacaktır. Öğrenciler NBS konusuyla tanıştırlılacak.</p>	15 dk.

Risklerin tanımlanması ve ormansızlaşma	Bu bölümde öğrencilere oyunlaştırma ile Doğa yürüyüşü yaptırılacaktır. Malzemeleri, yanına alacakları materyalleri tanıması ve ormanları yakından tanıması sağlanacaktır.	20 dk.
--	---	---------------

Ders 2

Grup çalışmaları, verilerin analizi ve mevcut sonuçlar	<p>Bu derste doğa da yürüyüş ve yürüyüş sonunda yapılacak kamp üzerine odaklanılacaktır. Yürüyüş sonunda kamp alanı olarak nereyi seçtik? Yemek pişirmek için ateş yakmamız gerekiyor, nasıl tedbir almalıyız? Kamp süresince ne tedbirler almalıyız?</p> <p>Afet riskleri ve NBS' yi belirlemeyi öğreneceklerdir.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Erozyonu önlemek için hangi ağaç türleri tercih edilmelidir? Neden bu tür seçilir? Ağaç ve Toprak arasındaki ilişkilendirme nasıl olmalıdır?2. Daha dağlık bölgelerde ağaçlandırma, çığ, sel vb. olayları önlemede diğer bir çözüm noktaları olmaktadır. NBS ile ne gibi çözümler bulunabilir?3. Geçtiğimiz yıl İzmir'de çok büyük yangınlar meydana geldi. Kaç m2 alan zarar görmüştür? Buraların yeniden ağaçlandırılması için neler yapılmalıdır? Gönüllük faaliyetleri neler olmalıdır?4. Doğada yeni faaliyet alanları oluşturmak için ne tür çalışmalar yapılmalıdır?	60 dk.
---	--	---------------

Araştırmaların web 2.0 araçları ile toparlanması	Dersin sonunda yapılan araştırmaların verileri değerlendirilir. 1. Önceki derste öğrenilen doğa sporları ile ilgili bir infografik hazırlama gerçekleştirilir. 2. Doğa konusunda afiş tasarımı yapılır. 3. Doğa sporları ile ilgili oyun tasarlanır (Action Bond, Geocaching programlarının kullanılması).	20 dk
Ders 3		
	Her öğrenci grubu, kendilerini tanımlayan bir poster veya kitapçık hazırlayacaktır. Doğa sporları yakından tanıtıldı. Afet riskinin önlenmesi için NBS tanımlandı (erozyondan korunma, yangın olaylarından sonra taşkınları önlemek için bitki örtüsü, yangına karşı dayanıklılığı artıran orman restorasyonu ve bitki örtüsü yangının yayılmasını önleme amaçlı olarak düşünülmelidir). Bu ders için müzik seçimi yapması istenecektir. Doğa ve orman yangınlarını sence hangi şarkı tanımlar? https://www.youtube.com/watch?v=bBFHK9QELjg Sen bir şarkı sözü yazmak ister misin?	80 dk.

Değerlendirme

Değerlendirme için oyunlaştırma çalışması yapılacaktır.

Doğa sporları için Wordwall ile oyunlaştırılmış bir değerlendirme

<https://www.wordwall.net/tr/resource/10335637>

<https://www.wordwall.net/tr/resource/10336376>

<https://wordwall.net/tr/resource/1241346>

Öğrenci Geribildirimi

Orman yangınları ve yangınları önleme için yaptığı araştırma sonuçları ile ilgili yaptığı afiş, e-Book, infografik ve oyun tasarımını kendi hazırlayacağı padlete yüklemesi ve linkini öğretmene vermesi düşünülmektedir.

Sonuç

Orman yangınlarına daha kısa sürede müdahale etmek için sence ne yapılabilir? Bir çözüm önerisi olarak ne söyleyebilirsin?

BÖLÜM 18: İLKOKULLARDA STEM ÇALIŞMALARI

Dr. Hasan UŞTU, Melek GÖKSU, Elif Pınar KUZUZU,

Nilüfer ALTINDAĞ SÖNMEZ, Esra BİLGİN & Yasemin SÜNGÜBAZ TOK

Bölüm Özeti: Bu bölümde ilkokullarda STEM çalışmaları ve STEM çalışmalarının önemi üzerinde durulacaktır. Aynı zamanda ilkokullarda STEM çalışmalarının tanıtımı yapılacaktır. Ayrıca bölümde ulusal ve uluslararası STEM çalışma örnekleri yer almaktadır. Bu kapsamda cevap bulacağımız sorular şu şekildedir: İlkokullarda STEM çalışmaları yapılabilir mi? İlkokullarda STEM çalışmaları nasıl olmalıdır?

18.1. Giriş

Çağımızdaki gerçek yaşam problemleri birçok disiplin becerisi gerektiren, bütünlük bir yapıya sahiptir. Bu bütünlük yapı gereği, ayrı derslerde birbirinden bağımsız olarak yapılan fen, matematik, mühendislik ya da sanat eğitimi; bu karmaşık problemlerin üstesinden gelemeyecektir ve de 21. yüzyıl becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesine imkân vermeyecektir. Bu nedendir ki son yıllarda bir disiplinin birden fazla disiplinle birlikte öğretilmesini ifade eden disiplinler arası öğretim kavramı daha da önem kazanmaya başlamıştır. Öğrenme ortamlarında disiplinler arası öğretimi sağlamaya yönelik yeni öğrenme yaklaşımları ortaya çıkmaya başlamış ve çoğu öğretim programı da disiplinler arası öğretime göre güncellenmiştir. Bütünlük STEM (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) eğitiminin de bunlardan biri olduğunu söyleyebiliriz. Örneğin; Millî Eğitim Bakanlığı en son 2017 yılında güncellenen öğretim programlarının tanıtımında, kazanımlarının gerçek yaşamla ilişkilendirilmesine özen gösterildiğini, her bireyin ilgisini çekebilecek, merak uyandıracak konulara ağırlık verildiğini ifade etmiştir. (MEB, 2017). Ayrıca MEB, 2023 Eğitim Vizyonu Raporunda da dersler arasında disiplinler arası bağlantıyı arttırmanın amaçlandığına ve bu amaca yönelik öğretmenlerin hem mesleki hem de kişisel gelişimlerinin destekleneceğine değinmiştir.

2023 Vizyon Hedefleri doğrultusunda hazırlanmış İlkokul Fen Bilimleri Öğretim Programında özellikle fen, matematik, teknoloji ve mühendislik, sanat ve başka disiplinleri bütünlükştirmeyi, problemlere disiplinler arası bakış açısı kazandırmayı, öğrencilerin buluş ve inovasyon yapabilme becerileri kazanmalarını sağlamayı ve edindikleri bu bilgi ve becerileri kullanarak öğrencilerin günlük hayatta ihtiyaçlarını karşılayan, problemlere çözüm sunan bir ürün oluşturmayı vadeden “Mühendislik ve Tasarım Becerileri” programda alana özgü yeni bir beceri olarak kabul edilmiş ve bu becerilere yer verilmiştir (MEB, 2018). Burada aslında

MEB'in yegâne amacının disiplinleri birbirleriyle bütünleştirerek eğitimde disiplinler arası öğretimi sağlamak olduğu anlaşılmaktadır. Bu sebeple, süreçte STEM eğitimi gibi disiplinler arası eğitim vadeden yaklaşımlar daha da öne çıkmakta ve önem kazanmaktadır.

18.2. İlkokullarda STEM Çalışmaları

Disiplinler arası, gerçek yaşam problemlerine dayalı ve uygulamalı yaklaşımların öğrenmede daha faydalı oldukları düşünülmektedir. 21. yüzyıl ile birlikte sanayi toplumu yerine daha çok bilgi odaklı toplumlar; akademik düşünme ile yaşam becerilerine ve teknoloji okuryazarlığına sahip nesillere olan ihtiyaçları ön plana çıkarmıştır. STEM; science, technology, engineering ve mathematics kelimelerinin bir araya gelmesiyle eğitim sistemine geçiş yapmış bir yaklaşımdır ve türkçemize de FeTeMM olarak entegre olmuştur. Bu yaklaşım, disiplinleri bütüncül olarak bir araya getirmekte ve 4C becerilerinin (critical thinking and problem solving, eleştirel düşünme ve problem çözme; communication, iletişim; collaboration, iş birliği; creativity, yaratıcılık) gelişimine fayda sağlamaktadır. Aynı zamanda buluş, öz yönelim, uyum, girişimcilik, inovasyon ve üretkenlik gibi birçok 21. yüzyıl becerilerinin de gelişimine katkı sağlamaktadır.

21. yüzyılda ülkelerin küresel ölçekte rekabet edebilmesi, emek tabanlı işgücünden ziyade merak eden, sorgulayan, araştıran, analitik düşünebilen, problem çözme becerisine sahip, öğrendiklerini gerçek yaşama aktarabilen yaratıcı, inovasyon yapabilen ve üretken bireylere sahip olmasına bağlıdır. P21 olarak ifade edilen bu beceriler; öğrenme ve yenilikçilik, dijital okuryazarlık, kariyer ve yaşam olmak üzere üç temel boyutta ifade edilmektedir. Gelen (2017) çalışmasında bahsettiği Amerika Birleşik Devletleri'nde 21 eyalette uygulanan ve 33 kurum tarafından desteklenen bir stratejik eğitim projesi olan "Partnership for 21st Century Learning (P21)" adlı proje, 21. yüzyıl becerilerinin program ve öğretimde uygulamalı ve değerli bir örnektir. Bu çalışmanın amacı, sadece ABD'de değil dünyanın çeşitli ülkelerinde de örnek alınmaya ve eğitim sistemlerinde uygulanmaya başlayan bu uygulama ve gelişmelerin farkına varılmasını sağlamaktır.

21. yüzyılda ülkelerin ihtiyacı olan insan gücünün yetiştirilmesi amacıyla son yıllarda eğitim programlarına yapılan değişikliklerle okul öncesinden yükseköğretime kadar çok geniş bir yaş grubuna P21 becerileri kazandırılmaya çalışılmaktadır. Bu becerilerin kazandırılmasında disiplinler arası öğretim ön plana çıkmakta, özellikle; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri birbirleriyle bütünleştirilerek öğretilmeye çalışılmaktadır. Aslında bir disiplinin başka bir disiplin ya da disiplinlerle bütünleştirilerek öğretilmesi olayı yeni bir olgu değildir. Uştü (2019) doktora tezinde; disiplinler arası öğretim ve özellikle disiplinleri birbirleriyle bütünleştirme ile ilgili çalışmaların 1935'li yıllara kadar uzandığını ifade etmektedir. Örneğin, Türkiye'de geçmiş yıllarda fen bilimleri disipliniyle özellikle teknoloji disiplini bütünleştirilmeye çalışılmış ve dersin adı "Fen ve Teknoloji" olarak isimlendirilmiştir. Fakat şimdiye kadar STEM eğitiminin tüm disiplinlerinin ya da STEM eğitimi ile ilişkili diğer disiplinlerin birbirleriyle bütünleştirilmeye çalışılması ilk kez STEM

eğitiminin ortaya çıkmasıyla başlamış yeni bir olgudur. Okul öncesi eğitimden üniversiteye kadar tüm kademeleri kapsayan STEM eğitiminde temel seviye olan ilkökul ve ortaokul kademesinde programın uygulanmasına daha çok dikkat edilmelidir. Özellikle oyun çağından okul çağına geçişin sert olmamasına dikkat edilmeli; gizil öğrenmelerin yerini daha çok formal öğrenmeler aldığı için öğrenme modellerinde çocukların sorumluluk sahibi olduklarının farkına varılmalıdır. Azgın ve Şenler (2019) çalışmalarında erken yaşlarda çocukların farkındalık ve tutum geliştirmesiyle ilgili “erken yaşlarda geliştirilen bu tutumların, özel bir durum olmadığı sürece, kolay kolay değişmeyeceği” (s.219) görüşüne yer vermiştir. Bu nedenle “ilerleyen eğitim seviyeleri için ilkökul düzeyindeki öğrencilerin STEM’e yönelik olumlu tutumları son derece önem taşımaktadır” (Azgın ve Şenler, s.219). Soyut becerileri tam oturmamakla beraber, somut etkinliklerin sayısı artırılarak STEM modeli derslere ve günlük hayata entegre edilmelidir. Öğrenciler bilimsel tutum ve bilimsel süreç becerilerini bu dönemlerde kazanmakta ve kazanılan bu tutum ve becerilerinin gerçek yaşamla bağdaştırılması kolaylaşmaktadır. Bu nedenle; 4. ve 5. sınıfın sonuna kadar öğrencilerin STEM alanındaki teorik, sürece ve uygulamaya yönelik yetkinliklerini en yüksek seviyeye ulaştırması, STEM eğitimiyle ilgili meslekleri tanınması, STEM eğitimiyle ilişkili olan diğer disiplinlerle bütünleştirme becerisi kazanması beklenmektedir. Bu kademe öğrencilerin karmaşık problemleri çözme, küresel sorunları araştırıp çözüm üretmeye çalışma, gerçek yaşam problemleriyle yüzleştirilerek ve otantik deneyimler yaşatılarak, bu problemleri analiz etme, çözme ve yaratıcı çözümler üretme gibi yeterlilikleri STEM eğitimi sayesinde kazanmaları hedeflenmektedir. Ayrıca bu süreçte öğrenciler proje tabanlı, probleme dayalı ve sorgulayıcı öğrenme yaklaşımlarını kullanarak anlamlı, ilgili, amaçlı öğrenme deneyimlerini de yaşamaktadır. Uştü (2019), bu kademedeki öğrencilerin STEM meslek alanlarını tanınmasıyla ilgilerine göre mesleklere yöneldiğini belirtmektedir. Uştü’nun (2019) çalışmalarında erken dönemde STEM eğitimiyle ilgili gerçekleştirilen etkinlik ve girişimlerin öğrencilerin bu alana yönelik algı ve tutumlarının olumlu yönde etkilendiği ifade edilmektedir.

STEM çalışmalarında ilkökul seviyesinde sadece sınıf bazlı etkinliklere değil; okul dışı öğrenme etkinliklerine, bilgisayarsız ve bilgisayarlı kodlama uygulamalarına ve gündelik hayat problemlerine odaklı çalışmalara da yer verilmelidir. Uştü (2019) çalışmasında; öğrencilerin STEM alanında başarılı olmaları ve kariyer seçimlerinde etkili olmak için, eğitim sürecinde erken yaşlardan itibaren müdahale edilerek onlara STEM alanında bir temel kazandırılması gerektiğini belirtmiştir. STEM eğitimi, özellikle ilkökul kademesinde, Türkiye’de yeni bir alandır. İlkokul öğrencilerinin STEM’e ilişkin tutumları bilim merkezine gitme, ders içi ve ders dışı deney yapma, derste laboratuvar, tablet ve akıllı tahta kullanma, proje ödevlerine ilgi duyma, proje yarışmalarına katılma, bir uzmandan STEM konularında bilgi alma durumlarına göre farklılık göstermektedir. İlkokul öğrencilerinin STEM’e ilişkin tutumları cinsiyete, okul türüne göre de farklılık göstermektedir.

0-6 yaş sonrası eğitimde öğrencilerin tasarım yapma kabiliyetleri artmakta ve buna bağlı olarak STEM etkinliklerinde başarılı olma oranları da artmaktadır. Daha somut sonuçlar

ile başarıları artmakta ve motivasyonları yükselmektedir. Erken yaşlarda tanışma onlarda olumlu tutum geliştirme ve pozitif algı oluşturma gibi etkiler oluşturmaktadır. Uştu (2019) çalışmasında; STEM çalışmalarının erken yaşta tanıtılmasının, öğrencilerin STEM alanında deneyim kazanmasına, böylece STEM alanında başarılı olacaklarına inanmalarına ve cesaretlenmelerine katkı sağlayacağına dikkat çekmiştir

Dünya ülkelerinde ilkökul seviyesinde STEM etkinliklerinin sayısı artmakta; eğitim faaliyetlerinde hem kısa hem uzun vadeli planlamalarla vizyonlarını almaktadırlar. Çekirdekten yetişen nesil ile beraber aranan becerilere sahip insan gücü sayısı da artmaktadır. Bir eylem planı ile beraber okul öncesinden başlanarak gerekli çalışmalar artırılmalıdır. Z kuşağı dediğimiz öğrencilerimiz işe başladıklarında belki de hiç bilmedikleri işlerin içinde kendilerini bulacaklar ve burada en iyi olabilmenin yolu, ilkökul hatta okul öncesinden başlanarak STEM eğitim yaklaşımı ile yetiştirilmeleridir. Uştu (2019); ilkökul düzeyinde yapılan STEM çalışmalarının STEM eğitime giriş sağladığı, bunun yanı sıra STEM farkındalığının başladığı, öğrencilerin doğuştan gelen STEM alanlarındaki becerilerini keşfederek ileriki yaşlarda STEM eğitiminde daha teşvik edilebilir olduklarını belirtir. Bu nedenle, yapılan çalışmalarda ilkökul kademesinde verilecek STEM eğitimi hakkında bilgi vermenin yanı sıra STEM eğitime yönelik algılarını ve farkındalık düzeylerini ortaya çıkarmaya odaklanıldığını belirtmiştir. Günümüz eğitiminde 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirmek için erken yaşta STEM eğitiminin verilmesi önemlidir. Bu yüzden ilkökul düzeyinde STEM alanında yapılacak örnek çalışmalara daha çok ihtiyaç duyulmaktadır.

18.2.1 İlkokullarda STEM Çalışmalarının Önemi

Çocuklar meraklıdır. Dünyayı tanımaya ve algılamaya küçük yaşlarda başlarlar. Doğdukları andan itibaren çevreyi gözlemleyerek keşfetmeye eğilimlidirler. Sonraki yıllarda bu eğilim soru sorarak öğrenmeye dönüşür. Somut işlemler döneminde çocuklar materyal üzerinden öğrenme yani somut şekilde öğrenme eğilimindedirler. Materyal üzerinden öğrenen bireyler öğrenmeyi; yaparak, yaşayarak, deneyimleyerek ve görerek gerçekleştirdikleri için bilgi daha kalıcı ve yorumlamaya daha açık bir hal alır. Fakat matematik ve fen bilimleri kavramlarının birçoğu soyuttur. Bu sebeple öğrencilerin bu derslere olan ilgi ve becerilerini artırmak için disiplinler arası yeni öğrenme metotları kullanılmalıdır. Ayrıca günlük hayat problemlerinin çözümü disiplinler arası yaklaşımlardan geçerken, okullarda disiplinlerin ayrı ayrı verilmesi öğrencileri bu konuda olumsuz etkilemektedir. Bu sebeplerle öğrencilere disiplinler arası yaklaşımların hem akademik anlamda hem de sosyal günlük hayatta benimsetilmesi son derece önemlidir.

Çocuklar akranlarıyla ve büyükleriyle aynı ortamda bulunarak yalnızca sosyalleşmekle kalmaz aynı zamanda ister istemez birçok bilgi alışverişinde bulunur. Bu yüzden eğitim kurumları arasında oldukça önemli bir yere sahip olan okul öncesi ve ilkökul kademeleri, daha sonraki eğitim süreçlerinin de temelini oluşturmaktadır. Azgın ve Şenler (2019), yapılan araştırmaların erken yaşlarda çocukların farkındalık ve tutum geliştirebileceğini gösterdiğini

ve özel bir durum olmadığı sürece, kolay kolay değişmeyeceğini ifade etmişlerdir. Sanayi Devriminden sonra hızla gelişen teknoloji ve küreselleşme olgusu dünyayı hızlı bir gelişmeye itmektedir. Çünkü endüstri 4.0 çağı, temel okuryazarlık becerisine sahip olma zorunluluğunun yanı sıra teknoloji okuryazarlığını da zorunlu hale getirmiştir. STEM eğitimi ile öğrencilerin araştırma, sorgulama, problem çözme, yaratıcı düşünme ve üretme gibi 21. yüzyıl becerilerine ve yeterliliklerine sahip bireyler olarak yetiştirilmesine katkı sağlanmaktadır. Jacobs (1989:8) bireylerin multidisipliner eğitim odaklı olarak yetiştirilmesi gerekliliğinin 20. yüzyıl sonlarında anlaşıldığını ifade ederek bu durumun önemini vurgulamıştır. Bu nedenle her geçen gün değişen, gelişen teknoloji ve bilim dünyasına uyum sağlamayı bilen bireyler yetiştirmek için ülkeler çeşitli eğitim metotları geliştirmişlerdir.

Bilim ve teknoloji alanlarında yaşanan hızlı değişimlerle orantılı olarak endüstri 4.0 çağında yeterli becerilere sahip bireylere olan ihtiyaç da artmaktadır. Türkiye’de nitelikli işgücüne sahip insanlara olan ihtiyaç küçümsenmeyecek seviyede olup, her geçen yıl bu gereksinim daha da artmaktadır. Ülkemizde, günümüz insanların ve toplumun ihtiyaçlarına cevap verebilecek nitelikli işgücüne sahip bireylerin yetiştirilmesi STEM eğitimi anlayışının ve uygulamalarının erken yaşta çocuklara benimsetilmesi ve kazandırılmasıyla mümkündür (Başaran, 2018; Başaran, Kayıran ve Özyurt, 2018). Millî Eğitim Bakanlığı’nın 2017 yılında yayınladığı Fen Öğretim Programında, bilimsel çalışmaların artırılması, zorlu rekabet şartlarına uyum sağlayabilecek fen ve mühendislik becerilerinin kazandırılması ve ayrıca ülkemizin teknolojik ve sosyo-ekonomik gelişimine yönelik çalışmaların artırılmasının üzerinde önemle durulmuştur (MEB, 2017). Bu kabiliyetlere sahip öğrenciler yetiştirmek, ülkelerin ekonomik ve teknolojik gelişmelerden geri kalmaması için gereklidir. Bu nedenle, erken çocukluk döneminden itibaren bu yeterliliklerin çocuklara kazandırılması son derece önemlidir.

Öğrenme; aktif bir oluşumdur, yaşantılar sonucu meydana gelir. Doğal olarak günlük hayatımız ve günlük hayat problemlerimiz bize çok şey öğretir. Dolayısıyla öğrencilerde daha verimli bir öğrenim oluşması için disiplinler arası yaklaşım ile günlük hayat problemleri bir arada kullanılmalıdır. STEM eğitimi, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmekle kalmayıp aynı zamanda öğrencilere disiplinler arası bir eğitim sunarak günlük hayat problemlerini çözüme kavuşturmada yardımcı olur. Millî Eğitim Bakanlığı’nın hedefleri ve ülkemizin gelecek yıllarda gelişmiş ülkelerle rekabet edebilecek seviyeye gelmesi, şüphesiz STEM öğretiminin her seviyede öncelikli olarak kazandırılmasının hedeflenmesini gerektirmektedir. Fakat STEM ve ilkökul arasında diğer eğitim kademelerine göre daha kritik ve önemli bir bağlantı vardır. Çünkü STEM’in disiplinler arası yapısı ilkökulun bütünleşik yapısıyla birbirini tamamlar. Bu yüzden öğrencileri ilkökoldan itibaren STEM ile tanıştırmak büyük önem arz etmektedir. Aynı şekilde ilkökul, STEM eğitiminin en uygulanabilir olan ve en verimli çıktılarının alınabildiği kademedir.

STEM eğitimi kuramsal bilgilerin pratiğe ve ürüne dönüştürülmesine imkân sağlar. Günlük hayat temelli öğrenmeler daha kıymetli ve daha akılda kalıcıdır. Eren (2019); Dale'in Yaşantı Konisi verilerinin bunu desteklediğini söylemektedir. Öğrenciler yaparak ve yaşayarak öğrendikleri şeylerin %90'ını hatırlar. STEM öğretimi disiplinler arası bir yaklaşım olması dolayısıyla öğrenciler yaparak ve yaşayarak birçok konuyu bir materyal üzerinden algılama şansı bulur. İleriki zamanlarda ortaya çıkacak meslekler için çok yönlü düşünebilen, üretken, problemleri yaratıcı yollarla çözüme kavuşturan bireyler gereklidir. Bu yüzden STEM eğitimi öğrencilerin ileriki yaşamlarını da son derece etkilemektedir. Ayrıca mesleki fikirlerin erken yaşlarda ortaya çıktığı dikkate alındığında öğrencilerin, STEM kariyerlerine olan ilgisini erken yaşta belirlemek önem taşımaktadır. Çocuklar erken yaşta bilim ve mühendislikle tanıştırılırsa doğuştan gelen merak duygularını desteklemek ve geliştirmek mümkündür.

STEM eğitiminin faydaları akademik olmakla da kalmamaktadır. Erken yaşlardan itibaren günlük hayat problemlerini çözen bireyler ileriki yaşamlarında daha donanımlı ve özgüvenli olacaklardır. Bundan dolayı öğrencilerin Fen Bilimleri, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarında edindikleri bilgileri bir bütünün parçaları şeklinde görmelerine sebep olan STEM eğitimi dünyada pek çok ülkenin eğitim-öğretim programlarına dâhil edilmektedir (MEB, 2016). Bu yüzden pratik sürecinde önemli bir rolü olan öğrencilere, zihinlerinde oluşturduklarını gerçeğe dönüştürebilme, öğrendiklerini farklı durumlara taşıyabilme, yaratıcılıklarını arttıran ve problem çözme yeteneklerini geliştiren ve edinmeleri gereken 21. yüzyıl becerilerini destekleyen uygulamalar yapılmalıdır.

Öğrencilerin öğrendikleri, genellikle bilgi ve kavrama düzeyinde kalmaktadır. Fen okuryazarlığı potansiyelini artırmaları, edinilen bilgilerin düzeylerini geliştirmeleri ve kalıcı öğrenmeyi sağlayıp öğrendikleri bilgileri günlük hayatta kullanmaları için İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında yapılandırmacı yaklaşım ilkesi esas alınmıştır.

Erken yaşlarda edinilen STEM kazanımlarının sorgulama odaklı yararlarına ek olarak; öğrencilerin eğitimleri boyunca her geçen gün yenilerinin eklenmeye devam ettiği bilimsel terimleri kullanması da desteklenmektedir. Bu yöntem ile öğrencilerin gelecekte soyut kavramları kolaylıkla öğrenebilmeleri ve kavrayabilmeleri sağlanmaktadır.

Akkoyun (2020) yaptığı çalışmada STEM eğitime sahip bireylerin yetiştirilmesinin, öğrencilerin bu alana yönelik ilgilerinin artırılmasının ve STEM alanındaki meslek alanlarına yönlendirilmesinin sağlanabilmesi için ilköğretim politikalarının önem arz ettiğini belirtmektedir. Ayrıca Akkoyun (2020) çalışmasında; ilköğretimde STEM anlayışını ve uygulanmasını savunan bireylerin, STEM eğitimi uygulamaları ile öğrencilerin günlük yaşantılarında karşılaşılabilecekleri problemlerin çözümüne yönelik ilgi, istek ve motivasyon düzeylerinin artırılmasında, öğrencinin başarıya ulaşma motivasyonunun sağlanmasında, öğrencilerin STEM alanındaki meslek gruplarına yönlendirilmesinin yapılmasında ve

yeniliklere uyum sağlayan üretken bireyler yetiştirilmesinde etkili olduğunu savunduklarını ifade etmiştir.

18.2.2. İlkokullarda STEM Çalışmalarının Tanıtımı

Küreselleşen dünyanın getirisi olan bilim ve teknolojiadaki gelişmeler ile artık bireylerin 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler olmaları beklenmektedir. 21. yüzyıl becerileri deyince akla teknolojik gelişmelerin takibinin ve kullanımının yanı sıra eleştirel düşünen, sorgulayan, yaratıcı düşünen bireylerin yetiştirilmesi artık küreselleşen dünyanın bir gerekliliği olarak görülmektedir. Yıldırım ve Türk (2018), Özcan ve Koştur (2018) ve Akyıldız (2020) yaptıkları çalışmalarda 21. yüzyıl becerilerinden sayılan STEM (Science-Technology-Engineering-Mathematics) eğitiminin de küçük yaşlarda vermeye başlanmasının önemini vurgulayarak, bu yaşta kazanılan deneyimlerin daha etkili ve kalıcı olduğunu belirtmişlerdir. Ülkemizde ilkokul düzeyinde yürütülen STEM çalışmalarının incelenmesi yapıldığında; 7-12 yaş aralığında olan çocukların “Somut İşlemler Dönemi”nde oldukları için öğrendikleri bilgileri somutlaştırmalarının yanı sıra öğrendikleri bilgileri günlük hayatla ilişkilendirebilme becerilerinin de çok önemli olduğu vurgulanmıştır. Böylece çocukların hayal güçlerini kullanarak, karşılaştıkları sorunları disiplinler arası yaklaşımla analizlerini yapacak ve buldukları çözümleri somutlaştırarak problem çözme becerilerine sahip olacakları vurgulanmıştır.

Özkan (2019) çalışmasında; STEM eğitiminin ilkokullarda verilmesinde STEM eğitimi verecek öğretmenlerin yetiştirilmesi için yapılacak hizmet içi eğitimlerde akademik iş birliğinin yapılması, Bakanlığın STEM eğitimlerine yönelik kaynak oluşturması ve bu çalışmaların öncelikle pilot bölgelerde uygulanarak, yaşanan aksaklık ve sorunların uygulama öncesi giderilmesi gibi daha önce yapılmış çalışmalarda sunulan önerilerden bahsetmektedir. Öneriler göz önünde bulundurulduğunda STEM eğitimi, eğitim öncesi, eğitim verecek kişilerin yeterliliği ve eğitim yerlerinin tanımlarının yapılması önerilmektedir.

Sarı ve Katrancı (2020), öğrencilerin STEM uygulamalarında yaşadıkları olumsuz duyguların nedenlerini işbirlikçi çalışma ortamının sağlanamadığından fikirlerinin önemsenmemesi ve sınıf içi oluşan gürültü ortamından rahatsızlık duymaları olarak belirtmişlerdir. STEM uygulamaları öğrenciyi merkeze alan ve öğrenmeyi eğlenceli hale getiren bir disiplinler arası yaklaşımdır. Uygulamada yaşanabilecek olumsuzlukların en aza indirilmesi STEM çalışmalarının okullarda tanıtımının uygun şekilde yapılması ile doğru orantılıdır (Özkan, 2019). Özellikle küçük yaşlarda STEM uygulama tanıtımlarının doğru yapılmasıyla eğitimde hedeflenen parça öğreniminden çok bütünlük yaklaşımıyla var olan durumu gerçek yaşamla bütünleştirilmesi, gerçek yaşamla bütünleştirilen durumun içselleştirilerek, çocukların öğrenmeyi aktif olarak gerçekleştirmeleri sağlanacaktır.

STEM eğitiminin hedeflenen şekilde ilkokullarda uygulanması üzerine yapılan araştırmalarda ise Özkan (2019)’a göre; öğretmenler, fen bilimleri dersinin diğer disiplinlerle

ilişkilendirilmesinin, öğrencilerin disiplinler arası becerilerinin gelişmesine pozitif yönde katkı sağlayacağını belirtmişlerdir. Aslan ve Bektaş (2019) fen bilgisi öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmada; fen bilimleri sadece fizik, kimya ve biyoloji ile kalmayıp sosyal bilimler, doğa bilimleri gibi birçok disiplinle ilişkilendirildikleri; bu nedenle fen bilgisi öğretmen adaylarının daha anlamlı bir fen bilgisi eğitimi ve öğretimi yapabilmeleri için fen biliminin birçok disiplinle ilişkilendirilmesi ve bu adayların da bu ilişkilendirme ve tanımlamaların dikkate alınarak yetiştirilmesi gerektiğini belirtmiştir.

18.3. Örnek STEM Çalışmaları

Temel olarak STEM eğitiminin amacı, 21. yüzyıl becerilerini kullanarak ve disiplinler arası çalışarak problem çözebilen ve üreten insanlar yetiştirmektir diyebiliriz.

Bu yaklaşımda öğrencilere STEM disiplinlerinde çalışan uzmanlar gibi çalışabilecekleri öğrenme ortamları sağlanmalıdır. Bunun için öğrenciler, gerçek bir yaşam problemi ile karşılaştırılmalıdır. Bu problem durumunda öğrencilerden bilim ve matematik yöntemlerini, mühendislik becerilerini ve teknoloji tasarım uygulamalarını kullanarak çözüm üretmeleri beklenmektedir. Öğrenme süreçlerinin bu şekilde tasarlanması ile öğrenciler, STEM okuryazarı olarak yetiştirilir. İlkokullarda bir öğrenme yöntemi olarak STEM eğitimi, kesinlikle kullanılmalıdır. İyi planlanmış STEM etkinlikleri ile oluşturulan öğrenmeler sonucunda öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmaları sağlanır.

İlkokullarda uygulanan STEM eğitiminin ulusal ve uluslararası STEM örnekleri aşağıda paylaşılmıştır.

18.3.1.SERA STEM ÇALIŞMASI

Bu STEM çalışması 9 yaş üzeri öğrencilerle, Portekiz’de uygulanmıştır (EU, 2021). STEM çalışması ile hedeflenen kazanımlar bitkilerin büyüme şartları, bu şartların gözlenmesi, kontrol edilebilen şartlarda bitkilerin büyümelerini sağlamak amacıyla matematik, mühendislik ve teknoloji desteğiyle sera oluşturmaktır. Bu etkinlikte kullanılan matematik konuları; sayılar, düz şekiller, ölçü-uzunluk, alan ve hacim, problem çözme ve veri işlemedir.

Öğrencilere gerçek dünya problemi olarak, hazırlanan senaryo uyarınca, "Bir arkadaşım Avustralya'ya taşınması gerektiğinde bana bu bitkileri verdi. Yazın geri dönecek ve bitkiler konusunda çok endişeliyim. Uzun kışı atatabilmeleri için onlara bakmama yardım eder misin?" diyerek STEM çalışmasına başlanır. Daha sonra bunun için bir sera yapılabileceği fikri üzerine yoğunlaşılır ve üç veya dört kişilik gruplarla çalışmalar başlar. Öğrenciler grup çalışmaları uyarınca araştırmalarını, sera yapımı için gerekenleri, bitkiler için serada olması gereken ısı, sıcaklık, toprak, hava, ışık gibi şartların nasıl olacağını, bunun için gereken ölçümleri ve araştırmaları yaparak belirlerler. İşlevselliğinden ödün verilmeksizin düşük maliyette bir sera tasarımları gerekmektedir. Öğretmen soracağı sorularla (Bitkiyi nasıl

sulayacaksınız? Serayı inşa ettikten sonra taşıyabilecek misiniz? Işığı iyi kullanıyor musunuz? Bitki büyüdüğünde seraya sığar mı? Sera rüzgâra ya da yağmura maruz kalırsa dayanacak mı?) öğrencilerin sera yapımı için öngörmesi gerekenler konusunda rehberlik eder. Öncelikle seranın çizimi yapılır, daha sonra atık malzemeler ile (pipet, yapışkanlı bant, sıcak tutkal, streç film vb.) sera oluşturulur. Bu aşamada ilkökul öğrencilerinden prototip düzeyinde kalmaları beklenebilir. Değerlendirmeler; zamanlama, motivasyon ve öğrenci katılımı, grup iş birliği hem teknik hem de bilimsel açıdan planlandığı gibi etkinlik geliştirme, öğrencilerin ilgili matematiksel ve bilimsel kavramlar hakkındaki bilgileri, sınıfta iş birliği ve saygı kriterlerini içeren bir rubrikle yapılabilir.

NOT: Bu STEM etkinliğinde, öğretmen aşağıdaki sorularla öğrencilere araştırmaları için rehberlik yapabilir.

- Bitkiler hayatta kalmak için neye ihtiyaç duyar?
- Neden bitkilere ihtiyacımız var?
- Üzerinde güneş parladığında bitkiye ne olur?
- Bir sera nasıl olabilir?
- Seralara neden bazı ülkelerde diğerlerinden daha fazla ihtiyaç duyuluyor?
- Bir sera için hangi farklı şekiller var?
- Eskiz çizerken neden ölçek kullanırız?

18.3.2. Zamanın Keşfi (Güneş Saati) STEM Çalışması

Bu STEM etkinliğinde 4.sınıf Fen Bilimleri dersinin “Yer Kabuğu ve Dünyamızın Hareketleri” ve “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” ünitesi ana disiplin olarak alınmıştır (Uştu, 2019). Matematik dersi konularından ise zamanı ölçme, açı ölçme, veri analizi, grafik oluşturma konularını içermektedir. Çalışma iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada öğrencilere problem durumu olarak “okulumuzun avlusunda küçük bir çiçek bahçesi yapmak istiyoruz. Müdür Bey çiçek bahçesinin okulumuzun bahçesinde bulunan ağacının etrafına yapılmasını istiyor. Buraya güneş ışığını çok seven türden bir çiçek ekmek istiyoruz. Eğer çiçekler güneş ışınlarını gün boyunca alamazsa büyümüyorlar ve büyük ve güzel çiçekleri olmuyor. Bahçenin tam ortasında da ağacı ve gölgesi var biliyorsunuz. Bu nedenle çiçekleri ağacın gölgesinin geldiği güneş ışığını almayan yerlere dikmemiz gerekiyor. Bu nedenle sizin yardımınıza ihtiyacım var. Çiçekleri gün içerisinde her zaman güneşi almaları için bahçenin nerelerine ekip, nerelerine

ekemeyeceğimizi nasıl belirleyebiliriz?” denir. Böylece öğrencilerden güneşin bir gün boyunca hareketini gözlemleri ve çiçek ekilmemesi gereken alanları belirlemeleri beklenir. Sınıf 5 gruba ayrılır. Bu aşamada bahçenin yerine mukavva bir zemin, ağacın yerine de bir kalem kullanılarak bahçenin küçük bir maketi her grup için gözlem yapabilmek amacıyla hazırlattırılır. Bu ilk etkinliğin amacı, öğrencilerin bir gün boyunca güneşin hareketini gözlemleyerek bahçede ağacın gölgesinin nerelere gelip gelmediğini tespit ederek nereye çiçek ekilip etkilemeyeceğini belirlemeye çalışmalarıdır ve bu sayede güneşin günlük hareketini gölge oluşumunu ve hareketini fark ederek güneş saatlerini tasarlama yolunda ilk adımı atacaklardır.

Etkinliğin ikinci aşamasında ise problem durumu olarak “Gördüğünüz gibi aynı ağacın gibi cisimlerin gölgeleri güneşin gökyüzündeki hareketine göre değişmektedir. Cisimlerin gölgesinin boyu ve genişliği günün değişik zamanlarında farklı olmakta. Evet, şimdi bir ıssız adada olduğunuzu varsayalım. Burada gün içerisinde geçen zamanı belirlemek istiyorsunuz. Çünkü günü en iyi şekilde değerlendirmek, akşam olmadan işlerinizi bitirmek için akşama ne kadar zaman kaldığını bilmek istiyorsunuz. Güneşin gökyüzünde hareket etmesi nedeniyle ağaçların ve kayaların gölgelerinin hareket ederek boyunun ve genişliğinin değiştiğini gözlemlediniz. Bu durumda zamanı nasıl ölçebiliriz” denir. Burada öğretmen öğrencilere güneş saati yapmaları gerektiğini doğrudan vermez. Öğrencilerin sınıfla tartışmaları sonucunda bu fikre ulaşmalarını sağlar. Mukavva kağıdına bir kalem monte edilir ve güneş yerine de el feneri kullanılarak kalemin gölgesine göre gerekli çizimler, işaretlemeler yaparak güneş saati oluşturulmaya çalışılır. Tasarımlar yapılır. Tasarımları için bir marka ve logo belirlemeleri istenir. Güneş saati sunumlarını her grup yapar. Bu sunumlarda güneş saatinin nasıl yapıldığı, nasıl sorunlarla karşılaşıldığı, bu sorunların nasıl aşıldığı, saatler için seçilen marka ve logoların ne olduğu anlatılır. Bu aşamada hazırlanan bir rubrik ile değerlendirme yapılır.

NOT: STEM etkinliği boyunca öğretmen aşağıdaki sorulara benzer sorularla öğrencilere rehberlik eder.

- Geçmişten günümüze zaman ölçme araçları nelerdir?
- Güneşin ışınlarına göre hareket eden bitkiler var mı?
- Cisimlerin gölgeleri de güneş ışınlarının geliş açısına göre hareket eder mi?
- Güneşin hareketlerine göre çalışan ve zamanı belirlememize yarayan saatler var mıdır?
- Güneş saati nasıl yapılır, sizce hangi araç gereç ve malzemelerin kullanılması gerekir?
- Gölge çubuğunu nereye, hangi açıda koymamız gerekir sizce?

- Çubuğun uzunluğu ne kadar olmalı?
- Güneş saatinin üzerinde zaman dilimlerini nasıl işaretlememiz gerekir?

18.4. Kaynaklar

Akkoyun, M. N. (2020). *STEM Eğitimi Almış Sınıf Öğretmenlerinin Fen Bilimleri Öğretiminde Yaşadıkları Kaygı Düzeyleri ve STEM Temelli Ders Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul.

Akyıldız, T. Y. (2020). *Eğitim Yöneticilerinin STEM Eğitimi Farkındalığının Çeşitli Değişkenlere Göre Değerlendirilmesi*. Şanlıurfa: Harran Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Aslan, F. ve Bektaş, O. (2019). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Uygulamaları Hakkında Görüşlerinin Belirlenmesi. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 17-50.

Azgın, A. O., & Şenler, B. (April 2019). STEM in Primary School: Students' Career Interest and Attitudes. *Journal of Computer and Education Research*, 213-232.

Başaran, M., Kayıran, B. K. ve Özyurt, M. (2018). İlkokul Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin STEM Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri. *Journal of Turkish Studies*, 13(4), 65-82.

Başpınar, A., ve Hacıoğlu, Y. (2020). Bir Sınıf Öğretmeni ve Öğrencilerinin İlk STEM Eğitimi Deneyimleri. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(22), 1- 23.

Eren, H. (2019). *İlköğretimde Temel Astronomi Konularının FeTeMM (STEM) Kullanılarak Öğretimi*. (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

EU (2021). STEM4math. <https://www.STEM4math.eu/pt-pt/estufa#context>

Gelen, İ. (2017). P21-Program ve öğretimde 21. yüzyıl beceri çerçeveleri (ABD Uygulamaları) *Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 15-29

Jacobs, H. H. (1989). *Design options for an integrated curriculum*, H.H. Jacobs (Ed). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

MEB. (2018). *STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabı*. Ankara: MEB.

Özcan, H. ve Koştur, H. İ. (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretmenlerinin STEM Eğitimine Yönelik Görüşleri. *Sakarya University Journal of Education*, 8(4), 364-373.

Özkan, R. (2019). *Sınıf Öğretmenlerinin Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programına Eklenen Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamalarına Yönelik Görüşlerinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Ağrı.

Pehlivan, K. ve Uluyol, Ç. (2019, Aralık). STEM ve Eğitimde Uygulama Örneklerinin İncelenmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 848-861.

Uştu, H. (2019). *İlkokul Düzeyinde Bütünleşik STEM/ STEAM Etkinliklerinin Uygulanması: Sınıf Öğretmenleriyle Bir Eylem Araştırması*. Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Doktora Tezi.

Yıldırım, B. ve Türk, C. (2018). STEM Uygulamalarının Kız Öğrencilerin STEM Tutum ve Mühendislik Algılarına Etkisi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (30), 842-884.

BÖLÜM 19: STEM ÖĞRETMEN YETERLİLİKLERİ

Yeşim GÖRGÖZ & Dr. Büşra BOZANOĞLU

Bölüm Özeti: Bu bölümde öncelikle STEM Öğretmen Yeterliliğinin tanımı yapılmış olup STEM Uygulamalarında STEM Öğretmen Yeterliliklerinin Rolü açıklanmaya çalışılmıştır. STEM Öğretmenlerinin yetiştirilmesi uygulamalarındaki eksiklikler ortaya konulmuştur. Ayrıca Türkiye, ABD, İngiltere, İsrail, Litvanya, Almanya, Estonya ve Bulgaristan'daki STEM Öğretmen Yeterlilikleri Uygulamaları Çalışmalarına örnekler verilmiştir.

19.1. Giriş

“Hızla gelişen teknoloji ile toplumun işgücü ihtiyacı yön değiştirmiş, içinde bulunduğumuz bilişim çağında yaratıcı mühendislik uygulamaları ön plana çıkmıştır” (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015, s. 10). Buna bağlı olarak işgücünü yetiştiren eğitim kademelerinde de değişime gidilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkan STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) eğitim modeli fen, matematik, teknoloji ve mühendisliğin ilk, orta, lise ve yükseköğretimde ilişkili olarak öğretilmesini hedeflemektedir. Son yıllarda ülkemizde de etkisini gösteren STEM eğitimi yeni becerilerin edinilmesi, yaratıcılığın, yenilikçiliğin ve girişimciliğin desteklenmesi, meslekler arası geçişin sağlanması ve yeni mesleklere uyum sağlama yeteneğinin kazandırılmasında önemli role sahiptir (Saralar-Aras, 2021).

19.2. STEM Öğretmen Yeterlilikleri

STEM, disiplinler arası yeni bir öğretim sistemi olarak ifade edilir. **STEM öğretmeni** ise öğrenciye düşünme odaklı çalışmalar yürütülmesinde yardımcı olur. Öğrencinin motivasyonunu artırırken bir yandan da yeteneklerini öne çıkarmasını sağlar. Bunu yaparken de öğretmenin 21. yüzyıl becerilerine ve yeterliliklerine sahip olması gerekmektedir. Bu yeterlilikler bir sonraki başlıkta sıralanmıştır.

19.2.1. STEM Öğretmen Yeterliliklerinin Tanımı

STEM Öğretmen Yeterlilikleri şu maddelerle aktarılabilir:

- STEM eğitimi ile ilgili talimatları proje tabanlı öğrenme yoluyla dağıtmak

- STEM programı ve metodu, yapılan araştırmalarla ilgili mesleki gelişim ve eğitimlere katılmak
- Eğitsel materyalleri, öğretim programlarındaki amaçlar ve öğrenme süreçlerini yönlendiren öğrenme metotlarını performans değerlendirmesini yaparak kullanmak
- Öğrenmeyi, yaratıcılığı ve iş birliğini teknoloji kullanarak geliştirmek
- STEM eğitiminin değerlendirmesi için okul yönetimiyle birlikte çalışmak
- STEM aktivitelerini organize etmek, geliştirmek ve koordine etmek
- STEM alanındaki girişimler ve eğitsel konularda öğretmenlere rehberlik etmek
- Öğrenci ve personelin öğrenme deneyimlerini, uygun kaynakları seçerek arttırmak
- STEM vizyonu olan yeni programları başlatmak
- STEM’le ilgili sonuçları ve aktiviteleri sosyal medya üzerinden paylaşmak
- Fen eğitiminde kullanılacak materyallerin masaüstü versiyonlarını hazırlamak
- Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik derslerinde teorik bilgileri vermek değil, yol göstericilik yaparak öğrencileri üst düzey düşünme, ürün geliştirme, buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırabilecek yeterliliğe sahip olmak
- Eğitim sisteminin içinde öğrencinin hata yapmaktan korkmamasını sağlayacak ve özgüvenlerini geliştirecek ortamları sağlayabilmek
- Öğrenciye gelişimin sürekli olduğuna dair felsefe kazandırabilmek
- Yapılandırmacı eğitim ile öğrenci merkezli eğitimin önemi hakkında bilgi sahibi olmak
- STEM ders etkinliklerinin öğretim programlarına entegrasyonunu sağlayabilmek
- Teknolojiyi, derslerine yedirebilmek
- Sorgulamaya dayalı öğrenme konusunda istekli olabilmek
- Öğreten ve öğrenen öğretmen olabilmek (MEB, 2016, s. 37).

19.2.2. Stem Uygulamalarında STEM Öğretmen Yeterliliklerinin Rolü

Özyeterlik kavramı, davranışların oluşmasında etkin bir role sahip olan bir nitelik ve “bireyin, belli bir performansı göstermek için gerekli etkinlikleri organize edip, başarılı olarak yapma kapasitesi hakkında kendine ilişkin yargısı” olarak tanımlanmaktadır (Bandura, 1977). Dünya genelinde yaşanan bilimsel ve teknolojik gelişmelerle birlikte eğitimde de değişimler ve dönüşümler yaşanmıştır. Eğitim süreçleri bu yönde evrilmiş, yaşanan etkileşim ve değişimlerle beraber öğretmenler de 21. yüzyıl becerilerini kazanmış, kendini bu süreçte geliştirmeye çaba harcamış ve güncel uygulamaları sınıf ortamına taşımıştır. Ülkemizde 2023 vizyonuna ve MEB stratejik belgelerine ait hedefler, STEM uygulanmasının gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu kapsamda 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında ve geliştirilmesinde etkin yollardan biri olan STEM uygulamalarının öğrencilere aktarılmasında en büyük role sahip olan kişilerden biri de öğretmenlerdir, denmektedir. “Problem çözebilmek için araştırma, sorgulama, yaratıcılık, eleştirel ve analitik düşünme ve karar verebilme, iletişim becerileri yüksek ve bunları iş birlikçi ve yaratıcı bir şekilde gerçekleştirme gibi beceriler nitelikli bireylerde aranan özelliklerden bazılarıdır. Bu becerilerin kazandırılmasında fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarının önemli bir role sahip olduğu söylenilebilir” (Yamak, Bulut ve Dündar; 2014, s. 250). Öğretmenlerin bu süreçteki rolü de bu becerileri aktarabilecek ve rehberlik edebilecek yeterliliklerde olmasıdır. Acar da (2020), çalışmasında “öğretmenlerin STEM farkındalıklarının problem çözme becerilerinin anlamlı bir yordayıcısı olduğunu” belirlemiştir (s. 77).

21. yüzyıl becerileri, Millî Eğitim Bakanlığı (2018a; 2018b) tarafından belirlenen ve öğretim programında yer alan beceriler arasında yer almaktadır. STEM uygulamalarının da temelini oluşturan bu becerilerin doğru bir şekilde aktarılabilmesi ve uygulama süreçlerinde rehberlik yapılabilmesinde en aktif role sahip olan öğretmenlerdir. Özellikle okul öncesi çağda bu uygulamalara başlanması ve bu yetkinliklere sahip nitelikli öğretmenlerin rol alması ülkemiz geleceği açısından problem çözme becerisine sahip, yaratıcı, iş birlikçi ve sorgulayıcı, eleştirel düşünüp karar verebilen özgüvenli bireyler yetişmesinde oldukça önemlidir (Saralar-Aras, 2021).

Ülkemizin geleceği olacak olan bu bireylerden beklenen, değişen ve dönüşen dünyada hem toplumsal hayatta hem de iş dünyasında birden fazla alanda uzmanlaşacak, disiplinler arası çalışma kapasitesine sahip olup bunda etkin olacak ve 21. yüzyıl becerileriyle donanmış bireyler olabilmesidir. 21. yüzyıl becerileri kazanmış; yenilikçi, sorgulayıcı düşünebilen ve ürün geliştirebilen bireyler yetiştirebilmek millî eğitim sistemimizin amaçları arasında yer almaktadır. “STEM eğitimini savunanlar, özellikle gerçek dünya problemlerini içeren konularla öğrencilerin ilgi, başarı ve motivasyonlarının artırılabilmesini; sonuçta bütüncül bir şekilde bilim alanlarıyla ilgili kariyer yapan öğrenci sayısının artmasına yardımcı olacağını savunmaktadır” (Bozanoğlu, 2017, s. 116). Dünya genelindeki ekonomik gücün teknolojiyi takip eden ve ona yön veren problem çözme becerisi başta olmak üzere birçok beceriye

dayandığını göz önüne alırsak öğrencilerin bu yetkinliklere sahip olarak yetiştirilmesini odağına alan STEM uygulamalarının gerçekleştirilmesi oldukça önemlidir ve bu bağlamda büyük bir görev de öğretmenlere düşmektedir (Yıldırım ve Türk, 2018).

STEM uygulamalarının amacına ulaşabilmesi için, sürecin yol göstericisi olan ve en etkin rollerden birine sahip olan öğretmenlerin bu konuda yetkin olmaları gerekmektedir. Aksi takdirde amaca ulaşmada ve olumlu sonuçlar elde etmede sıkıntılar yaşanabilir. Bu bağlamda 21. yüzyıl becerilerine sahip, geleceğin disiplinler arası problemlerine çözüm üretecek bireyleri yetiştirecek öğretmenlerin; STEM eğitimi sürecini ve programı çok iyi planlayabilmesi, gerekli materyalleri ve eğitim ortamını hazırlayabilecek donanımına sahip olabilmesi gerekir (Acar, 2020; Yıldırım, 2020).

STEM alanı öğretmenleri, çağın gereklerine uygun bireyleri yetiştirmek için teknolojik pedagojik alan bilgisine sahip olmalı, yenilikçi yöntem ve teknikleri kullanabilmeli kısacası bu öğretmenlerin STEM yaklaşımı farkındalık düzeyleri yüksek olmalıdır. Öğretmenlerden; eğitim, teknoloji ve uygulamalarında güncel kalabilmek için mesleki organizasyonları, konferans ve bilimsel yayınları takip etmeleri, öğrencileri bilimsel araştırmalara teşvik etmeleri, onların bir ürün ortaya koyabilme, analitik düşünme becerilerinin gelişmesine destek olmaları beklenmektedir. Bu nedenle öğretmenlerin inovasyon kavramının gerektirdiği eleştirel düşünme, problem çözme, iş birliği yapma, liderlik yeteneği, esnek düşünce yapısı, uyum sağlayabilme, girişimcilik, sözlü ve yazılı iletişim kurabilme, bilgiye erişebilme ve kullanabilme, merak ve hayal gücü (Wagner, 2008) gibi özelliklere sahip, “STEM eğitimi yaklaşımının temel kazanımlarını edinmeleri” gerekmektedir (Akt. Çevik, Danıştay ve Yağcı, 2017, s. 585).

“STEM eğitiminin, iş dünyası için gerekli becerilere sahip bireylerin yetişmesi ve ekonomi için itici bir güç oluşturması ülkelerin formal ve informal eğitim ortamlarında STEM eğitime yer verilmesini sağlamıştır. STEM eğitiminin formal ve informal eğitim ortamlarında uygulanmasında en önemli faktörlerden biri öğretmendir. Öğretmenin eğitim sisteminde hayati bir yerinin olması STEM eğitiminin sınıflarda uygulanmasında öğretmenlere önemli bir rolün düştüğünü göstermektedir” (Yıldırım, 2020, s. 72).

19.2.3. STEM Öğretmenlerinin Yetiştirilmesi Uygulamalarındaki Eksiklikler

STEM uygulamalarının sıralanan önemine ve eğitimdeki anahtar rolüne karşın STEM eğitiminin nasıl olması gerektiği, disiplinler arası etkileşimin nasıl sağlanabileceği, okul öncesinden üniversiteye öğretmenlerin programları nasıl uygulayacağına dair yapılan çalışmalar bazı araştırmacılara göre henüz yeterli değildir. Bu bağlamda “öğretmenlerin STEM uygulamaları hakkında bilgisinin eksik olması ve STEM uygulamalarının yanlış uygulamaları öğrencilerde kavram karmaşasına sebep olabilmektedir. Bu nedenle öğretmenlerin bu eksikliklerini giderebileceği hizmet içi eğitimlere katılması önerilebilir” (Bozanoğlu, 2017, s. 116).

Bu süreçte STEM öğretmenlerinin yetiştirilmesine, farkındalık oluşturulmasına ve bu kapsamdaki öz yeterliliklerin kazandırılmasına eğitim fakültelerinde başlanması gerekmektedir. Henüz yeni yeni yönelimlerin arttığı ve farkındalık kazandırmaya yönelik projelerin başlatıldığı üniversiteler olmasına rağmen yeterli olmadığı düşünülmektedir. Üniversitede gerçekleştirilen STEM eğitimini destekleyici çalışmaların öğretmen adaylarının okullardaki STEM eğitimini doğrudan etkilediği göz önüne alınması gerekmektedir. STEM öğretimi ile öğrencilere kazandırılmak istenilen bilgi ve becerilerin öncelikle öğretmenlerde bulunması gerektiği düşünülmektedir (Alan, 2017).

“Öğretmen yetiştiren eğitim fakültelerinin değişen Matematik ve Fen Bilimleri Öğretim Programı ile eklenen mühendislik ve tasarım becerileri konu alanına ne kadar uyum sağlayabildiği, öğretmen yetiştirme programlarında bu değişikliğe yönelik yansımalar kritik öneme sahiptir. 2018 öğretim programında ilk kez yer alan matematik, fen ve mühendislik uygulamaları konu alanının öğretimine, eğitim fakültelerinde öğrenim gören öğretmen adaylarının farkındalıkları, değişikliği benimseyip uygulama yönelimleri ve değişikliğe yönelik öz yeterlilikleri öğretim programının uygulanabilirliği açısından oldukça önemli ve araştırmaya değer bir konudur” (Dadacan, 2021, s. 3).

“Öğretmenlerle gerçekleştirilen araştırmadan elde edilen sonuçlara göre öğretmenlerin büyük çoğunluğu STEM uygulamalarının zihin geliştirici, iş birliği sağlayıcı, motive edici, yaratıcı ve eğlenceli olduğunu belirtirken az bir kısmı ise bu uygulamaların gereksiz bir heves olduğunu, zaman kaybına yol açtığını ve materyallerin maliyetli ve yetersiz olduğunu belirtmiştir” (Bozanoğlu, 2017, s. 112).

“Öğretmenlerin STEM eğitimi için özel tasarlanmış güçlü bir pedagojik eğitime ihtiyaçları vardır (The President’s Council of Advisors on Science and Technology [PCAST], 2010). Ancak STEM eğitimi konusunda öğretmenlerin her alanda sağlam bilgiye sahip olması için gerekli olan mesleki gelişim programlarının eksik olması öğrencilerin düşük performans göstermelerine sebep olmaktadır (Ejiwale, 2013). Nitekim STEM entegrasyonunun başarılı bir şekilde yapılabilmesi ve sınıflarda uygulanabilmesi için öğretmenlerin konuya hâkim olmaları önemlidir (Pang ve Good, 2000). ‘Öğretmenlerin alan bilgisinin yeterli düzeyde olmaması STEM entegrasyonunun sağlanmasını güçleştirmektedir’ (Stinson Harkness, Meyer ve Stallworth, 2009)” (Yıldırım, 2020, s. 72-73).

Yıldırım 2020 araştırmasında, STEM öğretimi gerçekleştirilebilmeleri için STEM eğitimi mesleki gelişim programları ile desteklenmelerinin gerekliliğini vurgulamıştır ve öğretmenlerin STEM eğitimine yönelik mesleki gelişimlerini sağlayacakları STEM Öğretmen Enstitüleri Eğitim Modeli (SÖEEM) önermiştir. Bu amaç doğrultusunda, bu model ile öğretmenlerin “STEM eğitimi mesleki bilgisi”, “STEM eğitimi meslek becerileri” ve “STEM eğitiminde tutum ve değerler” yeterlilik alanlarının gelişmesine katkı sağlaması beklenilmektedir. Ayrıca, STEM öğretmenlerinin yetiştirilmesi için mesleki gelişim programlarının hazırlanması ve öğretmenlerin STEM eğitimini sınıflarında uygulayabilmesi

için STEM eğitimi mesleki gelişim programları planlanma işinin de bir üniversiteye bağlı ya da bağımsız bir kuruluş olarak genellikle araştırma yapan ve bazı durumlarda öğretime yer veren enstitüler tarafından verilmesi gerektiği belirtilmiştir (Türk Dil Kurumu [TDK], 2019; Yıldırım, 2020).

Yıldırım ve Türk (2018) yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının STEM temelli eğitimlere katılmalarının, onların STEM eğitimine yönelik tutumlarının gelişmesinde etkili olduğunu bulmuştur. Benzer olarak Hiğde, Keleş ve Aktamış (2020), araştırmalarında öğretmen adaylarının STEM öğretime yönelik olumlu bakış açısı ve özgüvenlerinin direkt olarak STEM eğitimini sınıf içine entegre etme amaçlarıyla olumlu şekilde ilişkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca STEM öğretime yönelik özgüven tutumlarının fene, teknolojiye, matematiğe ve mühendisliğe yönelik tutum ile direkt olarak pozitif yönde anlamlı ilişki gösterdiği bulunmuştur. STEM öğretime yönelik bakış açısının ise fene ve matematiğe yönelik tutum ile direkt olarak pozitif yönde anlamlı ilişkili olduğu bulunmuştur.

“Türkiye’de öğretmenlerin, öğretmen adaylarının ve öğrencilerin STEM eğitime yönelik olumlu görüşlere sahip olması bu eğitim yaklaşımına yönelik bir talebin göstergesi olarak görülebilir. Bununla beraber uygulamalar neticesinde öğretmenlerin STEM’e yönelik bilgi birikimlerinin gelişmesi de STEM’e yönelik eğitimlerin iş görebileceğine ve öğrenci öğrenmelerini geliştirebileceğine bir işaret olarak görülebilmektedir” (Yıldırım ve Gelmez-Burakgazi, 2020, s. 306). Ayrıca öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının derslerinde disiplinler arası ilişkiden yararlanmaları, STEM eğitime ilişkin bilgi derinliğine ulaşabilmeleri için çeşitli uygulamalara, atölye çalışmalarına ve mesleki gelişim programlarına katılmaları önerilmektedir.

19.3. Ulusal ve Uluslararası Örneklerle Öğretmen STEM Yeterlilikleri Çalışmaları

Bu bölümde Ulusal ve Uluslararası Örneklerle Öğretmen STEM Yeterlilikleri Çalışmalarına yer verilmiştir. Bu kapsamda, Scientix Projesi, ABD’de STEM Okulları ve Kearney (2015; Akt. STEM Eğitim Raporu, 2016, s. 20)’nin raporuna göre; ABD, İngiltere, İsrail, Litvanya, Almanya, Estonya ve Bulgaristan’daki STEM eğitime verilen önem ve yapılan uygulamalar aktarılmıştır.

Türkiye’de Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü tarafından koordine edilen Scientix Projesi, Avrupa’da STEM eğitimini Scientix Portalı aracılığıyla yaygınlaştırmayı amaçlayan öğretmenlere, akademisyenlere, okul yöneticilerine, ailelere ve ilgilenen tüm kişilere açık bir projedir (EC, 2021). 2010 yılı mayıs ayında kullanıma açılan Scientix portalında tüm öğretmenlerin derslerinde kullanabilecekleri öğrencilerin sorgulama, bilimsel düşünme, araştırma, buluş yapma ve üretim becerilerini geliştirmeye yönelik STEM eğitimi projeleri ve materyalleri paylaşılmaktadır. Proje kapsamında 2017 yılından beri ülkemizde farklı illerde STEM Eğitimi Çalıştayları düzenlenmiş, Sürekli Mesleki

Gelişim Çalışmaları yapılmış, Türkiye’de STEM eğitimine ilişkin raporlar ve öğretmenler için rehberler yayınlanmıştır.

Ülkemizde Stem Öğretmen Yeterlilikleri kapsamında uygulanan ilk mesleki gelişim (professional development) programı, Bahçeşehir Üniversitesi tarafından hazırlanan STEM öğretmeni eğitim programıdır. Bu program ile STEM’e uygun bir öğretmen eğitimi ve taslak STEM öğretim programı oluşturulması amaçlanmaktadır. Eğitim sonunda öğretmenlere STEM eğitimi sertifikası verilmektedir (Bahçeşehir Üniversitesi, 2016).

Başta ABD ve AB ülkeleri olmak üzere dünyada birçok ülke rekabete açık, iş yeterlilikleri açısından gelişmiş, çağa ayak uyduran, girişimci ve yenilikleri üreten bireyler yetiştirebilmek için öğretim programlarında STEM eğitime yer vermekte ve STEM eğitimi hakkında projeler üretmektedir (Hiğde, Keleş ve Aktamış 2020, s. 1146). ABD’de birçok eyalette STEM Okulları kurulmuş olup özellikle Teksas Eyaleti başvuran tüm öğrencileri kabul eden Stem Okullarının sayısının gittikçe arttığı eyaletlerin başında yer almaktadır. Ayrıca ABD’de Üniversiteler bünyesinde kurulan STEM merkezleri bulunmaktadır. Bu merkezlerin öğretmenlerin mesleki gelişimleri üzerinde daha etkili oldukları düşünülmektedir. Bu varsayım ise iyi tanımlanmış bir kurama dayanan, öğretmenlik deneyimine sahip uzmanlar tarafından yürütülen ve etkisi deneysel olarak test edilen uzun süreli hizmet içi eğitimlerin öğrenci başarısına olumlu etkileri olacağını gösteren araştırmalara dayanmaktadır (Garet, Porter, Desimone, Birman ve Yoon, 2001). İstanbul Aydın Üniversitesi de bu durumu dikkate alarak STEM Merkezi kurmuş, STEM laboratuvarı kurma çalışmalarını devam ettirmektedir. Hacettepe Üniversitesi ise (2014) Hacettepe STEM Laboratuvarını (H-STEM Lab) kurmuştur.

İngiltere’de 10 yıldır STEM eğitimi üzerine odaklanan ve çevrimiçi eğitimler düzenleyen Ulusal Fen Öğrenim Merkezi (The National Science Learning Centre) kuruluşu bulunmaktadır. Çevrimiçi eğitimler öğretmenleri STEM eğitimi konusunda eğitmek amacıyla düzenlenmektedir.

İsrail, tecrübeli öğretmenlerinin sınıfta uyguladığı yöntemleri öğretmen adaylarıyla paylaşabileceği bir ortam hazırlamıştır. Yapılan reformlar STEM eğitiminin içeriğe dâhil edilmesi, formatı ve uygulanan metotlara büyük katkı sağlamıştır. STEM öğretimi ve eğitimi konusunda çevrimiçi eğitimlere de önem vermiştir. STEM eğitimiyle ilgili öğretmenlere yönelik problem temelli ve sorgulamaya dayalı matematik ve fen bilimleri, kapsamında çevrimiçi kurslar düzenlenmiştir.

Litvanya, öğretmenler için STEM konulu çevrimiçi eğitimler yapmıştır. Çevrimiçi eğitimler fen öğretiminde dijital laboratuvar kullanımının ve fen derslerinde öğrenci yeterliliğinin artırılması amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Almanya STEM Öğretmen Akademisi, 2014 yılında görevde olan öğretmenlere çevrimiçi eğitimler düzenlemiştir. 2015-2016 yılında üç çevrimiçi eğitim daha düzenlemesi

planlanmıştır. Bu çevrim içi eğitimler eğitim materyallerinin geliştirilmesi ve bunların sınıfta etkin kullanımına odaklanmıştır.

Estonya, STEM öğretmenleri eğitimlerinde, çevrimiçi eğitim düzenlerken teknolojik araçları kullanmaya odaklanmıştır. Üniversitelerle birlikte Moodle kursları düzenlenmiş ve Moodle çevresinde nasıl öğretim yapılacağı hakkında bilgi verilmiştir. Yapılan çevrimiçi eğitimler kaydedilip yayınlanmaktadır.

Bulgaristan, Matematik ve Bilişim Teknolojileri öğretmenleri için Moodle platformu kurmuştur. STEM öğretmenlerinin moodle platformlarında çalışmayı alışkanlık haline getirmeleri amaçlanmıştır.

19.4. Sonuçlar

STEM eğitimi okul öncesinden başlayarak doktora seviyesine kadar her sınıf düzeyinde yapılan tüm eğitim çalışmalarını kapsamaktadır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). STEM eğitiminin nitelikli öğretmenlerce gerçekleştirilmesi de öğrencilerin yüksek akademik başarıları elde etmesinde oldukça önemlidir.

Öğretmenlerle gerçekleştirilen birçok araştırmada STEM eğitiminin gerekliliğinin bilindiği, STEM öğretimine yönelik olumlu tutuma sahip olmalarına rağmen kendilerini bu alanda yeterli görmedikleri, uygulamaya yönelik korkuya ve endişeye sahip oldukları, öğretmenlerin özellikle mühendislik uygulamalarını sınıf ortamında gerçekleştirmede sorun yaşadıkları ve kendilerini yetersiz hissettikleri belirlenmiştir (Akt. Hiğde, Keleş ve Aktamış 2020, s. 1147). Öğretmenlerin bu süreçte (etkinlik tasarlama ve ders planlama vs.) yaşadığı çekincelerin ve yetersizliklerinin giderilmesi adına üniversiteler ve bakanlık birimleriyle iş birliği gerçekleştirilmesi ve yeterlilik düzeylerinin artırılmasına yönelik çalışmaların yapılması önerilebilir.

STEM, disiplinler arası bir yaklaşım olması nedeniyle uygulama sürecinde de farklı disiplinlerden öğretmenlerin iş birliği yapmalarını gerektirmektedir. STEM eğitiminin yaygınlaştırılmasında, STEM alanlarında gerekli eğitim ve yeterliliğe sahip öğretmenler oldukça önemlidir (Wang, 2012). Bu bakımdan okul öncesinden başlayarak, ilkökul, ortaokul ve lise düzeyinde görev yapan öğretmenlerin STEM yeterliliklerinin artırılması ve bu alanda yetkin olmaları sağlanmalıdır.

19.5. Kaynaklar

Acar, D. (2020). Öğretmenlerin problem çözme becerilerinin ve davranışlarının yaratıcı düşünmenin gelişimine katkısının yordanmasında STEM farkındalıklarının rolü. *Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 77-89.

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M., Öner, T. ve Özdemir, S.(2015). STEM eğitimi Türkiye raporu: “Günümüz modası mı yoksa gereksinim mi?”. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi.

Alan, B. (2017). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bütünleşik öğretmenlik bilgilerinin desteklenmesi: STEM uygulamalarına hazırlama eğitimi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).

Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Elazığ.

Bahçeşehir Üniversitesi. (2016). Bausem. <https://bausem.bau.edu.tr/>

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215.

Bozanoğlu, B. (2017). STEM uygulamalarına yönelik algıların metaforlar aracılığıyla analizi. *Fatih Projesi 2017 Eğitim Teknolojileri Zirvesi Tam Metin Bildiri Kitabı*, 112-117.

Çevik, M., Şanlıtürk, A. ve Yağcı, A. (2017). Ortaokul öğretmenlerinin FeTeMM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) farkındalıklarının farklı değişkenlere göre değerlendirilmesi. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 584-599.

Dadacan, G. (2021). *Öğretmen adaylarının stem öğretimiyle ilgili öz yeterlik farkındalık ve yönelimlerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Ankara.

European Commission. (EC). (2021). Scientix Portalı. Retrieved from: <http://www.scientix.eu/>

Gonzalez, H., B. & Kuenzi, J., J. (2012). Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education: A Primer. Retrieved from: <https://www.stem.org/cm/dpl/downloads/content/69/R42642.pdf>

Hacettepe Üniversitesi. (2014). Hstem lab. <http://www.hstem.hacettepe.edu.tr/en>

Hiğde, E., Keleş, F. ve Aktamış, H. (2020). STEM alanlarına ve öğretimine yönelik tutumları inceleyen model çalışması. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20 (2), 1145-1160.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2021). Edusismteam (Fostering Steam Education in Schools) Projesi: Türkiye’de STEAM Üzerine Öğretmen Eğitimleri. http://edusismteam.eba.gov.tr/?page_id=420

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018a). Fen bilimleri dersi öğretim programı. <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325>

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018b). Matematik dersi öğretim programı. <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=329>

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2016). STEM Eğitimi Raporu. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEGİTEK). (https://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf, Erişim tarihi: 06/06/2021)

Saralar-Aras, İ. (2021). Esnek Öğrenme Alanlarında STEAM Eğitimi. S. H. Eral & İ. Saralar-Aras (Eds.), *Kuramdan Uygulamaya Geleceğin Sınıfını Tasarlama* (s. 59-66). Ankara, Türkiye: Millî Eğitim Bakanlığı D.S.İ./ Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2021_03/15171047_Kitap_final.pdf

Türk Dil Kurumu [TDK]. (2019). Türk dil kurumu sözlükleri. <https://sozluk.gov.tr/>

Wagner, T. (2008). Rigor redefined. *Educational Leadership*, 66(2), 20-24.

Wang, H. H. (2012). *A new era of science education: Science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering and mathematics (STEM) integration*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Minnesota, Minneapolis.

Yamak, H., Bulut, N. ve DüNDAR, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.

Yıldırım, B. (2020). Öğretmen yetiştirme üzerine bir model önerisi: STEM öğretmen enstitüleri eğitim modeli. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 50, 70-98. Doi: 10.9779/pauefd.586603.

Yıldırım, H. ve Gelmez-Burakgazi, S. (2020). Türkiye’de STEM eğitimi konusunda yapılan çalışmalar üzerine bir araştırma: Meta-sentez çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 50, 291-314. Doi: 10.9779/pauefd.590319.

Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). Opinions of middle school science and mathematics teachers on STEM education. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 10(2), 70-78.

BÖLÜM 20: STEM'DE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME, ÖLÇEK GELİŞTİRME

Burçin OKUR, Pelin BAĞDU SÖYLER & Süleyman KALE

Bölüm Özeti: Ölçme ve değerlendirme, öğrenme sürecinin ayrılmaz bir unsurudur. 21. yüzyıl becerilerinin ölçülmesi ve sınıfta uygulanan STEM eğitiminin etkililiği hakkında karar verilebilmesi için doğru bir ölçme ve değerlendirme yaklaşımı izlenmesi son derece önemlidir. STEM eğitimi yaklaşımında öğrenci merkezli ölçme ve değerlendirme yöntemlerinden büyük ölçüde yararlanılmaktadır. Bu sebeple, ölçme ve değerlendirme kavramlarının eğitim sürecindeki önemi ve STEM eğitiminde ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarının açıklanması faydalı olacaktır. Bu bölümde ölçme ve değerlendirmenin tanımı, önemi, STEM eğitiminde ölçme ve değerlendirme, STEM'de ölçek geliştirme çalışmaları ve ulusal-uluslararası örneklere yer verilecektir.

20.1.Giriş

Eğitim sürecinde, öğrencinin kazandırılmak istenen bir davranışa ne derecede sahip olduğunun ölçülmesi hedeflenir. Ölçmenin temel konusunu belirli bir özellik oluşturur (Atılğan Kan ve Aydın, 2017). Ölçülmesi hedeflenen özelliklerin ya da becerilerin iyi tanımlanması önemlidir. STEM eğitiminin sınıf içi öğretime entegrasyonu sağlanırken ölçme ve değerlendirme uygulamalarının da matematik, bilim, teknoloji ve mühendislik disiplinlerine yönelik olması gerekmektedir. Her disiplinin kendi karakteristik özelliğine göre ölçme ve değerlendirme yöntemi kullanmak oldukça önemlidir (Akgündüz Ertepinar, Ger, Kaplan Sayı ve Türk, 2015). Ayrıca değişen ve gelişen dünyamızda, öğrencilere 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması kadar bu becerileri ölçecek süreç ve ürün odaklı yöntem ve tekniklerin geliştirilip uygulanması da önem arz etmektedir.

STEM eğitimi çok boyutlu bir yapıdadır dolayısıyla uygulanacak ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin de çok boyutlu olması gerekmektedir (NRC, 2014; Çepni, 2018). STEM eğitimi yaklaşımı ülkelerin eğitim politikalarına yön veren PISA ve TIMSS gibi uluslararası ölçme ve değerlendirme uygulamalarına da yansımıştır (Çepni, 2018). Literatürde etkili ve doğru planlanmış bir STEM eğitiminde ölçme ve değerlendirme kapsamının da iyi planlanmış olması gerekliliği vurgulanmaktadır.

20.2.1. Ölçme Değerlendirmenin Tanımlanması

Eğitim süreci bir bütün olarak düşünüldüğünde sürecin içerisinde yer alan oldukça fazla öge bulunmaktadır. Bu öğelerin biri de ölçme ve değerlendirme kavramlarıdır. Ölçme ve değerlendirme kavramı eğitim sürecinin önemli bir basamağını oluşturmaktadır. Bu basamağı oluşturan ölçme ve değerlendirmeyi bir bütün, birbirini tamamlayan fakat birbirinden farklı kavramlar olarak bilmek oldukça önemlidir.

Öğrenme süreci içerisinde amaçlanan hedefe ulaşma seviyesini tespit etmek gerekmektedir. Bu belirleme işlemi ise bilimsel metotlar kullanılarak yapılmalıdır. Bunu yaparken ölçmede; amaçlanan hedeflere uygun davranış değişikliğinin ne ölçüde meydana geldiğinin değişik tekniklerle, sayılarla veya sembollerle belirlenmesi (Orhan, 2009) ve değerlendirmede; ölçme sonuçlarını belirli ölçütlerle kıyaslayarak yargıya varılması (Demirel, 2006) süreçlerinden yararlanılmaktadır.

Literatürde ölçme ve değerlendirme kavramları incelendiğinde birçok tanımlama yapıldığı görülmektedir (Bachmann, 1990; Coleman, 2001; Linn ve Gronlund, 1995; Lynch, 2001; Scriven, 1991; Tekin, 2003). Genel itibarıyla ölçme; öğrencilerde amaçlanan hedeflere uygun davranış değişikliğinin ne ölçüde meydana geldiğinin farklı tekniklerle sayılar ve sembollerle ifade edilmesi olayı olarak tanımlanmaktadır (Ayas, Çepni, Akdeniz, Yiğit, Özmen ve Ayvacı, 2010). Değerlendirme ise ölçme sonuçlarını bir ölçüte vurarak, ölçülen nitelik hakkında bir değer yargısına varma işlemi olarak tanımlanmaktadır (Turgut ve Baykul, 2010).

Geleneksel ölçme ve değerlendirme yöntemlerinde öğrenci başarısının değerlendirilmesi, genellikle öğretim sürecinden ayrı ve daha çok ürüne ağırlık verecek bir şekilde ele alınmaktadır (Farris, 2001). Geleneksel ölçme ve değerlendirme anlayışına göre yapılan değerlendirmede ürün önemlidir ve oluşturulan ürünün ne kadar iyi olup olmadığının belirlenmesi gerekir (Aydoğmuş, 2012). Bu yaklaşımı taşıyan ölçme ve değerlendirme araçları da genellikle öğrencinin bilgi düzeylerini belirlemeye yönelik araçlardır (Algan, 2008, s. 17).

Günümüzde ise ihtiyaçlar ve beklentiler hızla değişmektedir. Bu değişim öğrenme sürecini de etkilemektedir. Yaşanan değişim ve yenilikler öğrenme sürecinin de bu değişimlere ayak uydurmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu değişim aynı zamanda ölçme ve değerlendirme araçlarının da çeşitlendirilmesini ve geliştirilmesini sağlamıştır. Ürün odaklı geleneksel ölçme ve değerlendirme araçları ile başlayan bu değişim süreç odaklı alternatif ölçme ve değerlendirme araçlarına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

21. yüzyılda hatırlama, ezberleme, kısaca aynen tekrar edilmesi gereken becerilere ait öğrenmelerin güncel sorunların çözümünde ve toplumları ileri götürecek kararların alınmasında yeterli olmadığı görülmektedir. Bilgi ve teknoloji çağı olarak nitelendirilen günümüzde bireylerden bilimsel bilgileri günlük yaşantısına üst düzey becerilerle entegre etmesi beklenmektedir. Bu beklenti öğrenme sürecini etkilediği gibi ölçme ve değerlendirme

sürecini de etkilemiştir. Bu yeni anlayışta öğrenci başarısının notla değerlendirilmesinin yanı sıra her öğrencinin bireysel özelliklerinin öğrenme-öğretme sürecindeki gelişiminin izlenerek öğrenci ve velilerinin bilgilendirilmesi ve öğrencilerin değerlendirme sürecine aktif katılımlarının sağlanması ön plana çıkmıştır (Korkmaz, 2009). Alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemleriyle öğrencinin analiz, sentez değerlendirme, problem çözme, yaratıcılık, eleştiriye açık olma ve eleştirme gibi özelliklerinin geliştirilmesi sağlanır (Çepni, 2005). Böylece ölçme ve değerlendirme sürecinde sadece ürün ve sonuç odaklı bir değerlendirme yerine süreç ve öğrenci gelişiminin de takip edilmesi sağlanır.

20.2.2. Ölçme Değerlendirmenin Önemi

Öğrenme sürecinde kullandığımız yöntem ve teknikler öğrenme hedeflerimiz doğrultusunda belirlenmektedir. Öğrenme hedeflerimiz de çağa uygun olarak yenilenmekte ve güncellenmektedir. Bilgi ve kavram öğretiminin yanında eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, problem çözme gibi 21. yüzyıl becerileri kazandırma önemli hale gelmiştir. Bu anlamda da hedeflediğimiz bilgi ve becerilerin kazanılıp kazanılmadığının ölçülmesi ve ne düzeyde kazanıldığının ortaya konması büyük önem taşımıştır. Bu doğrultuda ölçme ve değerlendirme araçlarından da yararlanılmaktadır.

Öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerini, öğrenme güçlüklerinin neler olduğunu, öğretim ve öğretim materyallerinin etkinliklerini belirlemek, öğrencilerin gelişimlerini izlemek, onların gelişimlerine yönelik geri bildirimlerde bulunmak ve öğretim programında yer alan kazanımların öğrenciye ne ölçüde ulaştığını belirlemeye yönelik bilgi sağlamak için eğitimde ölçme ve değerlendirme önemli ve zorunlu bir ihtiyaç haline gelmektedir (Erdal, 2007).

Öğretim sürecinin ayrılmaz bir parçası olan ölçme ve değerlendirme, öğretim programında yer alan kazanımların etkili bir uygulama ile gerçekleştirilmesini, uygulamanın basamaklarında hazırlanan ürünlerin incelenmesini ve öğretme-öğrenme sürecinin nesnel bir şekilde izlenmesini sağlar. Buradan alınan geri bildirimler öğrenme sürecinin seyrini etkilemektedir. İstenilen sonuçlara ulaşılmaması durumunda eksikliklerin telafi edilmesi sağlanabilir. Bu sayede ölçme ve değerlendirme bireyin öğrenme sürecine yön vermektedir.

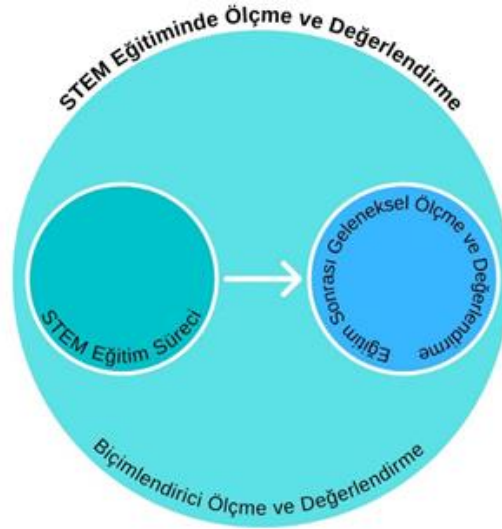
20.2.3. STEM'de Ölçme ve Değerlendirme

21. yüzyılda dünyada ekonomi, eğitim vb. pek çok alanda hızlı değişimler yaşanmaktadır. Yaşanan bu değişimler doğal olarak toplumların bireylerden beklentilerinin de değişmesine neden olmakta; düşünen, sorgulayan, üreten gerek ekonomik gerekse sosyal açıdan toplumsal yaşama katkılar sunan bireylere daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır (Kale, 2019). Bu özelliklere sahip bireyleri yetiştirmek STEM eğitiminin en genel amaçları arasındadır (National Research Council, 2011). Öğrencilerde üst düzey becerilerin

kazandırılmasında büyük rol oynayan STEM eğitimi aynı zamanda içinde barındırdığı disiplinlerin amaç ve hedeflerinin kazandırılmasında da oldukça önemlidir.

STEM eğitime öğretim programlarında, derslerde ve etkinliklerde son yıllarda sıklıkla rastlanmaktadır. STEM eğitiminin doğru ve etkili bir şekilde planlanıp uygulanmasının yanında uygun ölçme ve değerlendirme sürecinin olması da büyük önem kazanmaktadır (Çepni, 2018). STEM eğitiminin etkililiği için doğru ölçme ve değerlendirme araçlarının hazırlanması, seçilmesi veya geliştirilmesi gereklidir. Sadece uygulamada kalan bir STEM eğitimi ile istenilen sonuçlara ulaşmanın mümkün olmayacağı görülmektedir.

Öğrenme sürecinde nitelikli bir STEM eğitimi tamamlayan ölçme ve değerlendirme yaklaşımı için hem özetleyici (geleneksel) hem de biçimlendirici (alternatif) ölçme ve değerlendirme araçlarının birlikte kullanılması gerektiği savunulmaktadır (Sondergeld, 2014). STEM eğitiminin amacına uygun bir ölçme ve değerlendirme için doğru araçların kullanılması oldukça önemlidir.



Şekil 20.1. STEM eğitiminde ölçme ve değerlendirme süreci

STEM eğitimi incelendiğinde bilgi, tutum, sosyal, psikomotor ve bilişsel beceri gibi birçok ögeyi içermektedir. Birden çok ögenin ölçülmesi için de yine birden çok ölçme ve değerlendirme aracı kullanılması/hazırlanması gereklidir. Eğitimin içeriğine, kazanımlarına ve uygulamalarına göre ölçme ve değerlendirme araçları belirlenip kullanılmalıdır. Örneğin performans görevlerinde rubrik (dereceli puanlama anahtarı); kazanımların öğrenilmesini içeren bölümlerde açık uçlu soru veya bilgi toplama; analiz etme gibi görevlerde ise gözlem formları gibi araçlar kullanılabilir.

STEM eğitiminde öğrencilerden beklenen, 21. yüzyıl becerilerini kullanmalarıdır. Bu becerileri kullanabilmeleri için bu becerileri kazanmaları gerekmektedir. Üst düzey beceriler

olarak ifade edilen bu becerilerin ölçülüp değerlendirilmesinde bu becerileri ölçen ve değerlendiren araçlar kullanılmalıdır. Ayrıca STEM eğitimini oluşturan disiplinleri ele aldığımızda bu disiplinlere ait kazanımların da öğrenilmesi gereklidir. STEM eğitiminde kullanılan disiplinlerin kazanımlarını ölçen ve değerlendiren araçların hazırlanması ve kullanılması öğrencilerde gerçekleşen değişimi ve gelişimi ortaya çıkaracaktır (Çepni, 2018).

STEM eğitiminde ölçme ve değerlendirme sürecinin nitelikli olmasında dikkat edilmesi gereken hususlar;

- Amaca uygun ölçme ve değerlendirme araçlarının seçilmesi,
- Ölçme ve değerlendirme kriterlerinin öğrenciyle paylaşılması ve açık – net olması,
- Disiplinlere ait kazanımların ölçülüp, değerlendirilmesi,
- Değerlendirme sürecinin uzun vadede yapılması,
- Ürün-süreç değerlendirilmesinin ayrımının yapılması,
- Beceri ve performans değerlendirilmesine yer verilmesi,
- Değerlendirme sürecine öğrencinin dahil edilmesi,
- Değerlendirme sürecinin her basamağında öğrenciye geri bildirimde bulunulması olarak sıralanabilir.

Yukarıda belirtilen hususlar STEM eğitiminde doğru ve etkili bir ölçme değerlendirme yapılmasını sağlayacaktır.

20.3. STEM’de Ölçek Geliştirme Çalışmaları

Bir bireyin herhangi bir alandaki ilgi, yetenek, performans ya da ilgili herhangi bir özelliğe sahip olma düzeyini tespit etmek için ölçme işleminden faydalanılır. Ölçme işlemini gerçekleştirmek için çeşitli araçlar geliştirilir. Bu araçların geliştirilmesi sürecinde takip edilen işlem basamakları şu şekildedir: ihtiyacın tespit edilmesi, literatür taraması, madde havuzu meydana getirme, uzman görüşüne başvurma, ölçeğe ilk biçimini verme, örnekleme belirleme, madde seçimi için pilot uygulama yapma, pilot uygulama sonrası istatistiksel analizler, istatistik analiz sonrası uzman görüşü, pilot uygulama sonrası teste yeni halinin verilmesi, ikinci pilot uygulama, ikinci pilot uygulama sonrası istatistiksel analizler, analizler sonrası testin gözden geçirilerek son halinin verilmesi, geçerlik ve güvenilirlik çalışması ve standardizasyon çalışması (Seçer, 2015). DeVellis (2014) ise ölçek geliştirme süreci basamaklarını ölçülecek yapının tanımlanması, madde havuzu oluşturma, ölçüm tipini belirleme, uzman görüşü alma, maddelerin çalışma grubuna uygulanması, maddelerin gözden geçirilmesi, ölçek uzunluğunu ayarlama olarak sıralamıştır.

Bazı durumlarda ihtiyaç duyulan bir ölçeğin geliştirilmesi yerine Türkçe'ye uyarlanması da söz konusu olabilmektedir. Yabancı dilde geliştirilerek güvenilirlik ve geçerliği test edilmiş ve kanıtlanmış bir ölçeğin başka bir dilde ve kültürde güvenilirlik ve geçerlik sınamalarının yapılarak kullanılabilir hale getirilmesine ölçek uyarlama denilmektedir. Ölçek uyarlama aşamaları: ihtiyacın belirlenmesi, uygun ölçme aracının tespiti, çeviri ekibinin meydana getirilmesi, çevirileri inceleyecek dil ve alan uzmanlarının seçilmesi, ölçeğin çevirisinin gerçekleştirilmesi, çevirisi yapılmış ölçek formlarının karşılaştırılması, ölçeğin çevrilen dilden orjinal diline çevrilmesi, iki ayrı versiyonun karşılaştırılması, dil geçerliğini sınamak için uygulama yapılması, uygulama sonrası istatistiksel analizler, pilot uygulamalar, pilot uygulama sonrası istatistiksel analizler, ölçeğe son şeklini verme, ölçeğin model uyumunun incelenmesi için faktör analizi, ölçüt bağıntılı geçerlik ve güvenilirlik analizlerinin yapılması şeklindedir (Seçer, 2015). Uyarlama yapılmaya karar verildiğinde ilk yapılması gereken iş ölçek sahibi veya sahiplerinden izin almaktır. Ölçek sahibi bu izni verirken kullanım amacı, uyarlama yapacak ekibin yeterliliği gibi bazı bilgilere gereksinim duyabileceğinden bunlarla ilgili belgeler de izin esnasında sunulabilir. Daha sonra ölçülecek yapının farklı kültürlerde aynı anlama gelip gelmediği sorgulanmalı ve ortak bir yapı oluşturulmaya çalışılmalıdır. Bu yapı oluşturulamıyorsa çalışma durdurulmalıdır. Pilot uygulama esnasında pilot grubun asıl grubun özelliklerini taşıması da dikkat edilmesi gereken bir diğer özelliktir (Karakoç ve Dönmez, 2014).

Zengin vd. (2020) tarafından STEM temelli araştırmalarda yapılan ölçme ve değerlendirme faaliyetlerini incelemek üzere yapılan çalışmada bu faaliyetlerin iki gruba ayrıldığı görülmüştür: STEM ile ilgili bir değişkeni test etmeye yönelik olan uygulamalar ve STEM faaliyetleri ile ilgili sınıf içerisinde yapılan ölçme ve değerlendirmeler. Bunların yanında literatürde STEM'le ilgili ölçek geliştirmeye yönelik çeşitli çalışmalar da mevcuttur. STEM ölçekleri ile ilgili çalışmaların bazıları ise Türkçe'ye uyarlamak amacıyla yapılmıştır.

STEM'le ilgili tutum (Aydın vd., 2017; Benek ve Akçay, 2019; Derin vd., 2017; Faber vd., 2013; Guzey vd., 2014; İnam, 2020; Özcan ve Koca, 2018; Yılmaz vd., 2017), farkındalık (Buyruk ve Korkmaz, 2016; Çevik, 2017; Ünlü ve Şenler, 2020), motivasyon (Glynn vd., 2011; Kızılay vd., 2019; Luo vd., 2019), öğretim yönelimi (Hacıömeroğlu ve Bulut, 2016), özyeterlik (Milner vd., 2014; Özdemir vd., 2018) gibi çeşitli boyutlarla ilgili ölçek geliştirme çalışmaları yapılmıştır.

Aşağıdaki bölümlerde bir ölçek geliştirme bir de Türkçe'ye ölçek uyarlama ile ilgili olmak üzere iki ayrı örnek üzerinden süreç özetlenmiştir.

20.3.1. STEM ile İlgili Bir Ölçek Geliştirme Örneği: “FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması”

Buyruk ve Korkmaz (2016) ölçek geliştirme çalışmalarının ilk aşamasında literatür taraması yaparak STEM konusunda daha önce yapılan ölçek geliştirme çalışmalarını

incelemiştir. Ayrıca STEM eğitiminin açılımı, içeriği, özellikleri, gerçekleşmiş ve olası görünen yararları, sınırlılıkları ve uygulanma şeklini ele alan araştırmalar da gözden geçirildikten sonra elde edilen bilgiler farkındalık ifadeleri biçiminde madde havuzuna eklenmiştir. 5'li likert tipinde oluşturulan ölçek, uzman görüşüne sunulduktan sonra pilot olarak uygulanmıştır. Elde edilen verilerle KMO ve Barlett testleri gerçekleştirilerek ölçeğin faktör analizine uygun olduğu görüldükten sonra faktör yapısını belirlemek üzere açımlayıcı, belirlenen faktör yapısının doğrulanması için doğrulayıcı faktör analizleri gerçekleştirilmiştir. Doğrulayıcı faktör analizi ile belirlenen sayıda faktörün altında bulunan maddeleri yeterince temsil edip etmediği belirlenmiştir. Her bir maddenin ilgili bulunduğu faktörün amacına ne derece hizmet ettiğini bulmak için madde faktör korelasyonları yapılmıştır. Maddelerin ayırt edicilik durumunu tespit etmek için ise elde edilen puanlar büyükten küçüğe doğru sıralandıktan sonra alt %27 ve üst %27'lik gruplar belirlenerek bu grupların puanlarına bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Ölçeğin güvenilirliğini hesaplamak amacıyla ise verilere iç tutarlılık ve kararlılık analizleri yapılmıştır. Ölçeğin iç tutarlılık katsayılarının hesaplanırken iki eş yarı korelasyonları, Cronbach Alpha, Spearman-Brown ve Guttman split-half güvenilirlik formülleri kullanılmıştır. Ölçeğin kararlılık düzeyini belirlerken ise dört hafta arayla iki uygulama yapılarak toplanan verilere maddeler ve faktörler bazında test-tekrar test yöntemi uygulanmıştır.

20.3.2. STEM ile İlgili Bir Ölçek Uyarlama Örneği: “STEM’e Yönelik Tutum Ölçeğinin Türkçeye Uyarlanması: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması”

Özcan ve Koca (2019) çalışmalarında, ortaokul öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla Friday Eğitimde Yenilikçilik Enstitüsü (2012) tarafından geliştirilen STEM'e yönelik tutum ölçeğinin Türkçeye uyarlanarak geçerlik ve güvenilirlik çalışmasının yapılmasını amaçlamıştır. Süreç, Friday Eğitimde Yenilikçilik Enstitüsü'nden gerekli izinler alınarak başlatılmıştır. Ardından ölçek, araştırmacılar ile İngilizce ve Türkçe dillerinde yetkin ve fen eğitimi alanında uzman kişiler tarafından orijinal dili olan İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir. Daha sonra çeviriler arasındaki uyuma incelenmiştir. Ölçeğin uzmanlar tarafından kültüre ve Türkçe'ye uygunluğu da ele alındıktan sonra yeniden orijinal diline çevirisi gerçekleştirilmiştir. Tekrar orijinal diline çevrilen form orijinal form ile karşılaştırılmıştır. Ölçeğin İngilizce ve Türkçe hali İngilizce öğretmenliği öğrencilerinden oluşan örnekleme uygulanmış, kişilerden alınan aynı numaralı iki form arasındaki korelasyon ve anlamlılık düzeyine bakılmıştır. Uyarlama formun uygunluğunun tespiti ardından 7. Sınıf öğrencilerinden oluşan örneklem üzerinde de uygulama yapılarak maddelerinin anlaşılabilirliği test edilmiştir. Anlaşılabilir bulunmayan maddeler düzenlendikten sonra son hal verilmiştir. Daha sonra ölçeğin asıl uygulaması yapılmış ve toplanan verilerle geçerlik ve güvenilirlik analizleri gerçekleştirilmiştir.

20.4 Sonuçlar

Ölçme ve değerlendirme, eğitim sürecinin etkililiği hakkında doğru karar alınmasını sağlayan önemli süreçlerdir. Günümüz dünyasının değişen şartları doğrultusunda bireylere kazandırılması hedeflenen beceriler de değişmektedir. Dolayısıyla bu becerileri ölçmek için uygulanan yöntem ve tekniklerin de geliştirilmesi bir ihtiyaç haline gelmiştir. STEM eğitimi yaklaşımı bireylere 21. Yüzyıl becerileri olarak adlandırdığımız üst düzey becerileri kazandırmayı hedefler. Bu doğrultuda sınıf içi uygulamalara tamamlayıcı ve alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarının entegre edilmesi son derece önemlidir. STEM eğitiminde hem ürün hem de süreç odaklı bir ölçme ve değerlendirme yaklaşımının izlenmesi, buna uygun ölçme araçlarının kullanılması gerekmektedir.

STEM eğitimlerinde hazırlanan ders planlarında ölçme ve değerlendirme kapsamının net olarak yer alması gerekliliği vurgulanmaktadır. Alternatif ölçme ve değerlendirme araçlarıyla öğrencilerin bilgi, kavrama ve uygulama basamaklarının üstündeki becerilerinin doğru bir şekilde ölçülmesi sağlanmalıdır. Alanyazında STEM eğitimi sınıf içi uygulamalarda dereceli puanlama anahtarları (rubrikler), portfolyo (ürün dosyası), açık uçlu maddeler, ekran ve öz değerlendirme formları gibi üst düzey becerileri ölçmede süreç odaklı ölçme araçlarının kullanılmasının uygun olacağı belirtilmektedir. Öğrenciye sürecin her aşamasında geri bildirim vermek ve onu sürece dahil etmek kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu almasına destek olacaktır. Bu doğrultuda STEM eğitimi uygulayıcılarının yeterli donanıma sahip olması önemlidir. STEM eğitimi uygulayıcılarının ders planlarına uygun ölçme ve değerlendirme yöntemlerini kullanabilmeleri için hizmet içi eğitimler verilerek öğretmen yeterliliklerinin desteklenmesi önerilebilir.

Ölçmede ölçek terimi, ölçme sonuçlarının matematiksel özelliklerini ifade eder (Baykul ve Turgut, 2015). Ölçek geliştirmenin ve uyarlamanın belirli aşamaları vardır. Ölçek geliştirmede öncelikle ölçülecek yapının özellikleri belirlenmelidir. Daha sonra madde havuzu oluşturularak uzman görüşü alınmalı ve bu doğrultuda deneme ölçme aracı hazırlanmalıdır. Pilot uygulama yapılarak bu uygulama sonuçlarının madde analizleri doğru bir şekilde yapılmalıdır. Büyük örnekleme ikinci bir pilot uygulama yapılarak madde analizleri, güvenilirlik ve geçerlik çalışmaları yapılarak standardizasyon çalışması ile ölçek geliştirme tamamlanmalıdır. Alanyazında STEM temelli araştırmalarda çeşitli ölçek geliştirme ve uyarlama çalışmaları mevcuttur. Ölçek geliştirme, uyarlama ve kullanmada geçerlik ve güvenilirliği zedelememek için birçok kritere uygun davranılması gerekmektedir. Bu doğrultuda STEM temelli çalışmalarda da ölçek geliştirme ve uyarlama aşamalarının titizlikle yapılması ve etik kurallara uygun davranılması önemlidir. STEM eğitime yönelik alanyazında ölçme ve değerlendirme boyutunun belirgin bir şekilde yer almadığı dikkat çekmektedir (Akgündüz, 2018). STEM temelli akademik çalışmalarda, ölçme ve değerlendirme kapsamının da geniş ölçüde ele alınması önerilebilir.

20.5. Kaynaklar

Akgündüz, D. (2018). *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi*. Ankara: Anı Yayıncılık

Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A. ve Türk, Z. (2015). *STEM eğitimi çalıştay raporu*. İstanbul: Scala Basım Yayım.

Algan, S. (2008). *İlköğretim 6. ve 7. sınıf sosyal bilgiler öğretim programının ölçme ve değerlendirme ögesinin öğretmen görüşleri açısından incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.

Atılğan, H., Kan, A., & Aydın, B. (2017). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Ayas, A. P., Çepni, S., Akdeniz, A. R., Yiğit, N., Özmen, H. ve Ayvacı, H. Ş. (2010). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*. Trabzon: Pegem Akademi.

Aydın, G., Saka, M. & Guzey, S. (2017). 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin STEM (FeTeMM) tutumlarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13 (2), 787-802. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.290319>

Aydoğmuş, A. (2012). *Sosyal bilgiler öğretmenlerinin süreç odaklı ölçme ve değerlendirme araçlarını kullanma durumları: İstanbul ili örneği*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Sakarya

Bachman, L. F. (1990). *Fundamental Considerations in Language Testing*. Oxford University Press.

Baykul, Y. ve Turgut, M.F. (2010). *Eğitimde ölçme değerlendirme*. Ankara: Pegem Yayıncılık.

Baykul, Y. ve Turgut, M. F. (2015). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi.

Benek, I. ve Akçay, B. (2019). Development of STEM attitude scale for secondary school students: Validity and reliability study. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 7(1), 32-52. <https://doi.org/10.18404/ijemst.509258>

Buyruk, B. ve Korkmaz, Ö. (2016). FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 13(2), 61-76. <https://doi.org/10.19126/suje.335008>

Coleman, A. M. (2001). The Dictionary of Psychology. *Applied Cognitive Psychology*, 15(3), 349-351.

Çepni, S. (2018). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*. Ankara: Pegem Akademi.

Çevik, M. (2017). Ortaöğretim öğretmenlerine yönelik FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ) geliştirme çalışması. *Journal of Human Sciences*, 14(3), 2436-2452.

Demirel, Ö. (2006). *Kuramdan uygulamaya eğitimde program geliştirme*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Derin, G., Aydın, E. ve Kırkıç, K.A. (2017). STEM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) Eğitimi Tutum Ölçeği. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4(3), 547-559. <https://doi.org/10.31202/ecjse.336550>

DeVellis (2014). Ölçek geliştirme ilkeleri. T. Totan (Çev. Ed.), *Ölçek Geliştirme* (A. S. Sağkal, Çev.) Scale development içinde (s.73-114). Nobel Yayıncılık.

Erdal, H. (2007). *2005 ilköğretim matematik programı ölçme değerlendirme kısmının incelenmesi* (Afyonkarahisar ili örneği). (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.

Faber, M., Unfried, A., Wiebe, E. N., Corn, J., Townsend, L. W., & Collins, T. L. (2013). *Student Attitudes toward STEM: The Development of Upper Elementary School and Middle/High School Student Surveys* Paper presented at 2013 ASEE Annual Conference & Exposition, Atlanta, Georgia. <https://doi.org/10.18260/1-2--22479>

Farris, J. P. (2001). *Third Edition, Elementary & Middle School Social Studies: An Interdisciplinary Instructional Approach*. Mc Graw-Hill Higher Education.

Friday Institute for Educational Innovation (2012). *Middle and High School STEM-Student Survey*. Friday Institute for Educational Innovation.

Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N., & Taasobshirazi, G. (2011). Science motivation questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1159–1176. <https://doi.org/10.1002/tea.20442>

Guzey, S. S., Harwell, M. & Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271-279. <https://doi.org/10.1111/ssm.12077>

Hacıömeroğlu, G. ve Bulut, A. (2016). Entegre FETEMM Öğretimi Yönelim Ölçeği Türkçe Formunun Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması / Integrative Stem Teaching Intention

Questionnaire: A Validity and Reliability Study of The Turkish Form. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12 (3), 654-669. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/eku/issue/26697/280859>

İnam, N. (2020). *Öğretmenlere yönelik STEM tutum ölçeği geliştirme çalışması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Kale S. (2019). *STEM uygulamalarının okul öncesi öğretmenlerin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

Karakoç, F. Y. ve Dönmez, L. (2014). Ölçek Geliştirme Çalışmalarında Temel İlkeler. *Tıp Eğitimi Dünyası*, 40, 39-49.

Kızılay, E., Yamak, H., & Kavak, N. (2019). Motivation Scale for STEM Fields. *Journal of Computer and Education Research*, 7(14), 540-557.

Korkmaz Y. (2009). *Fen öğretiminde rubrik kullanma eğitiminin öğretmenlerin ölçme ve değerlendirmeye ilişkin görüş ve uygulamalarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.

Lynch, B. K. (2001). Rethinking assessment from a critical perspective. *Language Testing*, 18(4), 351-372.

Linn, R. L., & Gronlund, N. E. (1995). *Measurement and Assessment in Teaching*. Merrill.

Luo, T., Wang, J., Liu, X., & Zhou, J. (2019) Development and application of a scale to measure students' STEM continuing motivation. *International Journal of Science Education*, 41(14), 1885-1904. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1647472>

Milner, D. I., Horan, J. J., & Tracey, T. J. G. (2014). Development and Evaluation of STEM Interest and Self-Efficacy Tests. *Journal of Career Assessment* 22(4), 642-653. <https://doi.org/10.1177/1069072713515427>

National Research Council. (2011) *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*, Washington, DC: the National Academic Press.

NRC. (2014). Developing assessments for the next generation science standards. Washington, D.C: *National Academies Press*.

Orhan, A. T. (2007). *Fen eğitiminde alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin ilköğretim öğretmen adayları, öğretmen ve öğrenci boyutu dikkate alınarak incelenmesi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

Özcan, H. & Koca, E. (2018). STEM'e Yönelik Tutum Ölçeğinin Türkçeye Uyarlanması: *Geçerlik ve güvenilirlik çalışması*. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2-15. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2018045061>

Özdemir, A., Yaman, C., & Vural, R. (2018). STEM Uygulamaları Öğretmen Öz-yeterlik Ölçeğinin Geliştirilmesi: Bir Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 93-104. <https://doi.org/10.30803/adusobed.427718>

Scriven, M. (1991). *Evaluation Thesaurus*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Seçer, İ. (2015). *Psikolojik Test Geliştirme ve Uyarlama Süreci*. Anı Yayıncılık.

Sondergeld, T. A. (2014). Closing the gap between STEM teacher classroom assessment expectations and skills. *School Science and Mathematics*, 114(4), 151-153.

Tekin, H. (2003). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. Yargı Yayıncılık.

Ünlü, C. ve Şenler, B. (2020). STEM Ebeveyn Farkındalık Ölçeğinin Türkçeye Uyarlanması: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 189-198. <https://doi.org/10.38089/ekvad.2020.13>

Yılmaz, H., Yiğit Koyunkaya, M., Güler, F. ve Güzey, S. (2017). Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM) Eğitimi Tutum Ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(5), 1787-1800.

Zengin, N., Kaya, G. ve Pektas, M. (2020). STEM Temelli Araştırmalarda Kullanılan Ölçme ve Değerlendirme Yöntemlerinin İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40 (2), 329-355.

BÖLÜM 21: STEM PROJELERİ VE TASARIM ODAKLI DÜŞÜNME

Zeynep SARIKOÇ, Sevda BAYDAR, Selin SARIÇA,

Tuğçe EKİCİ, Kısmet TÜRKAN KURNAZ & Işıl GÜNEŞ TORUN

Bölüm Özeti: Bu bölümde, günümüz eğitim yaklaşımlarından biri olan tasarım odaklı düşünme yapısına ilişkin bilgi verilmesi ve STEM çalışmalarıyla ilişkilendirilmesi amaçlanarak, tasarım odaklı düşünme yöntemi tanımlanmış, tasarım odaklı düşünme yönteminin uygulama aşamaları açıklanmıştır. STEM etkinliklerinde kullanılabilecek bir metodoloji olan tasarım odaklı düşünmenin eğitim öğretimdeki yeri ve önemi vurgulanmıştır. Ulusal ve uluslararası örneklerle tasarım odaklı düşünme yönteminin STEM etkinliklerinde uygulanması ile çocuklar üzerindeki etkileri örneklendirilmiştir. Bölüm sonunda ise bu yaklaşımın eğitimde uygulanması ile ilgili sonuçlara ve uygulanmasına yönelik önerilere yer verilmiştir.

21.1. Giriş

Hepimiz seyahat planlaması, ev dekorasyonu, saç şekillendirme; araştırmalarda deneysel tasarım, okul eğitiminde öğretim tasarımı gibi günlük ve akademik hayatımızda resmi veya resmi olmayan tasarımlar yaparız. Tasarım, basitçe, bir kişinin bu insan yapımı dünyada bir sorunu tanımlama ve çözme yaklaşımı anlamına gelmektedir (Li, Schoenfeld, diSessa, Graesser, Benson, English ve Duschl, 2019). Tasarımın ucu açık doğasına rağmen, tasarım odaklı düşünme (design thinking) kavramının popüler hale gelmesinin nedenlerinden birisi sağladığı esnek modeldir.

Tasarım odaklı düşünme, sanat ve bilim arasında bir köprü görevi görmektedir (Henriksen, 2017). Tasarımın bilim mi yoksa sanat mı olduğu konusunda tartışmalar devam ederken Cross (1982) tasarımın ele aldığı olgu, yöntem ve değerler bakımından fen bilimlerinden ve beşerî bilimlerden farklı olduğunu belirtmiştir. Simon (1969) da tasarımın eserler yaratmak için tüm bilinçli faaliyetleri kapsadığını kabul etmiştir. Böylece onu doğa bilimlerinden, sosyal ve beşerî bilimlerden farklı bir yere koymuş ancak mühendislikten ayrı düşünmemiştir (Johansson-Sköldberg, Woodilla ve Çetinkaya, 2013).

Simon (1969) tasarımın bir alan olarak ilkelerini ortaya koyduğunda, onu insan merkezli problem çözme ve disiplinler arası bir kavşak olarak vurgulamıştır. Terimin, tasarım

araştırma literatüründeki ilk kullanımı ise Rowe'un (1987) mimarlar ve şehir plancıları tarafından kullanılan yöntem ve yaklaşımları tanımladığı eserde görülmektedir. Stanford Üniversitesi'nde öğretim görevlisi olan Faste (1994) tasarım odaklı düşünme kavramını "yaratıcı eylemin bir yöntemi olarak" tanımlamıştır. Faste'nin Stanford Üniversitesi'ndeki meslektaşı Kelley, tasarım odaklı düşünmeyi ticari alanda kullanmıştır. Küresel Tasarım Danışmanlığı IDEO'nun ve Stanford'daki Hasso Plattner Tasarım Enstitüsü'nün kurucusu David Kelley, olabildiğince çok insana, hayatlarındaki her sorun ve alacakları her kararda analitik çözümler kadar yaratıcı düşünebilmeleri için beyinlerinin her iki tarafını da kullanmayı öğretmeyi amaç edindiğini belirtmiştir (Camacho, 2016). Rittel, tasarım odaklı düşünmeyi bir problem çözme etkinliği olarak ele almış ve kötü sorunların (wicked problems) 10 özelliğini sıralamıştır. Buchanan da benzer şekilde tasarım sorunlarının evrensel olduğunu, doğası gereği belirsiz ve kötü olduğunu belirtmiştir. Buchanan'a göre tasarım odaklı düşünme, insan deneyiminin herhangi bir alanına uygulanabilir özelliğe sahiptir (Buchanan, 1992). Carrol'a (2015) göre tasarım odaklı düşünme süreci, problemlerin çözümü için sağlam bir yapı iskelesi sağlayan bir dizi kriterler tarafından desteklenir. Bu kriterler şunlardır:

- İnsan merkezlilik
- Eyleme Yönelik Önyargı
- Radikal İş Birliği
- Prototip Kültürü
- Göster, Anlatma
- Sürecin Farkındalığı.

Tasarım odaklı düşünme, tasarımcıların büyük resmi görerek, bir sistem bağlamında gerçekleştirdiği, ilerledikçe kararlar alarak, genellikle sosyal bir süreçte ekipler üzerinde iş birliği içinde çalışarak ve birbirleriyle (ve kendileriyle) birkaç dil "konuşarak" gerçekleştirdiği, karmaşık sorgulama ve öğrenme süreçlerini yansıtmaktadır (Dym, Agogino, Eris, Frey ve Leifer, 2006).

Ne yazık ki, geleneksel okul sistemlerinin çoğunda tasarım odaklı düşünmeye ve tasarım etkinliklerine çok az yer verilmektedir. Tasarım etkinlikleri, öğrencilerle değil, çoğunlukla mimarlık, teknoloji, mühendislik, moda vb. dallardaki profesyonellerle ilişkilendirilmektedir. Bu alanlarda tasarım ve tasarım zihniyetini öğrenmek elbette önemlidir. Fen ve matematik gibi okul konularının çoğu tasarım konuları olarak görülmemekte, tasarım daha çok sanat ve mesleki eğitimler gibi konularla ilişkilendirilmektedir. Oysa, tasarım etkinlikleri yeni prosedürler, yapılar ve mekanizmalar oluşturmada öğrencilere yardımcı olur. Bu nedenle, teknoloji ve mühendislik temelli derslerin okul eğitimine dahil edilmesi gerekmektedir. (Alashwal, 2020). Tasarım ve tasarım odaklı düşünmenin önemi gerçekten de

son zamanlarda okul eğitiminde, özellikle de STEM eğitiminin mevcut hareketinde fark edilmiştir (Li ve ark., 2019). Okul müfredatının ve öğretiminin, tasarımı sadece mühendislik ve teknolojiye değil, aynı zamanda diğer STEM derslerinde ve ötesinde öğrencilerin konu içeriği öğrenimine entegre etmesi ve aynı zamanda tasarım sezgilerini ve erken düşüncelerini geliştirmeye yardımcı olması zorunludur. Tasarım sadece bir isim değil, aynı zamanda okul eğitiminin öğrencilerimize sunabileceği değişikliklere yardımcı olabilecek bir fiildir. STEM eğitiminin entegrasyonu ile birlikte tasarım odaklı düşünme, mevcut eğitim sisteminde yeni yapıların ve modellerin geliştirilmesi için sağlam bir temel sağlama yeteneğine sahiptir (Li ve ark., 2019).

21.2. Tasarım Odaklı Düşünme: Tanıtım ve Köken Bilgisi

İnsan, varoluşundan bu yana tasarım kelimesiyle adlandırdığı ya da daha öncesinde tasarım kavramını bu isimle karşılamadığı dönemlerden itibaren arkeolojiden tıba, mimarlıktan iletişime uzanan birçok farklı alanda gösterdiği faaliyetlerle “tasarım” düşüncesiyle iç içe olmuştur. İnsanoğlu tasarım ile hayatını, bedenini, yaşadığımız gezegeni ve zamanı nasıl kökten değişikliklere uğrattığını, eserleriyle bizlere göstermektedir. Yaşadığımız inovasyon çağında da yaratıcılık ve tasarım hayatımızı her yönüyle sarmış durumdadır. Dünyaya yön veren ve akıllı teknolojiler geliştiren şirketler açısından da tasarım odaklı düşünme her geçen gün biraz daha benimseniyor.

Tasarım sözcüğü sözlük anlamı olarak “Zihinde canlandırılan biçim, tasavvur” anlamına gelmektedir (Türk Dil Kurumu, 2021). Günlük kullanılan eşyaların tasarlanmasından şehirciliğe değin uzanan geniş bir yelpazede karşımıza çıkan tasarım sözcüğü, Dil Derneği Türkçe Sözlüğü’nde (1999) insanların içinde bulunduğu çevreye uyum getirmeyi amaçlayan bir bilim dalı olarak tanımlanmıştır. Tasarlamak sözcüğü hem isim hem de fiil olarak kullanılabilirken, yeni bir ürünün ya da nesnenin planlanarak geliştirilme sürecini anlatmaktadır.

“İnsanların yaptığı her faaliyet bir tasarımdır. Bu noktada yeryüzünde yaşayan herkes bir bakıma tasarımcıdır. İnsanlar amacına ulaşmak için bilerek ve planlı bir şekilde yaptığı her etkinlikte tasarımı meydana getirmektedir. Ayrıca tasarım kavramı insanların doğumundan başlayıp ölümüne kadar olan süreç içerisinde sürekli olarak kendini hissettirmektedir.” (Papanek, 1972; Altun ve Polat, 2020). Uzunarslan (2006) araştırmasında tasarım sürecini yaşayan kişinin kendi duygularını, düşüncelerini ve bilgilerini bir araya getirerek amacına yönelik çözüm önerileri meydana getirebileceğini belirtmiştir.

Tasarım odaklı düşünme fikri 1950’lerde yaratıcılık tekniklerinin geliştirilmesi ve 1960larda yeni tasarım yöntemlerinin ortaya çıkması sonucunda bu yöntemlerin getirdiği sorunların çözümüne yönelik olarak ortaya çıkmıştır. John E. Arnold’ın “Yaratıcı Mühendislik” (1959) kitabı ve L. Bruce Archer’ın “Tasarımcılar için Sistemik Yöntem” (1965) kitapları tasarım odaklı düşünme üzerine yazılan ilk eserler arasında bulunmaktadır. 1980 ve 1990’larda “Yaratıcı Bir Eylem Yöntemi Olarak Tasarım Odaklı Düşünme” fikri

sayesinde Rolf Faste, McKim'in Stanford Üniversitesi'ndeki çalışmalarını genişletmiştir. 1991 yılında IDEO tasarım danışmanlığını kuran Faste'nin Stanford meslektaşı David M. Kelley tarafından tasarım odaklı düşünme fikri, iş amaçlarına uygun bir şekilde uyarlanarak kullanılmıştır.

Tasarım odaklı düşünme yöntemi kısaca, tasarımlar yoluyla, bilişsel olarak problemlere çözüm yolları üretmek için kullanılan etkili bir yöntem olarak tanımlanabilir. Tasarım odaklı düşünme; insanı, iş hayatını ve problemi yaratan faktörleri bir araya getirerek ele alınan problemi çözmek için ürün tasarlama sürecidir. Duman ve Kayalı (2016) tasarım odaklı düşünmeyi genel anlamda insan zihninde bir idea olarak bulunan düşünceyi belli başlı adımları kullanarak somutlaştırıp, var olan sorunu gidermeye çalışan bir süreç olarak tanımlamıştır.

Brown'a (2008) göre tasarım odaklı düşünme, teknolojinin imkânları ile insanların ihtiyaçlarını birleştirmek için tasarımcının duyarlılığını ve yöntemlerini kullanan ve inovasyona temel oluşturma amacı ile kullanılan, insan merkezli bir yaklaşımdır.

Qwen (2007) çalışmasında günümüzde gelişen teknolojiyle beraber öğrencilerin okulda karmaşık sorunlara yanıt vermelerini sağlayacak beceriler geliştirmelerine ihtiyaç olduğunu ve gelişen ve değişen dünyada problemlere ilişkin özgün çözümlere ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. Bahsedilen özgün çözümleri tasarım odaklı düşünme yapısıyla kurgulamak mümkündür.

Tasarım odaklı düşünme aslında düşünmenin teorik yapısını uygulamaya, gerçekleştirmeye dönüştürmektedir. Bu bağlamda tasarım düşüncesi sorgulayan, çözüm üreten, ürün geliştiren bireylerin yetişmesinde ya da yetiştirilmesinde bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır.

21.2.1. Tasarım odaklı düşünmenin önemi

Tasarım odaklı düşünme, tüm tasarım süreçleri arasında problemlere bilişsel olarak çözüm yolları üretirken yaratıcı, analitik, pratik ve kalıpların dışında düşünmek ve fark edilmeyeni fark etmek için en uygun yoldur. Tasarım odaklı düşünmenin bireyler için bu kadar yararlı olmasının nedeni; bilinen ya da bilinmeyen karmaşık sorunların üstesinden gelmek için insan ihtiyaçlarını anlayarak, sorgulayan, çözüm üreten, sorunu insanı ana merkeze alarak yeniden çerçeveselendiren, insan ve empati odaklı bir çözüm süreci için birçok fikir oluşturmaya ve uygulamalı bir yaklaşımı benimsemesidir ("Tasarım odaklı düşünme süreci", 2021).

Girgin (2019) araştırmasında, tasarım odaklı düşünmenin, eğitim öğretim sürecinde öğrencilerin yaptığı çalışmalarda iş birliği ile hareket etmelerini, beyin fırtınası yöntemiyle farklı yollarla düşünmelerini ve tasarımlarında yenilikçi fikirlerle risk almalarını sağladığını belirtmiştir. Araştırma, öğrencilerin uygulamalı çalışmalarda, derinlemesine düşünmeleri, soruna çözüm bulma, hayata hazırlama çalışmaları sunarak olay veya durumlar arası ilişkileri görebilmesini sağlayarak prototip oluşturmalarını geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Araştırma

verilerinin analizinde, tasarım odaklı düşünmenin, öğrenciler üzerindeki kalıcı öğrenme etkileri açıkça ortaya çıkmaktadır. Eğitim sürecinde pasif olan öğrencilerin aktif olmalarını desteklemektedir. Öğrencinin ilgi ve isteğini arttırarak öğrenme motivasyonunun yükselmesine olanak sağlamaktadır.

Tasarım düşüncesinin eğitimde etkin ve kalıcı öğrenmeyi dönüştürmek, öğrencilerin öğrenme biçimlerindeki farklılıklarını desteklemek ve gerçek dünyadaki sorunlarla başa çıkmak için beceri ve kazanımlarını geliştirme konusunda kuvvetli bir araç olduğuna dair kanıtlar artmaktadır (Davis, Hawley, McMullan ve Spilka, 1997; Goldman, 2002; Teixeira, 2010). Tasarım düşüncesi çerçevesinde gerçekleşen çalışmalar, öğrencilerin öğrenme sürecine katılma isteği üzerinde olumlu etki oluşturmaktadır.

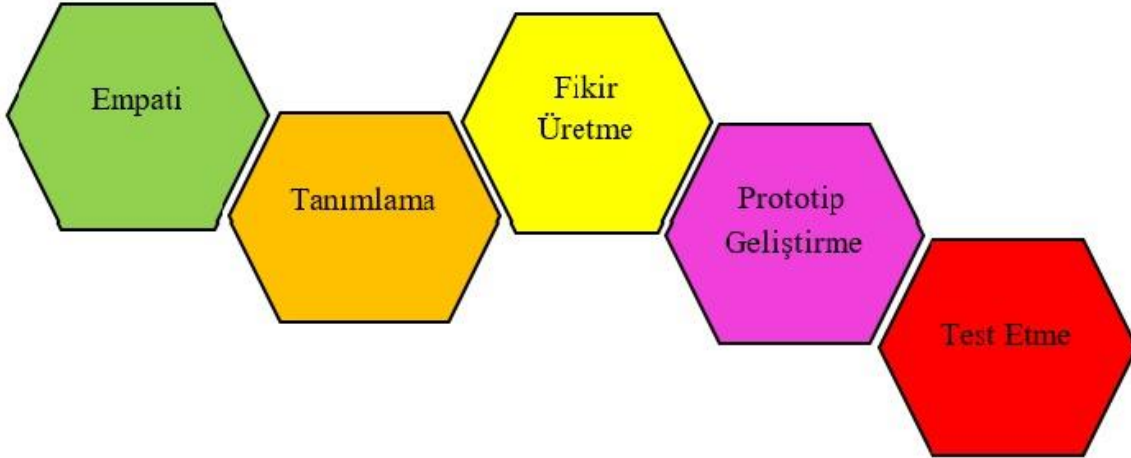
Tasarım odaklı düşünme süreci, tasarım oluşturma konusunda bilimsel bir deneyimi olmayan bireyler için bile ihtiyaçlarını anlayarak karmaşık sorunlarını yaratıcı, yenilikçi ve pratik yollarla çözmek için yeni bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır. (Brown, 2008). Çağdaş tasarım düşüncesi akademik ve mesleki yapıyı birleştiren tasarım düşünme süreçleri, tasarım becerileri, 21. yüzyılda öğrenci yeteneklerini geliştirmek için etkin bir yol olarak görülmektedir (Heskett, 2003; Koh, Chai, Wong ve Hong, 2015). Neticede, öğrencinin oluşturduğu tasarım düşüncesi, gelecekte evrensel toplumun karşılaşacağı ve sürekli değişkenlik gösterebilecek zorluklarda önemli bir oluşum olarak karşımıza çıkmaktadır (Howard, 2008; Cope ve Kalantzis, 2008; Fadel ve Trilling, 2009; Noweski, Scheer, Buttner, Erdmann Meinal ve von Thienen, 2012; Wright ve Davis, 2014; Yelland, Koh ve diğerleri, 2015; Wright ve Wrigley, 2017). Bir öğrencinin tasarım oluşturma süreci pratik yapma ve deneyimleme yoluyla ortaya çıkar. (Dorst, 2006; Howard, 2012). Tasarım odaklı düşünme kavram olarak alanyazında birçok farklı çalışmada kullanılmakla birlikte eğitim-öğretim süreçlerinde yer alması oldukça önemlidir (Brenner, Uebnickel ve Abrell, 2016; Dunne ve Martin, 2006; Kimbell, 2009). Bu sebeple, uygulamada ve bilimsel niteliği olan çalışmalarda tasarım düşüncesinin değeri, bireyin öğrenme sürecindeki başarısında bir kolaylaştırıcı olarak rol oynamaktadır (Yılmaz ve Daly, 2016).

Razzouk ve Shute (2012) öğrencilerin tasarımcılar gibi düşünmelerine yardımcı olmak, onları zor durumlarla başa çıkmak ve okulda, kariyerlerinde ve genel olarak yaşamdaki karmaşık sorunları çözmek için daha iyi hazırlayabildiğini belirtmiştir.

21.2.2. Tasarım odaklı düşünmenin aşamaları

Tasarım odaklı düşünme, bireylerin yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmeye odaklanan, sorunları irdeleyen; işlevsel ve yenilikçi çözüm önerileri sunan iş birliğine dayalı insan merkezli bir yaklaşımdır. Brown'a (2009) göre "*tasarım odaklı düşünme süreci arzu edilebilirlik, fizibilite ve canlılık*" kavramları ile ilişkilendirilen üç soru ile başlamaktadır. Arzu edilebilirlik kavramı; "*İnsanlar için gerekli olan nedir?*" sorusuna yanıt aradığımız ve beyin fırtınası yoluyla çözüm önerileri sunduğumuz süreci ifade etmektedir.

Fizibilite kavramı; “*Sorunun çözümüne ilişkin sunduğumuz öneriler işlevsel olarak mümkün müdür?*” sorusuna yanıt arama süreci ile ilişkilendirilmektedir. Canlılık kavramı ise; “*Soruna yönelik çözüm önerilerinin uzun süre geçerliliğini koruma şansı nedir?*” sorusuna yanıt aramaktadır. Bu üç soruyu göz önünde bulundurduktan sonra tasarım odaklı düşünme süreci çok aşamalı bir yaklaşım kullanılmaktadır (Plattner, 2010). Scheer, Noweski, Meinel (2012)’e göre tasarım odaklı düşünme süreci “*empati kurma, fikir üretme, prototip geliştirme, test etme ve paylaşma*” olmak üzere dinamik ve yinelemeli altı aşamadan oluşmaktadır. Carroll, Goldman, Britos, Koh, Royalty ve Hornstein (2010) ise bu aşamalara ilave olarak “*empati kurma*” aşamasını kendi içerisinde “*anlam kurma ve gözlem yapma*” olmak üzere iki alt başlıkta incelemektedir. Alanyazında tasarım odaklı düşünme aşamaları; farklı alanlarda farklı aşamalara bölünmüş olarak karşımıza çıkmasına karşın hepsi benzer aşamalardan oluşmaktadır ve gerek eğitimde gerekse sektör uygulamalarında en yaygın olarak Brown ve Kelly öncülüğünde kurulan Stanford Üniversitesi Tasarım Okulu tarafından önerilen “5 Aşamalı” yaklaşım kullanılmaktadır (Atacan, 2020). Bu yaklaşıma göre tasarım odaklı düşünmenin aşamaları; “*empati, tanımlama, fikir üretme, prototip geliştirme ve test etme*” olmak üzere beşe ayrılmaktadır. Şekil 1’de Stanford Üniversitesi Tasarım Okulu tarafından önerilen tasarım odaklı düşünme yaklaşımının aşamaları yer almaktadır (Stanford Üniversitesi, 2010, s.153).



Şekil 21.1: Stanford Üniversitesi Tasarım Odaklı Düşünme Aşamaları

Empati: Tasarım odaklı düşünme yaklaşımının ilk aşaması olan empati; bir sorunu, o sorundan etkilenen bireyin bir başka deyişle kullanıcının bakış açısıyla görme ve anlama aşamasıdır. Tasarımcı önce problemden etkilenen bireyi, içinde yaşadığı ortamda gözlemler, onunla iletişime girer; duygularını, düşüncelerini ve değerlerini öğrenir. Ardından kendisini bireyin yerine koyup onun deneyimlerini paylaşır bu sayede sorunu derinlemesine kavrar ve farklı bakış açısı ile durumu anlar (Sürmelioglu ve Erdem, 2021).

Tanımlama: Tasarım odaklı düşünme yaklaşımının ikinci aşaması olan tanımlama basamağında; ilk aşamada kullanıcıdan elde edilen veriler analiz edilerek ihtiyaçlar belirlenir,

sorun hakkında tüm paydaşlar ile görüşme yapıp sorunun tüm boyutlarıyla tanımlanması sağlanır (Girgin, 2019).

Fikir Üretme: Yaratıcılığın ön planda olduğu fikir üretme aşamasında, bir önceki aşamada tanımlanan soruna ilişkin çözüm önerileri paylaşılır. Beyin fırtınası tekniğiyle öğrenciler belirlenen soruna ilişkin fikirler ortaya koyar, hayal gücünü kullanarak çözümler üretir (Thoring ve Müller, 2011a). Bu süreçte amaç, sorunun çözümüne ilişkin çok sayıda fikir ortaya koymak ve öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmek olduğu için öğrencilerin fikirleri eleştirilmez, doğru ya da yanlış gibi yargı bildiren ifadeler kullanılmaz. Aşamanın sonunda üretilen fikirler grup üyeleri tarafından tartışılarak oylama ile seçilir bu sayede soruna ilişkin en etkili çözüm yollarının belirlenmesi sağlanır (Atacan, 2020).

Prototip Geliştirme: Fikir üretme aşamasında elde edilen çözüm önerileri; prototip geliştirme aşamasında sorun alanına bağlı olarak fotoğraf hikâyesi, skeç, fiziksel bir model veya video şeklinde somut bir ürüne dönüştürülür. Eğer yeterli zaman ve imkân var ise öğrenciler çözüm önerilerine ilişkin birden fazla prototip yapabilir (Brown, 2009). Öğrenciler; yaptığı prototipleri hedef kitleye sunup görüş isteyebilir ya da konu alanı uzmanına danışabilir. Hedef kitle ve uzman geri bildirimleri doğrultusunda değişiklik yapabilir ya da yeni prototipler üretebilir. Prototip aşaması geri bildirim mekanizması sayesinde dinamik bir süreçtir ve önceki aşamalara tekrar dönüş yapabilme fırsatı sunar (Vasdev, 2013).

Test Etme: Yazılı, sözlü ya da tasarlanmış çözümlerin tüm paydaşlarla paylaşıldığı test etme aşaması, tasarım odaklı düşünme sürecinin değerlendirme ve yapıcı geri bildirim sağlayan son aşamasıdır. Akdemir'e (2017) göre prototipler öğrenciler tarafından ne kadar çok test edilirse çözümün başarısı da o kadar fazla olmaktadır. Test etme aşamasında tespit edilen hatalar öğrencilerin kendi gayretleri ya da uzman yardımıyla düzeltilir, hataları en aza indirmek için önleyici tedbirler alınır. Öğrenciler neyin iyi olduğunu, neyin olmadığını ya da neyin geliştirilebilir olduğunu bu aşamada kavrar ve tanımlama, fikir üretme, prototip geliştirme aşamalarına geri dönebilir (Girgin, 2019).

21.3. STEM Projeleri ve Ulusal ve Uluslararası Örneklerle Tasarım Odaklı Düşünme

21.3.1. Ulusal Örnekler

Ercan (2014) araştırmasını, tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları ile yapılan derslerin 7. sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik akademik başarıları, mühendislik disiplinine yönelik görüş ve yeterlikleri ve karar verme becerileri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapmıştır. 2013-2014 eğitim öğretim yılında yapılmış ve 7. Sınıfta okuyan toplam 30 öğrenci araştırmanın örneklem grubunu oluşturmuştur. Araştırmadan elde edilen verilerin analiz edilmesiyle, kuvvet ve hareket ünitesinde tasarım temelli fen eğitiminin,

öğrencilerin akademik başarılarını, karar verme becerilerini ve mühendislik disiplinine yönelik bilgi düzeylerini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Irkıçatal (2016) çalışmasında, mühendislik tasarım sürecinde uygulanan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM- FeTeeMM) temelli okul sonrası etkinliklerin kuvvet ve hareket ünitesinde yer alan basit makineler konusundaki 7. sınıf çocuklarının akademik başarıları ve mühendislik ve teknoloji disiplinlerine ilişkin algılarının, STEM disiplinlerine dair ilgi ve tutumları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırma verilerinin analizinde, STEM içerikli okul sonrası etkinliklerin basit makineler konusunda katılımcıların akademik başarılarını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. STEM meslek alanları ilgi ölçeğinden elde edilen verilerin analizinde etkinliklerin STEM disiplinlerine karşı öğrencilerin ilgilerini artırdığı gözlenmiştir. Ayrıca mühendislik ve fen tutum ölçeği verilerinin analizi, okul sonrası STEM uygulamalarının öğrencilerin mühendislik ve fen ile ilgili tutumlarında olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir. Yapılan iki çalışmada da tasarım temelli olarak oluşturulan STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarısına ve mühendislik ve teknoloji disiplinlerine karşı ilgilerinin artmasına olumlu katkı sağladığı görülmüştür (Ercan, 2014; Irkıçatal, 2016).

Yalçın (2020) çalışmasında tasarım odaklı düşünme modeline göre hazırlanan okul öncesi STEM etkinliklerinin çocukların yaratıcılık ve problem çözme becerileri üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak “*Alternatif Kullanımlar*”, “*Wally Sosyal Problem Çözme*”, “*Öğretmen Görüşme Formu*”, “*STEM Eğitimi Süreç Gözlem Formu*” ve “*Araştırma Günlüğü*” araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Tasarım odaklı STEM etkinliklerinin çocuklar üzerindeki etkileri, çocukların etkinlik sürecindeki değişimleri ve sürece ilişkin sınıf öğretmeninin gözlemlerini kapsayan görüşmelerden elde edilen verilerin sonucunda, uygulanan okul öncesi STEM eğitiminin çocuklardaki problem çözme, yaratıcılık, iletişim ve etkileşim becerilerini arttırdığı, etkinliklerin gruplar ile yapılmasının akran öğrenmesine katkı sağladığı, tasarım odaklı STEM etkinliklerinin çocukların özgüvenlerini arttırdığı ve STEM etkinliklerinin çocuklara sorumluluk bilinci kazandırdığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

21.3.2. Uluslararası Örnekler

Doppelt, Mehalik, Schunn, Silk ve Krysinski (2008) ise tasarım odaklı düşünme modelini kullanarak fen eğitimini ve etkinliklerini zenginleştirmeyi hedefledikleri nitel araştırmalardan durum çalışması şeklinde yürütmüşlerdir. Akademik başarı düzeyi düşük ve yüksek olan iki ayrı sınıfta toplamda 38 çocukla çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma sürecinde her iki grup için de ön test-son test-bilgi testi sonuçları, çocukların ürün dosyaları ve sözlü sunumları değerlendirmeye alınmıştır. Çalışma sonucunda, başarı düzeyi yüksek ve düşük olan çocuklarda bilgi testinde başarı puanlarında farklılık görüldüğünü ancak bu farklılığın başarı düzeyi yüksek olan sınıfta anlamlıyken, başarı düzeyi düşük olan sınıfta anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

4 yıllık bir çalışmanın parçası olarak, English (2018), tasarım odaklı düşünme süreci ile STEM disiplinini entegre eden 4. sınıf tasarımına dayalı bir problem çözme çalışması yapmıştır. Bir ayakkabı tasarımı görevine odaklanan öğrenciler, ayakkabı türleri, bedenleri, kumaşları, karşılık gelen ayak uzunlukları vb. hakkında veri toplayıp, analiz etmişlerdir. Doğal ve işlenmiş malzemeler hakkında daha fazla bilgi edinen öğrenciler; ayakkabı tasarımcıları, üreticileri ve çalışmaları hakkında genel bilgileri de öğrenmişlerdir. Öğrenciler daha sonra kendi ayakkabılarını tasarlama için küçük gruplara ayrılmıştır. Süreç ve sonuçlar, öğrencilerin öğrenmelerinin bilgiyi uygulamalarından; başlangıç, yeniden tasarlama, yeniden yapılandırma ve bilinçli tasarıma kadar bir dizi tasarım stratejisinin kullanımında ilerlediklerini göstermiştir.

Sandrove ve arkadaşları, (2020)'deki çalışmalarında tasarım odaklı düşünme modelinin bir öğretim yöntemi ve ağırlıklı olarak mimarlık veya ekonomi ile ilgili çalışma programları tarafından uygulandığını belirtmişlerdir. Bunlardan farklı olarak 2018'de Slovakya'nın Nitra kentindeki Constantine the Philosopher Üniversitesi'nde birçok uzmanın vurguladığı gibi tasarım odaklı düşünme modelinin yaratıcılığı, ekip çalışmasını ve iletişimi teşvik edemediğini test etmek için Bölgesel Turizm Çalışma Programı'ndaki üç derste tasarım odaklı düşünme etkinlikleri yapılmıştır. Sonuçlar geleneksel öğretim yöntemlerine göre tasarım odaklı düşünme etkinlikleri ile öğrencilerin çok daha aktif, işbirlikçi ve yaratıcı olduklarını göstermiştir.

Costantino (2018) araştırmasında, ilk defa STEM eğitiminde son olarak tasarım ve sanatı da eklemiş Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik eğitimini, STEAM eğitimi olacak şekilde kısaltma haline getirmiştir. "*STEAM eğitim hareketinde sanat ve tasarımı STEM disiplinleriyle ilişkilendiren nedir?*" sorusuna cevap aranarak STEAM eğitiminde tasarım ve sanatın rolü disiplinler arası bir eğitim programı modeli olarak ele alınmış ve taslağı oluşturulmuştur.

Li ve arkadaşları, (2019) tasarım odaklı düşünme modelini ve STEM eğitimini ele aldıkları çalışmalarında; okul eğitiminde, mevcut çalışmaların öğrencilerin tasarım yoluyla öğrenebileceklerini ayrıca STEM eğitimi içinde tasarım düşüncesini geliştirebileceklerini gösterdiğini belirtmişlerdir. Spesifik olarak, mühendisliğin okul eğitimine yakın zamanda dahil edilmesiyle birlikte, mühendislik tasarımının öğrencilerin ilgisini çekmeye ve onların STEM içeriğini öğrenmelerini kolaylaştırmaya nasıl yardımcı olabileceğini belgeleyen, hızla büyüyen bir dizi program ve çalışma bulunduğunu vurgulamışlardır. Okul eğitiminde mühendislik ve teknolojinin tanıtılması, tasarımın ve tasarım odaklı düşünmenin önemini anlamamıza yardımcı olurken, matematik ve fen gibi geleneksel okul konularının nasıl öğretilabileceğini ve öğrenilmesi gerektiğini yeniden düşünmenin de önemli hale geldiğine dikkat çekmişlerdir.

21.4. Sonuçlar

Tasarım odaklı düşünme, inovatif yaklaşımlarıyla dünyayı etkisi altına alan şirketlerin (Samsung, Apple, IBM, Uber, Airbnb, Facebook, Google) ve start-up merkezlerinin uyguladığı; üniversitelerin (Stanford, Berkeley, Harvard, Potsdam) eğitim programlarında yer verdiği insan odaklı bir problem çözme yaklaşımıdır.

Tasarım odaklı düşünme sürecinde tasarım, fiziksel anlamda somut bir ürünün de ötesinde teoride tasarlanmış ve insan odaklı bir sistemin pratiği de olabilir. Bu yönüyle tasarım odaklı düşünme kavramının, başlangıçta sınırlı sayıda alanda kullanılmış olsa da artık tıp ve havacılıktan, yönetime, operasyonlara ve insan kaynakları planlamasına kadar uzanan sayısız disipline uygulanabilirliği görülmektedir (Riverdale Country School ve IDEO LLC., 2012). Eğitimde tasarım odaklı düşünme yaklaşımı da bu disiplinlerden biridir ve 21. yüzyıldaki her öğrencinin gelişmesine yardımcı olabilecek okul eğitiminde yer alabilecek bir düşünme modeli olarak görülmektedir (Li ve ark., 2019).

Eğitimde tasarım odaklı düşünme yaklaşımı sayesinde öğrenciler; yaratıcı düşünme, deneme, geri bildirim toplama ve yeniden tasarlamayı içeren bir uygulama süreci yaşarlar. Bu süreç içinde empati kurma, görüşmeler yapma ve beyin fırtınası gibi uygulamalarla öğrencilerin sosyal-duygusal yönleri de hareket geçer. Bu yaklaşımda var olan günlük hayat problemlerini tespit edebilen bireyler, bu problemlere yönelik tasarımlar üretebilirler (Sarıkoç ve Eynel, 2020). Tasarım odaklı düşünmenin, öğrencilerin problem çözme ve kriz yönetimi gibi mevcut özelliklerini mutlaka beslediği ve yeni, dâhiyane, yaratıcı ve yenilikçi becerilerin ortaya çıkarılmasına ve geliştirilmesine yardımcı olduğu bilinmektedir (Alashwal, 2020). Bu yaklaşımı benimseyen öğrencilerin 21. yy. becerilerini kazanmaları, kişisel/sosyal ve istihdam durumu bakımından yeterli olmaları beklenmektedir (Gvaramadze, 2007). Bu eğitim yaklaşımının yaygınlaştırılması; sorunu tespit eden, üretken, insan odaklı problemleri çözebilen bireylerin yetişmesi dolayısıyla ülkelerin endüstriyel anlamda gelişiminin desteklenmesinde ve ileri taşınmasında etkili olabilir.

Sanayi 4.0 toplumunda herkes potansiyel inovasyon geliştiricisidir. Tasarım ve tasarım odaklı düşünme yaklaşımı yaratıcılık ve yenilik için hayati öneme sahiptir; STEM eğitimi geliştirme ve uygulama hareketinde giderek daha önemli hale gelmiştir (Li ve ark., 2019). Ülkemizde STEM eğitimi Milli Eğitim Bakanlığı (MEB, 2016) tarafından yayınlanan STEM Eğitimi Raporu ile gündeme alınmış ve ülke genelinde bu yaklaşımın benimsenmesi için çok sayıda çalışma mevcuttur.

Yurtdışında “*makerspace*” olarak adlandırılan; okullarda oluşturulmuş tasarım alanlarının okul öncesinden başlayarak ilkokul, ortaokul, lise ve üniversite olmak üzere tüm eğitim kademelerinde öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri yönünden desteklenmesinde ve öğrencilerin akademik başarılarının artmasında etkili olduğu görülmüştür (Rayna ve Striukova, 2021; Hatzigiani vd., 2021; Ercan, 2020; Yalçın, 2020). Ülkemizde de benzer olarak “Tasarım

Beceri Atölyeleri” (TBA) adıyla 2023 Eğitim Vizyon Belgesi (MEB, 2018) ile tasarım alanlarının kurulumlarına başlanmıştır. Tüm eğitim kademelerini kapsayacak şekilde okullarda kurulan atölyelerde, öğrencilerin yapılandırmacı öğretim modeline uygun olarak tasarım odaklı düşünme yoluyla STEM eğitimi almaları sağlanabilir. Bu atölyelerde öğrencilerin inovatif düşünme becerileri geliştirilebilir ve yaratıcı fikirleri desteklenebilir.

21.4.1. Öneriler

Stanford Üniversitesi d.School Tasarım Okulu tarafından oluşturulmuş başlangıç setinde (Starter Kit) yeni öğrenenler için Tasarım odaklı düşünme ile ilgili bilgiler yer almaktadır: <https://dschool.stanford.edu/resources/dschool-starter-kit>

Millî Eğitim Bakanlığı (2020) tarafından yayımlanan ve MEB Öğretmen Kitaplığında yer alan “Eğitimde İnovasyon için Tasarım Odaklı Düşünme” kitabı öğretmenlere yönelik hazırlanmış olup, içinde Millî Eğitim Bakanlığı öğretim programlarında yer alan kazanımlara yönelik örnek ders planları yer almaktadır.

Öğretmenlerin tasarım odaklı düşünme yaklaşımı ile eğitim verebilmesi için öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitimler düzenlenebilir.

Öğrencilere ve öğretmenlere girişimcilik eğitimleri verilebilir.

Ülkemizde gerçekleştirilen TÜBİTAK 2204A, TÜBİTAK 2204B ve Teknofest gibi yarışmalara yönelik proje çalışmalarında tasarım odaklı düşünme yaklaşımlarından yararlanılabilir.

21.5. Kaynaklar

Akdemir N. (2017). Tasarım kavramının geniş çerçevesi: tasarım odaklı yaklaşımlar üzerine bir inceleme. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 7(1), 85-92.

Alashwal, M. (2020) Design Thinking in STEM Education: A Review. *International Research in Higher Education*. 5(2) doi: 10.5430/irhe.v5n1p18

Altun, C. ve Polat, S. (2020). Sosyal Bilgiler Öğretmen Adaylarının Topluma Hizmet Uygulamalarında Tasarım Odaklı Düşünme Becerilerini Kullanabilme Durumu. *EKEV Akademi Dergisi*, 81, 430-431.

Atacan, B. (2020). 7. sınıf fen bilimleri dersinde tasarım odaklı düşünmeye yönelik etkinliği öğrencilerin motivasyon, ekip çalışması ve derse ilişkin bakış açılarına etkisi. (Yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Brenner, W., Uebornickel, F. & Abrell, T. (2016). *Design thinking as mindset, process and toolbox, experiences from research and teaching at the university of st. Gallen*. In W. Brenner & F. Uebornickel (Eds.), *Design thinking for innovation* (pp. 3-21). Freiberg: Springer.

Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86, 84–92

Buchanan, R. (1992) Wicked Problems in Design Thinking. *Design Issues*. 8(2)

Camacho, M. (2016). David Kelley: From Design to Design Thinking at Stanford and IDEO. *She Ji The Journal of Design Economics and Innovation* doi: 10.1016/j.sheji.2016.01.009

Carrol, M. (2015). Stretch, Dream, and Do- A 21st Century Design Thinking & STEM Journey. *Journal of Research in STEM Education*, 1(1), 59-70.

Carroll, M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royalty, A., & Hornstein, M. (2010). Destination, imagination and the fires within: Design thinking in a middle school classroom. *International Journal of Art and Design Education*, 29(1), 37-53.

Costantino, T. (2018). STEAM by another name: Transdisciplinary practice in art and design education. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 100-106.

Cross, N. (1982). Designerly Ways of Knowing. *Design Studies*. 3(4), 221-27.

Davis, M., Hawley, P., McMullan, B., & Spilka, G. (1997). *Design as a catalyst for learning*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Design

Dil Derneği. (1999). *Türkçe Sözlük 2* (2. Baskı), Ankara: Dil Derneği Yayınları

Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E., & Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22-39.

Dorst, K. (2006). Design problems and design paradoxes. *Design Issues*, 22(3), 4–17.

Dunne, D., & Martin, R. (2006). Design thinking and how it will change management education. *Academy of Management Learning and Education*, 5(4), 512–523.

Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L.J. (2006) Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. *IEEE Engineering Management Review*. <https://www.doi.org/10.1109/EMR.2006.1679078>

English, L. D. (2018). Learning while designing in a fourth-grade integrated STEM problem. *International Journal of Technology and Design Education*. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9482-z>

Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: tasarım temelli fen eğitimi*. Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Faste, R. (1994). *Ambidextrous Thinking. Innovations in Mechanical Engineering Curricula for the 1990s*, American Society of Mechanical Engineers

Girgin, D. (2019). 21. Yüzyılın Öğrenme Deneyimi: Öğretmenlerin Tasarım Odaklı Düşünme Eğitimine İlişkin Görüşleri. *Milli Eğitim*, 49 (226), 53-91.

Girgin, D. (2019). *21 Yüzyılın Öğrenme Deneyimi: Öğretmenlerin Tasarım Odaklı Düşünme Eğitimine İlişkin Görüşleri* (Araştırma Makalesi) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Fakültesi Özel Eğitim Bölümü)

Goldman, S. (2002). Instructional design: Learning through design. In J. Guthrie, (Ed.), *Encyclopedia of Education* (pp. 1163-1169), (2nd ed.). New York: Macmillan Reference USA.

Henriksen, D. (2017). Creating STEAM with Design Thinking: Beyond STEM and Arts Integration. *The STEAM Journal*, 3(1).

Heskett, J. (2003). *Shaping the future: Design for Hong Kong—A strategic review of design education and practice*. Resource document. Hong Kong: The Design Task Force (DTF), School of Design, Hong Kong Polytechnic University.

Howard, J. H. (2008). *Between a hard rock and a soft space: Design, creative practice and innovation*. Resource document. Council for Humanities, Arts and Social Sciences (CHASS). www.chass.org.au/wp-content/uploads/2015/02/PAP20080521JH.pdf

Howard, J. H. (2008). *Between a hard rock and a soft space: Design, creative practice and innovation*. Resource document. Council for Humanities, Arts and Social Sciences (CHASS). <http://www.chass.org.au/wp-content/uploads/2015/02/PAP20080521JH.pdf>

Howard, Z. (2012). From concept to capability: developing design thinking within a professional services firm. DRS 2012 design research society biennial international conference: Research: Uncertainty contradiction value: 2, (pp. 729–739).

İrkiçatal, Z. (2016). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FETEMM) içerikli okul sonrası etkinliklerin öğrencilerin başarılarına ve FETEMM algıları üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

Johansson-Sköldberg, U., Woodilla, J., & Çetinkaya, M. (2013). Design Thinking: Past, Present And Possible Futures. *Creativity And Innovation Management*, 22(2), 121-146

Kimbell, L. (2009). Design practices in design thinking. *Journal Paper for European Academy of Management*. http://www.lucykimbell.com/stuff/DesignPractices_Kimbell.pdf sayfasından erişilmiştir.

Koh, J. H. L., Chai, C. S., Wong, B., & Hong, H. (2015). *Design thinking for education: Conceptions and applications in teaching and learning*. Singapore: Springer

Li, Y., Schoenfeld, A.H, diSessa, A. A., Graesser, A.C., Benson, L.C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2019). Design and Design Thinking in STEM Education. *Journal for STEM Education Research*, 2, 93–104. <https://www.doi.org/10.1007/s41979-019-00020-z>

MEB. (2016). *STEM Eğitimi Raporu*. Millî Eğitim Bakanlığı, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. https://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf

MEB. (2018). *2023 Eğitim Vizyonu*. Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara, Türkiye. http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf

MEB. (2020). Eğitimde İnovasyon için Tasarım Odaklı Düşünme (S. Akbıyık & V. H. Kaya (eds.)). Millî Eğitim Bakanlığı Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. https://www.researchgate.net/publication/346462367_Egitimde_Inovasyon_icin_Tasarim_Odakli_Dusunme

Noweski, C., Scheer, A., Buttner, N., von Thienen, J., Erdmann, J., & Meinal, C. (2012). Towards a paradigm shift in education practice: Developing twenty-first century skills with design thinking. In H. Plattner, C. Meinel, & L. Leifer (Eds.). *Design thinking research: measuring performance in context* (pp. 71–93).

Papanek, V. (1972). *Design for the real world*. New York: Pantheon Publishing.

Plattner, H. (2010). *An introduction to design thinking: Process guide*. Stanford, CA: Hasso Plattner Institute of Design at Stanford University.

Qwen, C. (2007). Design thinking: Notes on its nature and use. *Design Research Quarterly*, 2, 16–27.

Razzouk, R. & Shute, V. (2012). *Design thinking and why is it important?* Review of Educational Research, 82, 330–348.

Rayna, T., & Striukova, L. (2021). Fostering skills for the 21st century: The role of Fab labs and makerspaces. *Technological Forecasting and Social Change*, 164, 120391. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120391>

Rowe, G. P. (1987). *Design Thinking*. Cambridge: The MIT Press.

Sándorová, Z., Repáňová, T., Palenčíková, Z., & Beták, N. (2020). Design thinking-A revolutionary new approach in tourism education?. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 26, 1000236.

Sarıkoç, Z. ve Eynel, Ö. (2020). Tasarım Odaklı Düşünme (TOD) Nedir? S. Akbıyık, V. Kaya, (Eds.), Eğitimde İnovasyon için Tasarım Odaklı Düşünme (pp. 10–51). MEB, Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. https://ogretmen.meb.gov.tr/kitap/egitimde_inovasyon_icin_tasarim_odakli_dusunme/index.html

Scheer, A., Noweski, C., & Meinel, C. (2012). Transforming constructivist learning into action: Design thinking in education. *Design and Technology Education: An International Journal*, 7(3), 819

Simon, H. (1969). *The Sciences of the Artificial*. Cambridge: MIT Press.

Stanford University. (2010). An Introduction to Design Thinking Process Guide. <https://dschoolold.stanford.edu/sandbox/groups/designresources/wiki/36873/attachments/74b3d/ModeGuideBOOTCAMP2010L.pdf>

Sürmelioglu Y. ve Erdem, M. (2021). Öğretimde tasarım odaklı düşünme ölçeğinin geliştirilmesi. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 18 (39), 1-34.

Tasarım Odaklı Düşünme Süreci. (2021, 28 Haziran). Kullanıcı deneyimi: Tasarım odaklı düşünme. <https://www.p-ux.net/ux/kullanici-deneyimi-ux101/tasarim-odakli-dusunme/>

Thoring, K. & Müller, R. M. (2011a). *Understanding the creative mechanisms of design thinking: an evolutionary approach*. DESIRE'11- Creativity and Innovation in Design, Eindhoven: ACM Press. <https://www.doi.org/10.1145/2079216.2079236>

Trilling, B. & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Türk Dil Kurumu. (2021). *Türk Dil Kurumu Sözlüğü*. <https://sozluk.gov.tr/>

Uzunarslan, Ş. (2006). *Türkiye’de tasarımı tartışmak: tasarımcı kullanıcı ekseninde iletişim aracı olarak tasarım*. (ss.488-489). III. Ulusal Tasarım Kongresi Bildiri Kitabı. İstanbul: ITU Yayınları

Vasdev, S. M. (2013). *Development by design: leveraging design thinking for improved aid effectiveness*. Doctoral Dissertation, Faculty of the Graduate School of Arts and Sciences of Georgetown University. Washington D.C.

Wright, N. & Davis, R. M. (2014). *Educating the creative citizen: Design education programs in the knowledge economy*. *Techne Series: Research in Sloyd Education and Craft Science A*, 21(2), 42–61.

Wright, N. & Wrigley, C. (2017). Broadening design-led education horizons: Conceptual insights and future research directions. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(4).

Yalçın, V. (2020). *Tasarım odaklı düşünme modeline göre hazırlanan okul öncesi STEM etkinliklerinin çocukların yaratıcılık ve problem çözme becerileri üzerine etkisinin incelenmesi*. (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.

Yılmaz, S. & Daly, S. R. (2016). Feedback in concept development: Comparing design disciplines. *Design Studies*, 45, 137–158.

BÖLÜM 22: PROJE TABANLI ÖĞRENME

Tuba GÜLER, Kaan KAYIKÇIOĞLU & Nevzat ÖZDEMİR

Bölüm Özeti: 21. yüzyıl birçok alanda yenilikler ve değişimler getirmektedir. Bu değişimlere bazı toplumlar uyum sağlamakta zorlanmakta iken bazı toplumlar ise değişimlere çabuk uyum sağlayabilmekte ve hatta bu değişimlere yön verebilmektedirler. Sanayi 4.0, Toplum 5.0 gibi terimler ve bu terimlerin getirmesi olası değişimler sürekli olarak her alanda kendini göstermektedir. Bu değişimler eğitim alanında da yaşanmaktadır. Bireylerin gelecekteki eğitim yaşantılarına en iyi şekilde hazırlanabilmesi için eğitim sistemlerinde periyodik olarak iyileştirmeler ve güncellemeler yapılmaktadır (SBB, 2021). Bu bölümde Proje Tabanlı Öğrenme modelinin ne olduğu örnekler ile anlatılmaya çalışılmıştır. Proje Tabanlı Öğrenme ve Scientix bölümünde, Scientix Portalı'nda proje tabanlı öğrenme modeli üzerine STEM uygulamaları görülmektedir. Bu doğrultuda proje tabanlı öğrenme öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini fark etmesini ve disiplinler üstü bir yaklaşımla çözüm üretmesini sağlamaktadır. Böylelikle Scientix Portalı'ndaki STEM çalışmaları proje tabanlı öğrenme ile özdeşleşmektedir. Proje Tabanlı Öğrenme bölümünde daha çok modelin tanımlanması üzerine alanyazın taraması sonuçlarına ve STEM alanındaki kullanım tanımlamalarına yer verilmiştir. Proje Tabanlı Öğrenmenin Yararları ve Zorlukları bölümünde modelin kullanımının öğretmenler ve öğrenciler açısından sağladığı faydalar ve meydana gelen zorluklar ortaya konulmuştur. STEM'de Proje Tabanlı Öğrenme bölümünde, ulusal ve uluslararası örneklerle, alanyazında yapılan çalışmalarla; kullanılan araştırma yöntemi hedef ve çalışmanın amacı belirlenerek genel hatları ile okuyucuya bilgi vermeye çalışılmıştır. Nitekim çalışmalarda yurt dışında daha çok STEM uygulamalarında proje tabanlı öğrenmenin kullanıldığı, yurt içinde henüz bu alanda fazla çalışma olmadığı, yeni bir alan olduğu görülmüştür. Örnek bölümünde proje tabanlı öğretim modeline uygun örnek ders planları nasıl gerçekleştirilir bunlara yer verilmiştir. Sonuç bölümünde ise genel anlamda proje tabanlı öğrenmenin Scientix-STEM ilişkisi, proje tabanlı öğrenmenin yarar ve zararları ile yeni bir çalışma alanı olan STEM proje tabanlı öğrenme yaklaşımı ile ilgili ulusal ve uluslararası örnek çalışmalara yer verilip bu çalışmanın olumlu sonuçları paylaşılarak bölüm tamamlanmıştır.

22.1. Giriş

21. yüzyıl becerilerinde araştırma, sorgulama ve analiz etme becerileri ön planda yer almaktadır. Öğrencilerin çağın gerektirdiği beceriler ile donanmasını sağlayacak uygun bir yapıda eğitim alması gerekmektedir. Proje tabanlı öğrenme, yaşam problemlerinin

incelenmesinde öğrencilerin yararlanması için dizayn edilmiş eğitim ortamlarına farklı açılardan bakabilmeyi sağlayan çok yönlü bir yaklaşımdır (Blumenfeld, 1991). Proje tabanlı öğrenme yaklaşımında öğrencilere otantik fikirler verilerek, öğrencilerin bu gerçek hayat problemlerine yönelik ürünler tasarlayıp çözüm yolları üretebilmesi hedeflenmektedir. Günümüz çocuklarının hazır bilgiye alışması, daha çok bireyselleşmesi ve sosyalleşme ihtiyaçları göz önüne alındığında proje tabanlı öğrenme yaklaşımının önemi ortaya çıkmaktadır. Proje tabanlı öğrenmenin süreç temelli ve kişilerarası iletişime dayanan bir öğrenme anlayışı olduğunu söylemek mümkündür.

Proje tabanlı öğrenmenin bazı temel kavramları bulunmaktadır. Bunlardan birincisi yani **“proje”** yeni fikirler doğrultusunda çözümsel yaratıcı ürün oluşturmaktır. Bu kavram, öğrenciye kazandırılan davranışların tasarı haline getirilmesi anlayışını göstermekle beraber, birlikte çalışmanın öneminden bahsetmektedir. Bir diğer kavram olan **“tabanlı”** kelimesi ise projenin bir süreç olduğunu vurgulamaktadır. **“Öğrenme”** kavramında ise odak noktası öğrenendir. Bu özelliklerle proje tabanlı öğrenmenin aslında öğrenci merkezli olduğunun altı çizilmektedir (Erdem ve Akkoyunlu, 2002). Kısacası proje tabanlı öğrenme yaklaşımı, bir plan dâhilinde aşamalı olarak yapılandırılan bir süreçtir.

Proje tabanlı öğrenme yaklaşımında temel işlem basamakları sırasıyla; hedeflerin belirlenmesi, konunun ortaya konması, grupların ve grup üyelerinin oluşturulması, hazırlanılacak rapor formatının ve sunuş biçiminin kararlaştırılması, grupların zaman çizelgesinin oluşturulması, denetleme durumlarının belirlenmesi, sonuç kriterlerinin hazırlanması, verilerin bir araya getirilmesi, planlanması ve raporun düzenlenip aktarılmasıdır. (Moursund, 1999). Proje tabanlı öğrenme yaklaşımı; öğrencilerin bireysel ve eleştirel düşüncelerini sağlar, öğrencilerin yaratıcılığını artırır, öğrencilere bilimsel çalışma alışkanlığı kazandırır (Tüfekçi ve Benzer, 2019). Diğer bir deyişle öğrencilere farklı bakış açısı, soru sorma, inceleme, planlama, araştırma yapma, gözlemlenme ve değerlendirme gibi üst düzey bilişsel beceriler kazandırır. Ayrıca bu öğrenme yaklaşımı öğrencilerin ve öğretmenlerin sorumluluk alma, planlı hareket etme, işbirlikli çalışma ve bütünün bir parçası olduğunu hissetme gibi yönlerinin gelişmesine katkı sunmaktadır.

22.2. Proje Tabanlı Öğrenme ve Scientix

Scientix Portalı'nda uluslararası düzeyde yapılmış pek çok proje bulunmaktadır. Bu Scientix Portalı'ndaki çalışmalar incelendiğinde STEM bağlamında proje tabanlı araştırmalara da rastlanmaktadır. STEM uygulamaları yapılırken kullanılan yöntemlerden bir tanesi de proje tabanlı öğrenmedir. STEM disiplinler üstü bir yaklaşım olduğu için disiplinleri birleştirerek birçok amacı bir arada sunan farklı bir model olarak ifade edilebilir. Bu bağlamda öğrenciler gerçek yaşamda karşılaştıkları sorunlardan hareketle STEM'in içinde bulunan fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarını kullanarak bütünlük bir çözüm yolu bulmaya yönlendirilebilir. Aynı şekilde STEM uygulamaları, bireylere gerçek yaşam sorunlarını

belirlemeleri için proje tabanlı öğrenme olanağı sağlayan bir model olarak tanımlanmaktadır (Sublette, 2013).

Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının kullanılması bilimsel süreç ve dolayısıyla STEM alanlarına yönelik becerilerin kazandırılmasında etkili yöntemlerden biridir. STEM eğitiminde öğrencilere bir problem senaryosu verilir ve onlardan problemi bulup o konuda araştırma yapması beklenmektedir. Öğrenciler bu araştırmayı gruplar halinde analiz ederek gerçekleştirir ve öğrendikleri bilgileri yeni problem durumlarına aktarırlar. Diğerlerinden farklı olarak proje çalışmasında öğretmen ve öğrenciler seçilen konu alanına ilişkin sorulara yanıt bulmaya odaklanmaktadır. Bu amaçla öğretmenler sorulara doğru yanıtlar aramak yerine seçilen konu hakkında daha kapsamlı bilgi edinmeye çalışmaktadır (Katz, 1994).

Günümüzde de öğrencilere bilgileri doğrudan aktarmak yerine onların bu bilgilere ulaşmak için çaba göstermelerini sağlayıp, bu becerileri onlara kazandırabilmek amaçlanmaktadır. Öğrenciler bilgiye ulaştıktan sonra ise onu analiz edip, hangi bağlamda kullanacağına karar verebilmelidir. STEM eğitiminde olduğu gibi proje tabanlı öğrenmede de farklı disiplinler gerçek dünya problemleri üzerinden bir araya getirilir. Bu problemler üzerinden araştırmalar yapılır, elde edilen veriler toplanır, analiz edilir ve proje bir rapor ile sonuçlandırılır (McGrath, 2002).

Proje tabanlı öğrenme yöntemi ile STEM yaklaşımı arasında belirli benzerlikler bulunmaktadır. STEM yaklaşımının hedeflediği 21. yüzyıl becerilerinin pek çoğunu içeren proje tabanlı öğretim yöntemi; bilişsel becerileri geliştirmek, etkinlikler arası denge kurmak, okulla otantik becerileri birleştirmek, kişiler arası becerileri geliştirmek, güçlüklerle mücadele deneyimi sunmak gibi farklı hedefler barındırır (Katz ve Chard, 2000, s.161). Ayrıca STEM eğitiminin sonunda teknoloji-odaklı bir ürün ortaya konulurken, proje tabanlı öğrenmede ise daha çok rapor veya sunu tarzında ürün çıkması; STEM faaliyetlerinin daha kapsayıcı olduğunu da göstermektedir. Bu kapsamda STEM eğitim uygulamalarında proje tabanlı öğrenmenin kullanılması, her öğretim düzeyinde amaçlanan kazanımların etkili bir şekilde edinilmesini sağlayacaktır.

22.3. Proje Tabanlı Öğrenmenin Tanımlanması

Öğrenme üzerine yapılan tanımlamalar zaman içerisinde değişmekte ya da farklı tanımlamalar ortaya çıkabilmektedir. Akgündüz'ün (2019) aktardığı bir öğrenme tanımı şu şekilde verilmektedir;

“Öğrenme bireylerin bir topluluk içinde günlük etkinliklerini gerçekleştirebilmesi, birbirleri arasında sosyal etkileşimler kurabilmesi, öz-kimlik geliştirebilmesi, kişisel geçmiş oluşturabilmesi ve topluluğa üyeliğini devam ettirebilmesi.”

Eğitim sisteminin ana amaçlarından birisi öğrencileri karşılaştıkları problemleri çözebilen, yaratıcı, bulunduğu çevreye ve değişen koşullara uyum sağlayabilen, eleştirel düşünebilen, öğrenme yeteneğini kaybetmeyen ve sürekli öğrenebilen birey olarak yetiştirmektir (Börekçi, 2018). Bu tanıma göre, hedeflenen noktaya ulaşabilmek için eğitimciler, okul sonrası günlük yaşantılarında karşılaştıkları tüm problemlerin üstesinden gelebilecek şekilde öğrencilerini yetiştirmeye çalışmaktadırlar. Bu değişimler nedeni ile eğitimciler, verilmek istenen kazanımları en iyi şekilde öğrencilere kazandırabilmek için farklı öğretim modelleri kullanılır.

Günümüzde Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü'ne (OECD) üye ülkeler tarafından her üç yılda bir gerçekleştirilen ve 15 yaş seviyesindeki öğrencilere uygulanan PISA isminde bir araştırma yapılmaktadır. Bu araştırmanın asıl amacı öğrencilerin okullarında öğrendikleri bilgi ve kazandıkları becerileri günlük hayatlarında ne kadar kullanabildiklerini görebilmektir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2020a).

Eğitim-öğretim hayatı boyunca öğrenciler tarafından en çok dile getirilen sorulardan birisi de “Bu öğrendiklerimiz gerçek hayatta ne işimize yarayacak?” sorusudur (Dilsöz, 2015). Bu soru aslında birçok gerçeği ve sorunu da içermektedir. Öğrenciler aktif olarak katılım sağlamadıkları, günlük yaşantıları ile bağdaştıramadıkları ve tek merkezli bir öğretim modeli ile istenilen seviyede öğrenme gerçekleştiremezler. İyi bir öğrenme modelinde öğretmen her şeyi bilen ve otoriter değil, öğrencilere rehber olan ve sürekli öğrenen olmalıdır (Korur, 2018). Öğrenciler ise problem çözebilen, aktif öğrenebilen, bireysel ve ekip olarak çalışabilen bir birey olabilmelidirler (AÇEV, 2021). Çok fazla öğretim modeli mevcuttur (Yeşilyurt, 2021). Bunlar içerisinde “Proje Tabanlı Öğrenme Modeli” öne çıkmaktadır. Proje tabanlı öğrenme; uzun süreli, içerisinde birçok disiplini barındıran, öğrenci merkezli ve problemlerin gerçek hayattan alındığı bir öğrenme modelidir (Çavuş ve Topcu Bilir, 2011). Bu modelde öğrenciler aktif bir biçimde rol alırken, öğretmenler ise daha çok yol gösterici rol üstlenirler.

Değişen yaşam koşulları, gelişen teknolojik imkânlar ve sosyo-ekonomik değişimler sonucunda bu öğretim modelleri de değişime uğramakta ya da yeni öğretim modelleri ortaya konmaktadır. Bu modeller içerisinde proje tabanlı eğitim modeli günümüzde en öne çıkan modellerden biri olmaktadır.

Proje tabanlı öğrenme modelinde öğrencilerin öncelikle gerçek yaşamlarında karşılaşılabilecekleri bir problem ortaya konulur; bu problemin çözümünde neler yapılabileceğine dair öğrencilerden müzakere yapılması istenir (Saralar-Aras, 2021). Problem öğrencilere genellikle ilgilerini çekebilecek bir senaryo şeklinde verilmektedir. Öğrenciler bireysel olarak veya bilgi-beceri-yeteneklerine uygun olarak gruplar halinde, verilen problemin çözümü için çalışabilirler. Verilen problemin büyüklüğüne göre bazen tüm bir sınıf ya da okul tek bir grup şeklinde çalışabilmektedir. Bu öğrenme modelinde en önemli nokta öğrencilere sunulan problemin günlük yaşantılarının içerisinde seçilmesidir. Bu sayede öğrenciler hem problemi daha rahat kavrayabilecek hem de çözümü için daha fazla çaba gösterebileceklerdir.

Bu çabaları sayesinde ileriki yaşantılarında öğrenciler karşılarına çıkan problemleri okul yaşantılarında öğrendikleri bilgi ve becerileri de kullanarak çözebileceklerdir. Proje tabanlı öğrenme modeli, içerisinde birçok farklı disiplini bulundurmaktadır (Demirhan ve Demirel, 2016). Bu neden ile STEM alanında en çok kullanılan modellerden birisidir. STEM alanında öğrencilere verilecek olan problem senaryoları değişik isimler ile yer alabilmektedir. Bunlardan bazıları;

- GYP: Günlük Yaşam Problemi.
- HİS: Hayatın İçinden Sorunlar.
- BTHP: Bilgi Temelli Hayat Problemi.
- Olay örgüsü
- Temel soru

Bu senaryoların içerikleri incelendiğinde hedef kitlenin çözmesi için verilen problemin hep ilgilerini çekebilecek bir biçimde ve hedef kitlenin günlük yaşantılarında karşılaştıkları sorunlar içerisinden alındığı görülmektedir.

22.4. Proje Tabanlı Öğrenmenin Önemi: Yararı ve Zorlukları

Öğretmenler, proje tabanlı öğrenme modeli ile öğrencilerini toplum hayatına hazırlayabilirler (Vatansever Bayraktar, 2015). Öğrencileri, toplum hayatına kazandırabilmek için eğitim ve öğretim sürecinde birçok eğitim modelinden faydalanılmaya çalışılmaktadır. Proje tabanlı öğrenme modeli eğitimcilerin bu konuda en çok kullandığı modeldir. Geçmişte çok rağbet gören ancak günümüzde yavaş yavaş kaybolmaya başlayan birçok meslek dalı vardır. Yorgancılık, Arzuhalcilik, Külekçilik vb. meslek dalları teknoloji ve sanayi alanındaki gelişmelerden ve sosyo-ekonomik hayatın değişmesi ile kaybolmaya başlamışlardır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2021). Beş-on yıl gibi kısa bir süre içerisinde birçok yeni meslek dalının ortaya çıkacağı düşünülmektedir (Çark, 2020). Ortaya çıkacak olan bu meslek dallarına şimdiden öğrencilerin hazırlanması gerekmektedir. Bu ve benzeri sebeplerden dolayı proje tabanlı öğrenme modeli sayesinde değişen iş ve günlük yaşantı koşullarına öğrenciler daha iyi hazırlanabilir.

Uluslararası Eğitimde Teknoloji Derneği (ISTE), Proje Tabanlı Öğrenme Modelinin öğrenciler üzerindeki faydalarını aşağıdaki şekilde listelemektedir;

- Proje Tabanlı Öğrenme Modeli ile öğrenilen bilgiler daha uzun süreli olmaktadır. Yeni beceriler geliştirebilme üzerine de etkileri görülmektedir.
- Öğrenciler arasındaki iş birliğini geliştirir.

- Proje Tabanlı Öğrenme Modelinde öğrenciler bir problem çözümüne odaklandıkları için, öğrendiklerini gerçek yaşamlarındaki problemlerin çözümüne de yansıtabilirler.
- Klasik tarzda eğitim gören öğrencilere göre Proje Tabanlı Öğretim Modeli ile eğitim gören öğrenciler daha yüksek notlar almaktadırlar (ISTE, 2020).

Proje Tabanlı Öğrenme Modeli üzerine alanyazın taraması yapıldığı zaman birçok yarardan daha bahsedilmektedir. Bu yararlar Millî Eğitim Bakanlığı [MEB] Kuramdan Uygulamaya Geleceğin Sınıfını Tasarlama kitabında bulunan Saralar-Aras'ın (2021) incelemelerine göre şu şekilde sıralanmıştır;

- Öğrenciler süreç içerisinde aktif rol oynarlar ve bilgiye araştırarak ulaştıkları için kendileri keşfetmiş olurlar. Öğrenilen bilgi derinlemesine gerçekleşir.
- Okulda verilen bilgiler ile günlük yaşantılarında edindikleri deneyimler bu yöntem ile iç içedir. Bu sayede proje tabanlı öğrenme modeli ile öğretim sırasında öğrenciler tecrübelerinden faydalanırlar.
- Farklı kaynaklarda üst düzey zihinsel beceriler olarak adlandırılan problem çözmeyi ve yaratıcılık becerilerini artırır. Öğrencileri araştırma, takım içerisinde çözüm arayan bireyler haline getirir.
- Modelin uygulanması sırasında tek bir disiplin ele alınmaz. Birçok disiplini bir arada ele alır.

Proje tabanlı öğretim modelinin uygulanması esnasında eğitimcilere sağladığı faydalar dışında bazı zorlukları da bulundurmaktadır. Bu zorluklar Albayrak'a (t.y.) göre;

- Öğretmenlerin görev ve sorumluluğunu arttırmaktadır.
- Teknolojik cihazların ve el becerisi gerektiren aletlerin kullanımı sırasında sorunlar ortaya çıkabilmektedir.
- Projenin yapılması için verilen süreler yetersiz kalabilmektedir.
- Problemin çözümü için gereken ortam ve kaynaklara erişim öğrenciler için zorlu ya da imkânsız olabilmektedir.
- Problem cümlesi yeteri kadar açıklayıcı olmaz ise sonuç beklenenden çok farklı olabilmektedir ya da öğrenciler tarafından hiçbir şey anlaşılmadan, çözüm de üretilmeyebilir.
- Proje çözümü için genellikle grup çalışması yapıldığı için grup içerisinde öğrencilerin bireysel olarak ne kadar görev aldıklarının ölçülmesi zorlaşabilmektedir.

Proje tabanlı öğretim modeli uygulamasından önce bu zorluklar ile karşılaşılması için dikkatli bir planlama ve araştırma süreci yürütülmelidir. Zorlukların öne çıktığı değil, yararların öne çıktığı bir süreç planlanmalıdır. Modelin uygulanması esnasında eğitimciler sürekli olarak öğrencileri takip etmeli ve gerekli gördükleri takdirde müdahalede bulunmalıdırlar.

22.5. Ulusal ve Uluslararası Örneklerle STEM’de Proje Tabanlı Öğrenme

STEM Proje Tabanlı Öğrenme; Öğrencilerin birkaç farklı güncel problemi çözmeye çalışırken ürün ortaya çıkardığı ve süreç devam ederken iş birliği ve analitik düşünme becerilerini geliştirdiği güçlü bir öğrenme yaklaşımıdır. Süreç bir tasarımı ortaya çıkarırken teknoloji, mühendislik, matematik ve bilimsel bilgilerini üst düzey bir şekilde kullanmasını gerektirir. (Capraro, ve Slough, 2013).

Bütünleşik STEM proje tabanlı öğrenme ve Mühendislik tasarımları, öğretmenler tarafından doğru bir şekilde uygulandığında düşük performansa sahip öğrenciler ortaöğretime geçişte yüksek performans gösterecek bir düzeye ulaşabilmektedir (Han, Capraro ve Capraro 2015).

Proje tabanlı öğrenme temelinde yer alan günlük yaşam problemleri örnekleri ile STEM eğitimi uygulamalarında, geleneksel öğrenme yöntemleri yerine kullanılmaktadır (Breiner ve diğerleri, 2012 Akt. Özçakır Sümen ve Çalışıcı, 2019).

Çevik (2018), STEM eğitim yaklaşımının proje tabanlı öğrenme ile en iyi şekilde entegre edilebileceğini söylemektedir. Yaptığı çalışmada da STEM proje temelli öğrenmeyi nicel araştırma yöntemi kullanarak tek grup ön test, son test ile uygulamıştır. Hedef kitlesini Karaman’da bir meslek lisesinden 11. Sınıfta okuyan 18 öğrenciden seçmiştir. Yaptığı çalışmada mobilya bölümü öğrencilerini 4 gruba ayırarak çalışma öncesi ve sonrası STEM Başarı testi ve STEM Kariyer testi uygulayarak STEM proje tabanlı öğrenmenin etkisini incelemiştir. 2 hafta ön bilgi ve konu anlatımları diğer 2 hafta ise öğretmen ve uzman eşliğinde proje tasarımları gerçekleştirmişlerdir. 4 haftanın sonunda öğrenciler çalışmalarını sunmuştur. Yapılan çalışmalar sonucunda meslek liseleri için hem başarıyı artırıcı hem de STEM meslek kariyerlerine ilgiyi artırıcı olarak STEM proje tabanlı öğrenmenin en iyi araç olduğunu belirtmiştir.

Özçakır Sümen ve Çalışıcı (2019), ön-test, son-test deney ve kontrol grubuyla oluşturduğu ve sonuçları betimsel istatistik ile analiz ettiği çalışmada 23 öğrencinin STEM proje hazırlama becerilerini ölçmeyi amaçlamıştır. Üniversite birinci sınıfta okuyan sınıf öğretmenliği bölümü öğrencilerine Temel Matematik II dersinde STEM proje tabanlı görevler verilmiştir. Öğrenciler bu çalışmalarını “bina modelleme”, “oyun tasarımı”, “simülasyon tasarımı” ve “teodolit tasarımı” olarak dört alanda uygulamış ve öğrencilerin STEM alanında yeterliliğini test etmek için öğretmenler 13 madde ve 3 alt gruptan oluşan rubrik

geliştirmişlerdir. Bu rubrik modellerin; tasarım, eğitsel ve genel özelliğini değerlendirmeye yönelik sorulardan oluşmuştur. Çalışma sonucunda yapılan 20 projeden öğrencilerin %60'ı yeterli düzeyde puan almıştır. Google Sketchup, Algodoo ve scratch ile yapılan çalışmaların STEM proje tabanlı öğrenmeye yönelik olduğu ve bu becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşımlardır.

Endonezya'nın Bandung kentinde 8. Sınıfta okuyan 25 öğrenciye STEM ve Proje tabanlı öğrenmenin yaratıcılıkları üzerine etkisini incelemek için çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmanın yöntemi ise "Nitel" araştırmadan gözlem olarak seçilmiştir. Hanif ve arkadaşlarının (2019) yürüttüğü çalışmada STEM ve proje temelli öğrenmenin öğrencilerin ışık konusunda yaratıcılıklarını ortaya çıkarmak için bir projeksiyon üretmeleri istenmiştir. Sonuç olarak STEM proje tabanlı öğrenme, öğrencilerin yaratıcılığı üzerinde iyi bir etki sağlamıştır.

Imaduddin, Praptaningrum ve Safitri (2020) yaptıkları çalışmada kimya dersinde öğrencileri ile yemek pişirme etkinliklerini STEM öğrenme yaklaşımını kullanarak proje tabanlı öğrenmeyi gerçekleştirmişler. 23 kişilik gruba 9 etkinlik yapılmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin STEM ve proje tabanlı öğrenme yaklaşımı kullanarak öğrenci gruplarını; mutfak hedeflerine, yemek pişirme alışkanlıklarına, cinsiyete, yemek pişirme hobilerine, yemek pişirme etkinlikleri algılarına göre kategorilere ayırmıştır. Bu beş faktörün yemek pişirmeye yönelik tutumlarında bir farklılık olup olmadığı üzerinde araştırma yapmışlardır. Araştırma yöntemi olarak 'nitel ve nicel' yöntemleri kullanmışlardır. Nitel yöntemde öğrenci görüşleri kelime bulutu kullanılarak ortaya çıkarılırken, nicel yöntemde ise Mann Whitney U Testi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, kimya öğretiminde yemek pişirme etkinliğinin bir STEM projesi olarak uygulanabileceğini doğrulamıştır.

Yemek yeme Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisinde de bulunan temel ihtiyaçlardan biri ve günlük yaşam ile ilişkilidir. Mutfak, öğrencilerin özgürce kendini gösterebileceği, çeşitli özgün yemekler ile STEM ve proje tabanlı öğrenmenin gerçekleşeceği sanal laboratuvardır. Gıdaların işlenmesi başlı başına bir projedir. Öğrenciler bunu yaparken keyif alırlar. Süreç eğlenceli ancak zaman alıcı olarak geçmektedir.

Han (2017), yerel ihtiyaçların gereksinimleri karşılamaması üzerine STEM Proje tabanlı öğrenmeye yönelik tutumları araştırmıştır. 6 ortaokul ve liseden toplam 816 öğrenciyle çalışmıştır. Bunların 168'i ortaokul öğrencileri ve 648'i lise öğrencileridir. Bu öğrencilerden 495'i kız, 321'i erkektir. Han, yapısal eşitlik modeli ve çoklu grup analizi ile cinsiyet, tutum, teknoloji, öz düzenleme arasındaki ilişkileri bir model oluşturarak tahmin etmeyi amaçlamıştır. Bu şekilde ortaöğretimdeki öğrencilerin fen ve matematikteki tutumlarının meslek seçimine etkisini STEM proje tabanlı öğrenme inançları ile olan ilişkisini açığa çıkarmıştır. Öğrenciler için STEM mesleklerine teşvik edici olmuştur. Proje tabanlı öğrenmenin öğrenciler üzerindeki etkileri üç alanda tartışılmıştır: bunlar; duyuşsal, davranışsal ve bilişsel alanlardır.

Moi ve Norjanah (2020), yaratıcılık testini ön test ve son test olarak Tawau, Sabah, Malaysia kentinden 5.sınıfta okuyan 360 öğrenciye uygulamışlar. Öğrencileri 120 kişilik 3 gruba ayırmış, her grup da kendi içinde 30 kişilik 4 sınıftan oluşmuş. Bu çalışmada 193 kız, 169 erkek öğrenci yer almış. 12 hafta ve her hafta 60 dk. süren bu eğitimde; birinci gruba, günlük hayat problemi sunularak “İşbirlikli Proje Tabanlı STEM (STEM-PjBCL)” öğrenme, ikinci gruba, “İşbirlikli Proje Tabanlı Öğrenme (PjBCL)”, üçüncü gruba ise “Geleneksel Öğrenme Yöntemleri (CV)” ile dersler anlatılmış. Yarı deneysel nicel araştırma yöntemi kullanarak analizleri MANCOVA ile yapmışlar. Sonuç olarak bilimsel yaratıcılığın 5 alt boyutunda (Akıcılık, Özgünlük, Ayrıntılandırma, Başlığın Soyutluğu ve Erken Kapanmaya Karşı Direnç) önemli derecede en başarılı grup; STEM PjBCL ile ders alan grup olmuştur.

22.6. Proje Tabanlı Öğrenme Odaklı Ders Planı Yazım Aşamaları

Ders planlarına bakıldığında STEM ve proje tabanlı öğrenme ile ilgili çeşitli şablonlar bulunmaktadır. Bununla birlikte literatürde sıkça 5E, 7E, argümantasyon temelli, tasarım temelli, mühendislik tasarımı ve ürün odaklı çalışmaların yer aldığı görülmektedir. Sizler için 3 farklı plan örneği hazırlanmıştır. Bu planlar; Fen Bilimleri dersi merkezli 5.sınıf, Bilişim teknolojileri dersi merkezli 6.sınıf ve Fen Bilimleri dersi merkezli 4. Sınıf STEM etkinlikleri, proje tabanlı olarak problem çözmeye yönelik hazırlanmıştır.

22.6.1. Örnek 1: Fermantasyon

İlk örneğimiz Fen Bilimleri dersi odaklı 5.sınıf Fermantasyon konusu üzerinde STEM proje tabanlı öğrenme tasarımlı 5E modeli ders planı örneğidir. Bir problem durumu ile giriş kısmı başlayan ders keşif, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme ile devam eder.

Problem durumu şu şekilde tanımlanmıştır: Sonbahar başlangıcı her evde bir kış hazırlığı başlar. Sınıf mevcudu bugünlerde azalmıştır. Bu durum öğretmenin dikkatini çeker. Veliler ile görüşme yapar, velilerin ekonomik olarak organik turşu ve sirke yaparak geçimlerini sağladığını öğrenir.

Keşfetme aşamasında, öğrenciler evdeki malzemeleri alıp okula getirir, beyin fırtınası yapılarak herkes farklı bir turşu yapmaya başlar. Malzeme miktarları ve onun içine girebileceği kapların hacimleri hesaplanır, üzerine bırakılacak su ve sirke oranları belirlendikten sonra turşular tamamlanır.

Bütünleşik öğrenme de matematik dersi için içine girmektedir. Öğrenciler sınıflara tanıtım yapmak için afişler ve turşu kitabı hazırlar, okul dergisi çıkarırlar. Bilişim dersinde iş ve işlemlerin entegrasyonu uygulanır.

Açıklama aşamasında, fermantasyonun ne olduğuna dair açıklamalar yapılır. Günlük hayatta fermantasyonun uygulandığı diğer alanlar öğrenciler tarafından tartışılır ve yeni örnekler tanınır.

Derinleştirme aşamasında, öğrencilerden herkesin farklı bir sirke türü yapması ve fermantasyonu kolaylaştırıcı malzeme miktarını hesaplayarak en kolay ve erken olgunlaşacak sirkeyi bulmaları beklenir.

Değerlendirme için bir rubrik hazırlanır. Rubrikte yapılan örnek çalışmaların etkililiği ile sürenin, iş birliğinin değerlendirilmesi istenir.

Sonuç olarak ortaya ürünler çıkar, öğrencilerden deneyim kazanmaları ve iş birliği içinde çalışıp özgünleşmeleri, girişimcilik ile bütünleştirilerek kermeste sirke ve turşularını satmaları beklenir, katılımcılara sunumlar yapılır. STEM proje tabanlı öğrenme günlük hayat uygulamaları ile özgüven gelişimi, yaratıcılık ve çeşitli becerilerin gelişmesine olanak sağlar.

22.6.2. Örnek 2: Trafik Işıkları Sorununu Çözünüz

İkinci örneğimiz, proje tabanlı öğrenme modeline uygun 4. Sınıf Fen Bilimleri ders planıdır. Bu örneğimizde problem durumu şu şekildedir: Öğrencimiz Ayşe, okula yürüyerek gelmektedir. Okula gelirken trafiğin yoğun olduğu yolları kullanmaktadır. Geliş gidiş yolunda seyahat ederken de trafik kurallarına uymaktadır. Fakat trafik kurallarına uyması onun sorun yaşamayacağı anlamına gelmemektedir. Çünkü etrafındaki kişilerin de dikkat etmesi gerekir. Bir gün yine okula gelirken karşıda karşıya geçecektir. Bunun için trafik ışıklarının olduğu yeri kullanmaktadır. Tam karşıdan karşıya geçmek üzereyken arkasından bir el uzanıp, onu yoldan geriye çeker. O sırada geçen otomobilden kurtarır. Bu olay da yaşanabilecek kötü duruma nasıl bir çözüm yolu bulursunuz?

Öncelikli olarak problemin ne olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu olayın neden oluştuğuna dair fikirlerin alınmasıyla birlikte projenin daha sağlıklı ilerlemesi sağlanacaktır. Ayşe'nin trafikte bu sorunu yaşamasının nedenleri ne olabilir?

- Ayşe'nin yeşil ışıkta geçmesi gerekirken, aracın kırmızı ışıkta hatalı geçmesidir.
- Ayşe'nin kırmızı ışıkta geçip, kendini tehlikeye atmasıdır.

Problemin araştırılması aşamasında, ilk önce birinci problem ile ilgili araştırma yapılır. Araştırma sonucunda aracın geçme sebepleri hakkında bilgi edinilir. Araç kullanan şoförlerin aceleci davranıp, trafik kurallarını hiçe saydığı öğrenilir. Bu durumu çözüme kavuşturmak için sürücülerin trafik ışıklarına karşı duyarlı olması sağlanır. Bu bağlamda çocuklar için trafik ışığı tek engel olmamak şartıyla başka engeller kurulabilir. Engeller onların kırmızı ışıkta geçmesini engelleyecek mıknaatıslar ya da o yoldan başka yola geçip tekrar aynı noktaya gelmesini sağlayacak alternatif döngü yollarıdır.

Tasarıma karar verme aşamasında, beyin fırtınası yoluyla hangi engel durumunu kullanacaklarına karar verirler. Bu engelleri nasıl geliştireceklerini düşünürler. Nasıl bir ürün

oluşturacakları hakkındaki fikirlerini birbirlerine aktarırlar. Bu durum 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesini sağlayacaktır. Proje fikirleri neler olabilir:

- Kırmızı ışık anında geçmeye çalışan araçlar yeni bir yol döngüsüne girip tekrar kırmızı ışığın olduğu noktaya getirilirler.
- Kırmızı ışık anında aracın hareket edememesi için mıknatısların oluşturulup, aracın çekim gücünden dolayı geçememesidir.

Fikirlerin analiz edilmesi aşamasında, tavsiye edilen fikirler analiz edilir. Uygulanabilir ve ekonomik olması gerekmektedir. Oluşturulacak tasarım STEM uygulamalarında olan fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleri ile ilişkili olmalıdır. Bu bağlamda yeni bir yol döngüsü yapmak fikri diğer fikre göre daha uygun görülmüştür.

Yapım aşamasında, öncelikle gerekli malzemeler temin edilir. Geri dönüştürülebilir malzemeler kullanılmasına dikkat edilir. Sonra basit elektrik devre elemanlarını kullanarak trafik ışığı oluşturulur. Daha sonra karton, makas, yapıştırıcı kullanarak tekrar eden bir yol döngüsü oluşturulur.

Test etme aşamasında ise son kontroller yapılır. Varsa gerekli düzenlemeler uygulanarak, ürün beklenen hale getirilir. Son olarak sunma aşamasında, tasarımlarını öğrenciler sınıftaki arkadaşları ile paylaşırlar. Sunumlar sonucu gerekli dönütler alınır. Akran değerlendirmesi yapılır.

STEAM Bağlantısı, öğrencilerin **Fen Bilimleri dersinde**, basit elektrik devresi kurması, **Teknoloji ve Tasarım dersinde**, trafik ışıklarını oluştururken kullandığı devre elemanlarını çalıştırması, **Mühendislik alanında**, ışıklı trafik işaret cihazlarına uygun davranışta bulunacak sürücü ya da yayalar için bir model geliştirme tasarımı ve **Matematik dersinde**, trafik ışıklı işaret cihazı tasarımında kullandığı geometrik şekiller üzerine çalışma olarak düşünülebilir.

22.6.3. Örnek 3: Dünyanın Merkezi

Üçüncü örneğimiz, proje tabanlı öğrenme modeline uygun bir 6. sınıf Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersi planı örneğidir.

Giriş bölümünde öğrencilerin ilgisini çekecek bir cümle ve problemin ana hatları bulunur. Çocuklar, Google arama motoruna “Dünyanın merkezi neresidir?” yazmanız durumunda karşınıza sizce hangi cevap gelir? Bu yer neresidir? Karşınıza gelecek cevap Çorum olacaktır. Çorum ilimiz aynı zamanda leblebisi ile meşhur bir ilimizdir. İl sınırları içinde leblebicilik mesleğini gerçekleştiren birçok esnaf mevcuttur. Bildiğiniz gibi leblebi nohuttan yapılan bir kuruyemiştir. Leblebiciler nohutu leblebi haline getirmek için birçok aşama gerçekleştirirler. Bu aşamaların en dikkat isteyen ve hata götürmeyen aşaması nohut

içerisindeki yabancı maddelerin ayıklanmasıdır. Acaba bizler öğrendiğimiz bilgiler sayesinde leblebicilere sizce nasıl yardımcı olabiliriz?

Soru bölümünde problem ayrıntılı olarak anlatılır ve öğrencilere problemin sınırları çizilerek çözebilmeleri için birkaç soru daha sorulur.

- Nohutun içerisinde ne gibi yabancı maddeler bulunur?
- Bu yabancı maddelerin ortak bir özelliği var mıdır?
- Nohut içerisindeki yabancı maddeleri sizce nasıl ayıklayabiliriz?

Nohut içerisinde bulunan yabancı maddeleri otomatik olarak ayıklamak esnafın hem çok işine yarayacaktır. Hem de gözden kaçan yabancı madde miktarını azaltacaktır. Bu amaçla;

- Nasıl bir tasarım gerçekleştirebiliriz?
- Bu tasarımlarda hangi robotik araçları kullanabiliriz?
- Tasarımımızın çalışması için hangi kodlamaların gerçekleştirilmesi gerekir?

Kazanım olarak, proje tabanlı öğretim modeli temelli etkinlikte hangi kazanımlar verilmek isteniyorsa onlar yazılır. Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersinden Problem çözme kavramları ve yaklaşımları ve Programlama, Görsel Sanatlar dersinden üç boyutlu çalışma oluşturma ve görsel sanat çalışmasını oluştururken sanat elemanlarını kullanma ve Fen Bilimleri dersinden basit makinelerin sağladığı avantajları örnekler üzerinde açıklama ve basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlama kazanımları seçilebilir.

Yapılacaklar bölümünde öğrencilerin anlayabileceği şekilde yapılacaklar listesi ve süre bilgisi olmalıdır. **Örneğin;** nohut içerisinde bulunan yabancı maddeler nelerdir bunlar saptanacak. Fabrikasyon ortamlarında hammaddede bulunan yabancı maddeler nasıl ayıklanmaktadır? Bunun araştırılması gerekmektedir. Robotik sensör ve hazırlanacak basit makineler ile yabancı maddelerin temizlendiği basit düzenekler tasarlanacaktır. Tasarlanan düzenek ve robotik devrenin birlikte çalışabilmesi için doğru kodlama gerçekleştirilecektir. Tüm bu aşamaların gerçekleştirilebilmesi için verilen süre 8 ders saatidir. Ders haftada 2 saat olarak işlendiği için verilen süre 1 aylık zamana denk gelmektedir.

Görev bölümünde öğrencilere verilecek olan görevler yer almalıdır. Sınıf 2 ayrı gruba ayrılacaktır. Bu gruplar aşağıdaki gibi görev dağılımını kendi içlerinde gerçekleştireceklerdir.

Grubunuzun adı:

Grubunuzun başkanı:

Grubunuzun dış saha araştırmacıları:

Grubunuzun malzeme sorumluları:

Gurubunuzun model hazırlayıcıları:

Grubunuzun programcıları:

Grubunuzun iletişim sorumlusu:

Kaynaklar bölümünde görsel, internet, yazılı ve basılı kaynaklar, fiziki ortam, malzeme, vb. kullanılacak olan tüm kaynaklar belirtilmelidir. Projelerinizi okulumuz Bilişim Teknolojileri sınıfında ve bu sınıfta bulunan malzemeler ile gerçekleştirebilirsiniz. Ders kitaplarınız, internet aramaları ve okul içerisinde bulunan her türlü malzemeyi izin almak kaydı ile kullanabilirsiniz.

Değerlendirme bölümünde proje ve sonuçlarının hangi aşamalara ve kriterlere göre değerlendirileceği bilgisi ve ona uygun çizelgeler bulunmalıdır.

Tablo 22.1.

Örnek değerlendirme bölümü çizelgesi

Grubun Adı:	1	2	3
Grup içi görev dağılımı			
Grup içi denetim aşamaları			
Problem çözümü için geliştirilen çözüm			
Prototip aracın çalışması			
Oluşturulan çözümün günlük hayatta kullanılabilirliği			
Oluşturulan çözümün sergilenmesi ve anlatılması			
Toplam puan			

22.7. Sonuçlar

Balım ve diğer araştırmacıların (2012) yaptığı bir araştırmada problem tabanlı öğretim modeli uygulamasında verilen probleme ait bir kavram karikatürü kullanmanın yararlı olabileceği ifade edilmiştir. Bu şekilde öğrencilerin süreç içerisinde daha aktif olmaları sağlanabilmektedir.

Problem tabanlı öğretim modeli öğrencilerin ilgisini çekmektedir. YÖK TEZ tarandığında 2012-2019 yılları arasında STEM proje tabanlı öğrenme ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamış ancak sadece STEM ya da sadece proje tabanlı öğrenme ile ilgili çalışmalar olduğu görülmüştür.

Alanyazında da STEM proje tabanlı öğrenme ile yapılan çalışmaların öğrencilerin STEM kariyerlerini seçme ve STEM konularına olan ilgilerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır (Shahali, Halim, Rasul, Osman ve Zulkifeli 2016).

Öztürk (2018) de yaptığı STEM çalışmalarında öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştiğini gözlemlemiştir. Nitekim Çevik (2018)' de yaptığı çalışmada proje tabanlı eğitimin ön koşullarından birinin başlangıçta bir problemin olması ve o problemin çözümü sonucunda ortaya bir ürün çıkarılarak onun sunulmasını vurgulamıştır.

Sonuç olarak, STEM eğitimi yaklaşımı ile proje tabanlı öğrenme arasında belirli farklılıklar bulunmaktadır. Ama iki yaklaşımda da süreç sonunda ortaya bir ürün konması STEM eğitimi yaklaşımı ile proje tabanlı öğrenmenin birleştirilerek kullanılabileceğini göstermektedir (Akarsu, Akçay ve Elmas, 2020). Bu bağlamda proje tabanlı öğrenme, Scientix portalında geçen STEM uygulamalarıyla bazı farklılıklar göstermesine rağmen birçok ortak noktada buluşmaktadırlar.

22.8. Kaynaklar

AÇEV. (2021). *Proje Tabanlı Öğrenme*. <https://www.acevokuloncesi.org/egitim-program/farkli-program-ve-yaklasimlar/proje-tabanlı-ogrenme/>

Akarsu, M., Akçay Okur, N. ve Elmas, R. (2020). STEM Eğitimi Yaklaşımının Özellikleri ve Değerlendirilmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 155-175.

Akgündüz, D. (2019). *Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi*. Anı Yayıncılık.

Albayrak, N. (t.y.). *Proje Tabanlı Öğrenme Yönteminin Temel Öğeleri ve Avantaj-Dezavantajları*. <https://www.bilgiustam.com/proje-tabanlı-ogrenme-yonteminin-temel-ogeleri-ve-avantaj-dezavantajlari>

Balım, A. G., Deniz Çeliker, H., Kaçar, S., Evrekli, E., Türkoğuz, S., İnel D., Özcan E. ve Ormanlı, Ü. (2012). Fen ve Teknoloji Öğretiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemi İçerisinde Kavram Karikatürleri: Bir Etkinlik Örneği "Isınan Taneciklerin Dansı". *Western Anatolia Journal of Educational Science*, 3(5), 68-87.

Blumenfeld, P. C., Soloway, S., Marx, R. W., Krajcik, J.S., Guzdial, M. & Palincsar, A. (1991). Motivating Project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3- 4), 369-398.

Börekci, C. (2018). *Proje tabanlı öğrenme ile öğrenenlerin özdüzenleme ve üstbiliş becerilerinin desteklenmesi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Capraro, R.M. & Slough, G.B. (2013). *Why PBL? Why STEM? Why now? An introduction to learning STEM project learning: An integrated science, engineering and math (STEM)*. Learning the incoming STEM project (p. 1-5). Brill Sense.

Çark, Ö. (2020). Dijital Dönüşümün İşgücü ve Meslekler Üzerindeki Etkileri. *International Journal of Entrepreneurship and Management Inquiries, International Journal of Entrepreneurship and Management Inquiries*, 19-34.

Çavuş, Z. S. & Topcu Bilir, Z. (2011). Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı ve Okul Öncesi Eğitim. *20. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı*.

Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281-306. <https://www.doi.org/10.14527/pegegog.2018.012>

Demirhan, C., Demirel, Ö. (2016). Program Geliştirmede Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(1).

Dilsöz, E. (2015). *İyi de Günlük Hayatta Ne İşimize Yarayacak?* <http://www.egmatematik.com/iyi-de-gunluk-hayatta-ne-isimize-yarayacak/>

Doğan, H. (2020). Beşinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Ünitelerinin Bütünleşik STEM Eğitimi Yaklaşımı ile Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Denizli.

Erdem, M. ve Akkoyunlu, B. (2002). İlköğretim Sosyal Bilgiler Dersi Kapsamında Beşinci Sınıf Öğrencileriyle Yürütülen Ekip Proje Tabanı, Öğrenme Üzerine Bir Çalışma, *İlköğretim-Online*, 1(1), 2-11.

Hanif, S., Chandra- Wijaya, A. F., Winarno, N. (2019). Enhancing Students' Creativity through STEM Project-Based Learning. *Journal of Science Learning*, 2(2), 50-57

Han, S., Capraro, R., Capraro, M. M. (2014). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers

differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113

Han, S. (2017). Korean Students' Attitudes toward STEM Project-Based Learning and Major Selection. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Educational Sciences: Theory & Practice*, 17(2), 529–548.

Imaduddin, M., Praptaningrum, D. N. W., Safitri, D. A. (2020). Students' attitude toward STEM Project-Based Learning in the fun cooking activity to learn about the colloid system. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 8(1), 14-26. <https://doi.org/10.33200/ijcer.820898>

ISTE. (2020). Nicole Krueger: The case for project-based learning. <https://www.iste.org/explore/classroom/case-project-based-learning>

Katz, L.G. (1994). The project approach. ERIC Digest. ERIC Clearing house on Elementary and Early Childhood Education Urbana IL. ED368509.

Katz, G. L., & Chard, C. S. (2000). *Engaging Children's Mind: The Project Approach* (2nd Edition), Westport CT, Greenwood Publishing.

Korur, F. (2018). *Proje Tabanlı Öğrenme ve Örnek Uygulamalar*. https://fikretkorur.guncelfizik.com/wp-content/uploads/ProjeTabanlıÖğrenme_Isparta_Seminer_Presentation_LiseGR.pdf

McGrath, D. (2002). Getting Started With Project Based Learning, Learning and Leading With Technology. *International Society for Technology in Education*, 30(3), 42-45.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2020a). *PISA-Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı*. Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. Erişim: <http://pisa.meb.gov.tr/www/pisa-nedir/icerik/4>

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2021). *Kaybolan Meslekler*. <https://meslegimhayatim.meb.gov.tr/meslekler/kaybolan-meslekler>

Moursund, D. (1999). *Project based learning using information technology*. Eugene, Canada.

Özçakır Sümen, Ö, Çalışıcı, H. (2019). STEM Proje Tabanlı Öğrenme Ortamında Sınıf Öğretmeni Adaylarının Geliştirdikleri Matematik Projelerinin İncelenmesi *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(1), 238-252.

Öztürk, F. Ö. (2019) “Stem Uygulamalarına İlişkin Görüşlerle Bu Uygulamanın Bilimsel Tutum ve Fen Öğretimi Öz Yeterlik İnancı Üzerine Etkisi”, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 52(1), 1-38.

Saralar-Aras, İ. (2021). Esnek Öğrenme Alanlarında Aktif Öğrenme. S. H. Eral & İ. Saralar-Aras (Eds.), *Kuramdan Uygulamaya Geleceğin Sınıfını Tasarlama* (s. 32-38). Ankara, Türkiye: Millî Eğitim Bakanlığı D.S.İ/ Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2021_03/15171047_Kitap_final.pdf

SBB. (2021). Kalkınma Bakanlığı. Eğitim Sisteminin Kalitesinin Arttırılması Özel İhtisas Komisyonu Raporu. 18.06.2021 tarihinde https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/10/10_EgitimSistemininKalitesininArtirilmesi-1.pdf adresinden ziyaret edilmiştir.

Siew, N. M., Ambo, N. (2020). The scientific creativity of fifth graders in a STEM project-based cooperative learning approach. *Problems of Education in the 21st Century*, 78(4), 627-643. <https://doi.org/10.33225/pec/20.78.627>

Sublette, H. (2013). *An effective model of developing teacher leaders in STEM education*. Unpublished doctoral dissertation, Pepperdine University.

Tüfekçi, N. & Benzer, S, (2019). Fen Bilimlerinde Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı Uygulamaları. *Anadolu Kültürel Araştırmalar Dergisi*, 3(3), 234-249.

Vatansever Bayraktar, H. (2015). Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı. *Journal of International Social Research*. 8, 709-709. <https://doi.org/10.17719/jisr.20153710637>

Yeşilyurt, E. (2021). Eleştirel Düşünme ve Öğretimi: Tüm Boyut ve Öğelerine Kavramsal Bir Bakış. *Journal of International Social Research*, 14, 815-828. <https://doi.org/10.17719/jisr.11663>

BÖLÜM 23: PROJE TABANLI ÖĞRENME MODELİNİN UZAKTAN EĞİTİME ENTEGRE EDİLMESİ

Gülümser ŞENTÜRK AKKOYUN

Bölüm Özeti: Uzaktan eğitimde bireyler internet vasıtasıyla, senkron ya da asenkron tabanlı içeriklerle gerek kişisel gelişim gerek iletişim gerekse bilimsel içerikleri tartışma üzerine aktiviteler düzenlemiştir. Ülkeler, endüstri 4.0 ve toplum 5.0 ile birlikte, teknolojik gelişmeleri takip ederek e-vatandaş sisteminin küresel vatandaşlık hizmetlerinin farkına varmış, dijital araçlardan ve internetten bol miktarda yararlanmıştır. Dijitalleşme, elektronik cihazlardaki artışlar beraberinde çeşitlenen sanal platformlar ile mekânsız ortamlarda iletişim ve etkileşimi mümkün kılmıştır. Tüm bu gelişmelerin Covid-19 salgın süreciyle birleşmesi, uzaktan eğitimi derinlemesine metod-yöntem geliştirmeye itmiştir. Yapılandırmacı yaklaşım doğrultusunda öğreneni sanal platformlarda aktif kılacak olan uzaktan eğitim; içerik üretilecek, proje sunulacak, fikirlerin paylaşılmasını kolaylaştıracak günlük hayatın problemlerine çözüm üretecek şekilde yeniden düzenlenmiştir. Proje tabanlı öğrenme modeli, STEM, multidisipliner çalışmalar, uzaktan eğitimde ölçme değerlendirme, ölçeklendirme, proje geliştirme formları ve örnek modellerin incelenmesine dayalı olan bu bölümde; Web 2 araçlarının kullanımı, Hibrit Eğitim içerikleri gibi kavramlara da değinilerek uzaktan eğitim sürecine ve özellikle ürün oluşturma aşamalarına açıklık getirilmiştir.

23.1. Giriş

Bu bölümde, araştırma problemi olan proje tabanlı öğrenme modelinin uzaktan eğitim sürecinde kullanılmasına odaklanılmıştır. Uzaktan eğitimin günümüzde senkron ve asenkron olarak nasıl yapılandırılması gerektiğini ve çoklu ortamların proje tabanlı öğrenme ortamıyla nasıl birleştiğini açıklamak amaçlanmıştır.

23.2. Proje Tabanlı Öğrenme ve Uzaktan Eğitim

Günümüzde eğitim ve öğretim; öğretmen merkezli, öğrencinin pasif olduğu durumlardan oldukça uzaklaşmıştır. Yapılandırmacılık temelinde; aktif öğrenen, yaparak yaşayarak, öğrenme düzeylerini kontrol eden birey yetiştirmek temel alınmaktadır. Günlük hayat problemlerine çözüm geliştiren, ürün odaklı çalışmalar yapan nesil yetiştirmek esas alınmaktadır.

Dewey 1897 yılında “Yaparak Öğrenme” fikrini geliştirmiştir. Öğreticinin fikirlerinin ya da tüm müfredatın ezberlenmesinin öğretime katkı sağlamayacağını savunmuştur (Bozkurt, 2021). Öğrencilerin günlük hayat problemlerini ele alarak rehber eşliğinde ilerlemeleri gerektiği savı zamanla öğretim pusulası haline gelmiştir (Bozkurt, 2021). Bu durumda, Proje Tabanlı Öğrenme (PDÖ) modeli ortaya çıkmıştır. Bozkurt’un (2021) aktardığına göre, Kilpatrick’in (1918) The Project Method adlı kitabında proje yönetimi, çocuk merkezli yaklaşımları savunmuş; proje tabanlı öğrenme modelini tanıtmış ve tüm alanlara uygulanabilirliğini aktarmıştır (Haliloğlu, 2005, akt. Demiral, 2015). Proje tabanlı öğrenme, grup ya da bireysel olarak problem durumlarını ele alarak çözüme yönelik aşamalı eylemler gerçekleştirme süreci olarak tanımlanmaktadır (Saralar-Aras, 2021a).

Uzaktan eğitim senkron ve asenkron ortamlarda eğitim öğretim faaliyetlerinin devam ettirilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Zamandan, mekândan bağımsız, çeşitli içerik ve arayüz programları ile etkileşim sağlanarak kişisel öğrenmeleri düzenleyen bir model olarak alınmaktadır (Günbatır, 2017). Uzaktan eğitim, teknolojinin sunduğu fırsat ve imkânlar doğrultusunda, planlanan eğitimin gereksinimlerine uygun senkron (eş zamanlı) veya asenkron (eş zamanlı olmayan) olarak gerçekleştirilir (Ramiszowski, 2004’ten akt. Karaman ve Kurşun, 2020).

23.2.1. Proje Tabanlı Öğrenmenin Uzaktan Eğitimde Tanımlanması

Uzaktan eğitim faaliyetleri; öğrenenin aktif, istekli olduğu; öğrenme durumlarını planlayan çerçeve içinde, öğrenme adımlarını düzenlemektedir. Proje tabanlı öğrenme sürecine bakıldığında da bir ürün oluşturulurken plan doğrultusunda hareket edildiği görülmektedir (Saralar-Aras, 2021a). Proje tabanlı öğrenme ile uzaktan eğitim; süreç bazlı aktif öğrenme durumlarına dayandığı için iç içe ele alınmaktadır (Condliffe, Quint, Visher ve Bangser, 2017). Proje tabanlı öğrenme, her öğrenme alanına disiplinler arası ulaşarak probleme çözüm üretmektedir. Bu problem çözme aşamaları uzaktan eğitimde senkron-asekron ortamlarda düzenlenmektedir. İnteraktif ortamlarda proje adımları belirlenerek sanal gerçeklikler, sanal deneyler, sanal metinler, modeller, 3D animasyon, polifonik müzikler, anketler, ölçme değerlendirme süreçleri geliştirilmektedir. Bulut ortamları ile öğretim içeriklerine anında ulaşım, bilgi ve veri bulma kolaylığı sağlanmaktadır.

23.2.2. Proje Tabanlı Öğrenmenin Uzaktan Eğitim için Önemi

Uzaktan eğitim ortamlarında bilgisayar, telefon, tablet vb. dijital araçlar ile öğrenci bazlı öğretim ortamları düzenlenmektedir (Günbatır, 2017). Grafikler, tablolar, resimler şablonlar sanal ortamlarda sunularak proje tabanlı öğrenme modeli uygulanmaktadır. Eğitim sadece tek çatı altında planlanmış metotlar değil; ne öğreneceğine kendi karar veren bireylerin, planlanmış öğrenme hedefleri doğrultusunda, sürece katkı sağlayarak hareket eden, bilgiyi organize eden çoklu ortamlarda tutarlı öğrenmeler gerçekleştiren işleyiş süreci olarak ele alınmaktadır. Sanal kitap, e-öğrenme ortamları, e-kütüphane avantajları ile uzaktan eğitim,

çeşitli web 2.0 araçlarıyla birleşerek proje tabanlı öğrenme modelini uygulanabilir hale getirmektedir.

23.3. Proje Tabanlı Öğrenmenin Multidisipliner Öğrenmeye Katkısı

Multidisipliner yaklaşım; sadece tek bir alanda bilgi sahibi olmak ve uzmanlaşmak yerine; her alanda fikir sahibi olarak hareket etmek, bilgi birikimleri kullanmak olarak tanımlanmaktadır. Bir arada ve birlikte çalışarak, ortak kültürde buluşmaktır (Çam, 2019). Problemi çözmek için, çoklu ortamlarla çoklu fikirler geliştirerek uygulama sürecidir. Bu bakımdan proje tabanlı öğrenme modeli de tek bir ürün geliştirme ya da salt tek bir probleme çözüm bulma üzere kurulmamıştır. Birden fazla problemi tek hipotezde birleştirme, problemi adımsal basamaklara ayırma, bütünden parçaya çözüm süreci geliştirme gibi aşamaları bulunmaktadır. Bu bakımdan multidisipliner yaklaşımla proje tabanlı öğrenme modeli uygulamak mümkündür. Öğrenci örneğin; suyun kaldırma kuvveti hipotezini incelerken, oluşturduğu proje basamakları yardımıyla fen (fizik, kimya), teknoloji, sosyal bilimler (coğrafya), bilişim alanlarına da geniş perspektiften bakmayı öğrenmektedir. Çünkü, bilgi kümeleri; iç içe geçmiş, birbirini kesen, bağlam kuran, anlam ilişkisi geliştiren öğrenme düzeylerinden meydana gelmektedir. Alanların birbiriyle ilişkisini inceleyerek farkındalık geliştirmektedir.

23.4. Proje Tabanlı Öğrenme ve STEM Yaklaşımı İlişkisi

STEM; fen, matematik, teknoloji, mühendislik dört temel disiplinin bir arada ele alınması sürecidir (Saralar-Aras, 2021b). Teknoloji çağının getirisiyle öğrenme hedeflerini en iyi şekilde düzenleyerek ele alınmasını sağlamıştır. Öğretmen bir problem doğrultusunda öğrencilere rehberlik ederek öğrenme sürecini yönetmektedir. STEM yaklaşımı; bilim okuryazarlığı, mantıksal akıl yürütme, derin öğrenme, probleme çözüm bulma, öğrenme çıktıları düzenleme gibi hedefleri bütünleştirmektedir. Proje tabanlı öğrenme de aynı şekilde günlük hayattaki probleme bir plan doğrultusunda işbirlikçi çözüm üretme biçimi olarak ele alınmaktadır. Görüldüğü üzere her iki durumda günlük hayat problemine yapıcı çözümler bulma sürecini içermektedir. Bu nedenle durumlar arasında birkaç bağlantı olduğu görülmektedir.

23.4.1. Uzaktan Öğretimde/Hibrit Eğitim Modelinde Kullanılabilecek Web 2.0 Araçları

İnsanlık, ilk çağlardan bu yana pek çok öğrenme deneyimleri edinmiştir. Avcı toplayıcılardan konargöçer kavimlere, yerleşik yaşama geçen insanlıktan dijital vatandaşa teknolojik araç gereçleri üretme ya da temin etme, dijital ortamlar inşa etme, interneti ve bilgi kümelerini doğru kullanma gibi öğrenme süreçlerinden geçmişlerdir (Mutlu, 2019). Endüstri 5,0'a yaklaşırken insanlık üretim ve öğrenme durumlarını kontrol etme, kişisel gelişim, aktif öğrenme, bireysel öğrenme, kendi deneyimlerinden yola çıkarak öğrenme ve öğretme, sanal

içerikler üretme gibi pek çok internet ortamı ve bu ortama bağlı platformlar, blog sayfaları, öğrenme-öğretme web sayfaları geliştirilmiştir. Bilgiyi değerlendirme, kümeleme, biriktirme, yönlendirme ve depolama araç gereçleri inşa edilmiştir. En verimli ve kısa sürede doğru bilgi içeriklerine ulaşım insanlığın öğrenme düzeyine önemli ölçüde katkılar sağlamıştır. (Bell, 2021). Toplum 5,0'a giderken bilginin yapılandırılması, yönlendirilmesi, kapsayıcılığı, başka bilgi kümeleriyle oluşturduğu bağlantı ya da bağlamların da önemini ayrıca vurgulamak gerekmektedir (Mutlu, 2019). Bu doğrultuda teknoloji çağında öğrenme deneyimlerimizi oluşturacak, sürdürecektir, geliştirecek, paylaşacak ve hatta öğrenme içeriklerini daha genişletme imkânları sunacak ortam ve sistemler oluşturulmaya başlanmıştır. Bunun için uzaktan öğrenme modelleri, bilgisayar yoluyla öğrenme modelleri, mobil öğrenme modelleri, MOOC öğrenme modelleri gibi öğrenme alanlarını kolaylaştıracak ve etkili öğrenmeye katkı sağlayacak sanal ortamlar geliştirilmiştir.

23.4.1.1. Uzaktan öğretim nedir?

Uzaktan öğretim; senkron ortamlarında (etkileşimli-eşzamanlı), asenkron (etkileşimsiz, eş zaman içermeyen), çevrimiçi, bulut ortamlarında yapılan eğitim-öğretim faaliyetlerinin tümü olarak nitelendirilebilir. Burada bahsedilen kavramları kısaca açıklamak gerekmektedir (Günbatır, 2017; Ersoy, 2006).

Senkron (Etkileşimli-Eşzamanlı) Ortamlar: Senkron sözcüğü içerisinde senkronizasyonu barındırmaktadır. Türk Dil Kurumu'nun sözlüğünde (2021) Senkronizasyon: "eşleme", Senkronik kelimesi: "Eş zamanlı", Senkronizm: "Eşzamanlılık" ve Senkronise: "Eş zaman, asenkron karşıtı" olarak tanımlanmaktadır. Senkron ortamlar, yaparak yaşayarak öğretme ortamları sunmaktadır. Senkron ortamlar yoluyla uzaktan öğretimde; eş zamanlı olarak etkileşimli aktiviteler, test çözümleri, şablonlar, bilmeceler, tekerlemeler, fıkralar, bulmacalar, satranç gibi düşünmeyi geliştirici oyunlar ile; şarkı söyleme, söz yazma etkinlikleri, cümle tamamlama, hikâye oluşturma-sürdürme-betimleme, kontrollü simülasyon deneyleri, üç boyutlu sanal ortamlar oluşturma, boyama, çizgi film yapma, gösterge eşleştirmeleri gibi aktif etkileşimli ortamlar oluşturulmaktadır.

Asenkron (Etkileşimsiz, Eş Zaman İçermeyen) Ortamlar: TDK'da Asenkron: "Uyumsuz, Eş zaman karşıtı" olarak tanımlanmaktadır. Asenkron durumda uzaktan öğretim ortamı; hazır içerikler, sunumlar, önceden indirilmiş video ve görseller, etkileşim gerektirmeyen içerikler ile yürütülmektedir. Öğretim farklı zaman ve farklı ortamlarda, katılımcı ya da öğrenci pasif olarak gerçekleştirilmektedir.

Çevrimiçi Öğrenme Ortamı: TDK'da "Bilgisayar sisteminde sunucuya bağlı ve çalışır durumda olma" olarak tanımlanmıştır. Bilgisayar bir modeme bağlı olarak, internet yoluyla ulaşılabilen tüm eğitim içeriklerini kapsamaktadır. Çevrimiçi öğrenme ortamında kişisel eğitim tercihleri; özellikle öğrenilmek istenilen konuları, bilgileri, sertifika alınmak

istenen kurs veya programları içermektedir. Burada öğrenen kişi yoğun kişisel çaba ve içten güdülenmişlik duygusuyla hareket etmektedir. Öğretimini hazır içeriklerle yönlendirmektedir.

Bulut Öğrenme Ortamı: Güvenli, sıkıştırılmış- düzenlenmiş anında bilgiye ulaşım, küresel bilgiye kolay erişim, kişisel verileri depolama gibi imkânlar sağlayan öğretim ortamıdır. TDK’da Bulut (isim olarak 2. Tanım): “herhangi bir şeyden oluşan yığın” olarak adlandırılmaktadır. Görüldüğü üzere bulut ortamı; bilginin akışını, kontrolünü, depolanmasını ve korunmasını sağlayan ve veri bilimine katkı sağlayan bir yapı oluşturmaktadır.

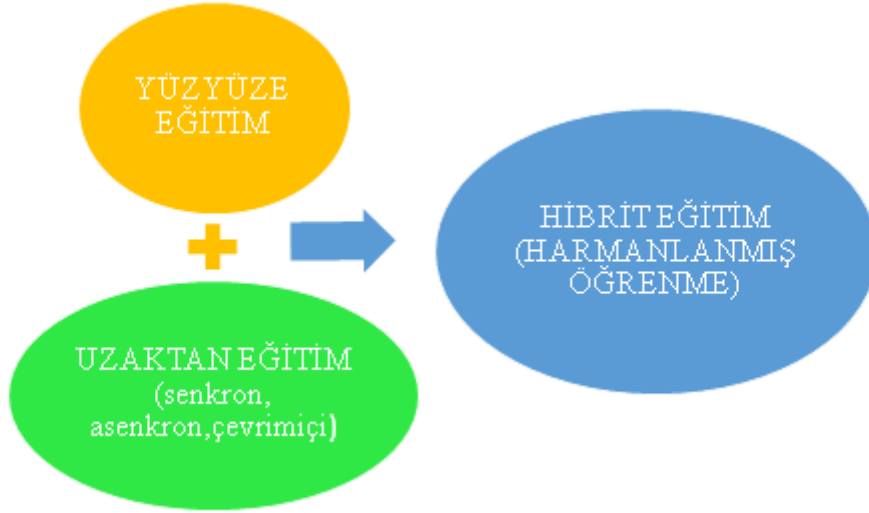
Tablo 23.1.

Uzaktan Öğretimde Etki – Etkileşim Düzeyleri

Uzaktan Öğrenme ve Öğretim;				
Kişi/ Etki Düzeyi	Dinamik/ Pasif Ortamlar	Öğretimde Kullanılan Materyaller	Etkilenen	Etkileyen
Senkron/Çevrim içi/Bulut Öğrenme	Çift Yönlü İletişim/ Etkileşimli/ Çoklu Ortam	Mikrofon, Canlı Görüntüler, Video, Kamera Aktiftir	Öğrenci	Öğrenci
Senkron/Çevrim içi/Bulut Öğrenme	Çift Yönlü İletişim/ Etkileşimli/ Çoklu Ortam	Mikrofon, Canlı Görüntüler, Video, Kamera Aktiftir	Öğretmen	Öğrenci
Senkron/Çevrim içi/Bulut Öğrenme	Çift Yönlü İletişim/ Etkileşimli/ Çoklu Ortam	Mikrofon, Canlı Görüntüler, Video, Kamera Aktiftir	Öğrenci	Öğretmen
Senkron/Çevrim içi/Bulut Öğrenme	Çift Yönlü İletişim/ Etkileşimli/ Çoklu Ortam	Mikrofon, Canlı Görüntüler, Video, Kamera Aktiftir	Öğretmen	Öğretmen
Asenkron Öğrenme Öğretme/ Bulut Öğrenme/ Çevrimdışı Öğrenme- Öğretme	Tek Yönlü İletişim/ Pasif/Hazır İçerikler	Hazır Bilgiler, Video, Slâytlar Yazılım Araçlarıyla Sunulur	Sanal/ Uzaktan Öğretim	Öğrenci
Asenkron Öğrenme Öğretme/ Bulut Öğrenme/ Çevrimdışı Öğrenme- Öğretme	Tek Yönlü İletişim/ Pasif/Hazır İçerikler	Hazır Bilgiler, Video, Slâytlar Yazılım Araçlarıyla Sunulur	Sanal/ Uzaktan Öğretim	Öğretmen

23.4.1.2. Hibrit Eğitim Nedir?

Hibrit isim olarak TDK'da: "1. Melez, 2. İki farklı güç kaynağının bir arada bulunması" şeklinde tanımlanmıştır. Hibrit öğretim, yüzyüze eğitim (sınıf ortamında mekân duygusunun olduğu yer) ile uzaktan öğretimin (sanal gerçeklikler, internet uzantıları, çevrimiçi, senkron, asenkron, bulut öğretim ortamları) aynı anda yürütülmesi, çevrimiçi ortamlar ile öğretimin desteklenmesi, eş zamanlı yürütülen, öğrenci merkezli, aktif yaşantı sunan, harmanlanmış bir öğretim modeli olarak görülmektedir.



Şekil 23.1. Hibrit Öğretim Sistemini Oluşturan Elemanlar

Harmanlanmış/ Hibrit öğrenme modeli içeriği aşağıda bulunan maddeleri barındırmaktadır. Carman'a (2002) göre "Keller, Gagné, Bloom, Merrill, Clark ve Gery'nin teorilerine bakarak hibrit/ harmanlanmış öğrenme yönteminin 5 temel bileşeninin şunlar olduğu söylenmektedir:

- Eşzamanlı etkinlikler
- Öğrenci merkezli öğrenme
- İş birliği
- Değerlendirme
- Performans destekleyici materyaller" (s.2).

Hibrit model yoluyla öğretim ortamları yüzyüze ve uzaktan öğretime uygun olacak şekilde düzenlenmektedir. Bunun için geliştirilmiş olan bazı Web 2.0 araçlarından

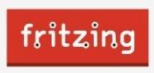




yararlanılmaktadır. Aşağıda hem uzaktan eğitimde hem de hibrit eğitimde kullanılacak Web 2.0 araçları sıralanmıştır. Bu araçlar vasıtasıyla sınıf ortamında (yüz yüze) yarım kalan etkinlikler, ödevler, alıştırmalar ya da aktiviteler mekândan bağımsız ortamlarda sürdürme avantajı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra Web 2.0 araçlarıyla etkileşim ortamları yaratılarak tekrar, pekiştirme, verimli zaman geçirme, öğrenme, alıştırma yapma gibi hem etkileşim hem yönlendirme sağlayan konular arası bağlantı kurma, bağlam oluşturma, özgün örnekler yapma, örgütsel öğrenme ve iş birliği imkânı sağlanmaktadır.

Tablo 23.2.

Web 2.0 Araçları ve Kullanım Alanları (Jain, 2017)

Sayı No	Görsel /Logo	Web 2.0 Aracı	Tanım
1)		KhanAcademy	Dünya çapında ücretsiz asenkron ortamları sağlayan bol örnek, pekiştirme, alıştırma, test, video, ses kaydı, konu anlatımları (biyoloji, fizik, kimya, coğrafya, sanat, tarih, kültür, bilim, STEM) barındıran çok kapsamlı bir web 2 aracıdır.
2)		TED Konuşmaları	Dersi asenkron ya da senkron olarak yönetebilecek, içerisinde problem durumlarına göre ya da ders kazanımlarına göre model oluşturabilecek, örnek olay incelemeleri yapılabilecek, görüşme, keşif, buluş yapma, röportaj, video dinleme gibi farklı öğrenme ortamları oluşturulabilecek bir kurumdur. TED (İngilizce: T echnology, E ntertainment, D esign, T ürkçe: Teknoloji, Eğlence, Dizayn)
3)		Beyaz Pano	Ücretsiz üye olunan, EBA platformuna benzeyen, sanal sınıf ortamında ders anlatımı senkron olarak yapılabilen, ödev verme, ödevi kontrol etme ve zamanında geri bildirim verme imkânı sunan bir araçtır. Ayrıca test çözme, tekrar, pekiştirme, sunum, video, ses kayıtları oluşturma, doküman ekleme gibi özellikleri de bulunmaktadır.
4)		Google Classroom	EBA platformuna benzeyen asenkron ve senkron olarak çalışma, ders içerikleri yapma imkânı sunan, ödev, alıştırma, test, etkinlik paylaşımları yapabilme özelliği bulunan dünya çapında kullanılan bir araçtır.
5)		Microsoft Teams	Senkron ortamlarda görüşme, tartışma, sunum yapma, izleme, takip etme, tartışma, yönlendirme, anket düzenleyebilme, açıklama, araştırma geliştirme imkânları sunan toplantı odası aracıdır.

- 6)  **Skype** Katılımcı sayısı sınırlı olmakla birlikte, senkron ortamlar sunan, toplantı ve sunum yapma imkânı bulunan web 2.0 aracıdır.
- 7)  **Zoom** Ücretsiz 30 dk. sunum, konuşma yapma, video ve ses içerikleri paylaşma imkânı sunan senkron iletişim aracıdır.
- 8)  **Canvas** EBA platformu gibi çalışan sanal sınıf ortamıdır.
- 9)  **Moodle** Açık kaynak kodlu uzaktan eğitim aracıdır. Çevrimiçi öğrenmelere ve asenkron öğrenmelere, kod yazılımına açık bir uygulamadır. Kişisel öğrenmeleri daha çok destekler.
- 10)  **Maps 3D Harita** Coğrafya, sosyal bilgiler derslerinde kullanılacak; öğrencilerin özgün haritalar oluşturabileceği; arkeoloji, geçmiş uygarlıkların yaşam alanlarını gözlemleme; şehir, il, ilçe kavramlarını öğretiminde yararlanılabilecek bir araçtır.
- 11)  **Padlet** Sanal sınıf defteridir. Öğrenci ve öğretmenin senkron ve asenkron olarak iletişim kurup paylaşım yapabileceği; ipucu, çağrışım, tekrar, iş birliği, ifade gücünü geliştirme, yorum yapma imkânlar sunmaktadır.
- 12)  **Learning Apps** Sanal sınıf, senkron ve asenkron olarak yararlanılabilecek, küçük pano kâğıtları yoluyla öğrencilerin yaptıklarını, düşüncelerini işbirlikli olarak paylaşabileceği ortamdır.
- 13)  **Mindmeister** Zihin haritası oluşturulabilecek senkron ve asenkron olarak düzenleme sağlayan, konu görselleştirilmesi, somutlaştırılabilmesi, bağlantı, bağlam ve örnekleri tarayabilme imkânı sunan araçtır.
- 14)  **Ardsteps** Senkron ya da asenkron olarak, öğrenci ve öğretmenlerin proje tabanlı uyguladıkları öğretim ürünleri ya da materyallerini sergileyebilecekleri, 3D temelli sanal sergi alanıdır.
- 15)  **Tinkercad** Tasarım derslerinde, 3 boyutlu tasarım, bilgisayar destekli tasarım; matematik dersinde uzunluk, alan ölçülerini oluşturma, yükseklik hesaplamaları; fen ve fizik derslerinde katı cisimleri hesaplama, devre elemanlarını oluşturma, modelleme; Kimya dersi için moleküller oluşturma, hazır nesnelere yararlanma; bilgisayar ve bilişim dersi için kodlama, robotik programcılık, figür oluşturma gibi kolaylıklar sağlamaktadır.

- 16)  **Fritzing** Kodlama ve sanal devre elemanlarını oluşturabilecek, robotik kodlama imkânı sunan senkron ve asenkron ortam oluşturan ücretli bir programdır.
- 17)  **mBlock** Blok temelli kodlama imkânı sunan senkron ve asenkron kullanılan araçtır.
- 18)  **İnsan Vücudu (Erkek) İnteraktif Eğitici 3B** Cep telefonlarına indirilebilen, Türkçe dil seçeneği sunan 8 ile 18 yaş aralığında kullanılabilen içerikler sunmaktadır.
- 19)  **Canva** Logo, afiş, kartvizit, kartpostal, video, ses kaydı içerikleri oluşturulabilecek grafik tasarım yapılabilecek, tanıtım, dikkat çekme, ilan verme gibi etkinliklerin yapılabileceği senkron ve asenkron araçtır.
- 20)  **NASA Oyunlar** Dünya, Güneş Sistemi, Gezegenler, Adli Tıp, Denizler gibi içeriklere sahip senkron ve asenkron olarak oynanabilen, eğlenerek öğrenme imkânı sunan araçtır (NASA/Erickson, 2021).

23.4.2. Uzaktan Öğretimde Süreç Tasarımları /e-Öğrenme

Uzaktan öğretimin en önemli kısımlarından biri ders akış yönünü planlamaktır (Günbatar, 2017). Ders esnasında olumsuz bir durum olmaması, ders akışının istenilen düzeyde yönlendirilmesi için süreç planını doğru ele almak gerekmektedir. Senkron ve asenkron olarak ders süreç tasarımları planlı hale getirilmelidir. Hangi etkinlik konu kazanımıyla ilişkili, örnekler nasıl şekillenmeli, basitten karmaşığa, özelden genele sıralama, anlamlı öğrenme ortamı sağlama, web 2.0 araçlarını belirli ürün oluşturma düzeyine göre konumlandırma, uzaktan eğitim sürecinde anlamlı öğrenme oluşturmak adına öğretmenin temel görevleri arasındadır. Yüzyüze eğitimde sınıf yönetimi kavramı, uzaktan eğitimde özellikle senkron ortamda süreç düzenleme- tasarlama kavramlarına denk gelmektedir.

23.4.2.1. Süreç Aşamaları ve Etkileşim Boyutları

- I. Hazırlık, motivasyon, sanal araçlar, sanal sesler, araç gereç hazırlıkları
- II. Soru cevap, beyin fırtınası, tartışma, ilgi çekme, dikkat çekme, odaklanma, mizah içerikleri sunma

- III. Kavram haritası, izlenceler, sütun grafikleri inceleme, grafiklendirme, ilişkilendirme, yönlendirme, kavram resimleri, keşfetme, kukla- çizgi film – karakter konuşurma, etkileşim ve yönlendirme nesnelere/içerikleri sunma
- IV. Zihin haritası, ön bilgi- yeni bilgi kaynaştırma, konu portfolyosu hazırlama, kavram örüntüleri portfolyosu hazırlama, yeni bilginin anlamlı hale gelmesi, konu anlatımı, içerik çeşitliliği sunma (metin tamamlama, biyografi okumaları-incelemeleri, zenginleştirilmiş sunum, görüntü, video, ses, dijital dergi, 3D mekânlar, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik uygulamaları, sanal laboratuvarlar, sanal sözlük, sanal müze/sergi, röportaj, örnek olay inceleme, gazete manşetlerini inceleme, öğrenme diyagramı kurma
- V. Günlük hayatla ilişkilendirme, etkinlik tasarlama ve uygun araçları kullanma, problem çözümü, özümseme, iş birliği, bulmaca, kelime avı tasarlama, bellek yerleştirme, puzzle çalışmaları, eşleştirme, anlamlı öğrenme, örnekler verme
- VI. Çözümleme, yaratma, oluşturma (konstrüksiyon), gruplandırma, kümeleme, simülasyon, deney oluşturma, sanal gerçeklik uygulamaları kullanma, ürün oluşturma, görüş-yorum ekleme/çıkarma, takım çalışmaları, alıştırmalar, eğitsel oyunlar, davranışın/içeriğin devamını yordama
- VII. Ders değerlendirmesi, pekiştirme, soru cevap, tartışma, kavram yanlışlarını-yanlış öğrenmeleri giderme, konu öbeklerini özümseme, empati kurma, tutum ve beceri geliştirme, hatırlatıcılar yerleştirme, yeni tecrübe ve deneyimler kazanma, bağlam kurma
- VIII. Ürün değerlendirme, sınıf günlüğü oluşturma (sanal), görüşme, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış öğrenme çıktılarını kontrol etme, yaşam deneyimi sunma, öz yeterlilik geliştirme, akran değerlendirme, rubrikler, ders işlem ölçekleri, kontrol çizelgeleri, verimli etkinlik anketleri, etkinlik çizelgeleri, durum değerlendirme ölçekleri, izleme ölçekleri.

23.4.2.2. e-Öğrenme Nedir?

Öğrenme, yaşantılar sonucu elde edilen bilgi ve deneyimin istendik yönde kullanılması, geri çağırılması, etkili şekilde davranışa dönüşmesi ve hatırlama sürecinden meydana gelmektedir (Önal,2017) Öğrenme; zihinde anlam kümeleri oluşturma, ayırt etme, uyum kurma, analiz, değerlendirme, yorumlama öğelerini de içinde barındırmaktadır. E-öğrenme kavramı ise senkron ya da asenkron bağlantılarla, bir sunucu vasıtasıyla mobil telefon-bilgisayar gibi araçlarla oluşan sanal öğrenme ortamlarıdır (Arslan, 2011). Ek olarak ses, video, sinema, radyo araçlarıyla da e-öğrenme gerçekleşmektedir. Kolay erişim ve esnek tabanlı uygulamalar sunmaktadır. Öğrenen kişinin ilgi, ihtiyaç, tutumlarına göre değişen e-öğrenme;

içsel güdülenme, motivasyon sağlamanın yanı sıra, online iş birliği sağlama ve farklı öğretim ortamları ile multidisipliner çalışma olanağı da vermektedir.

23.4.2.3. e-Öğrenme'nin Yararları

Önal'a (2017) göre e-öğrenmenin yararları şu şekildedir:

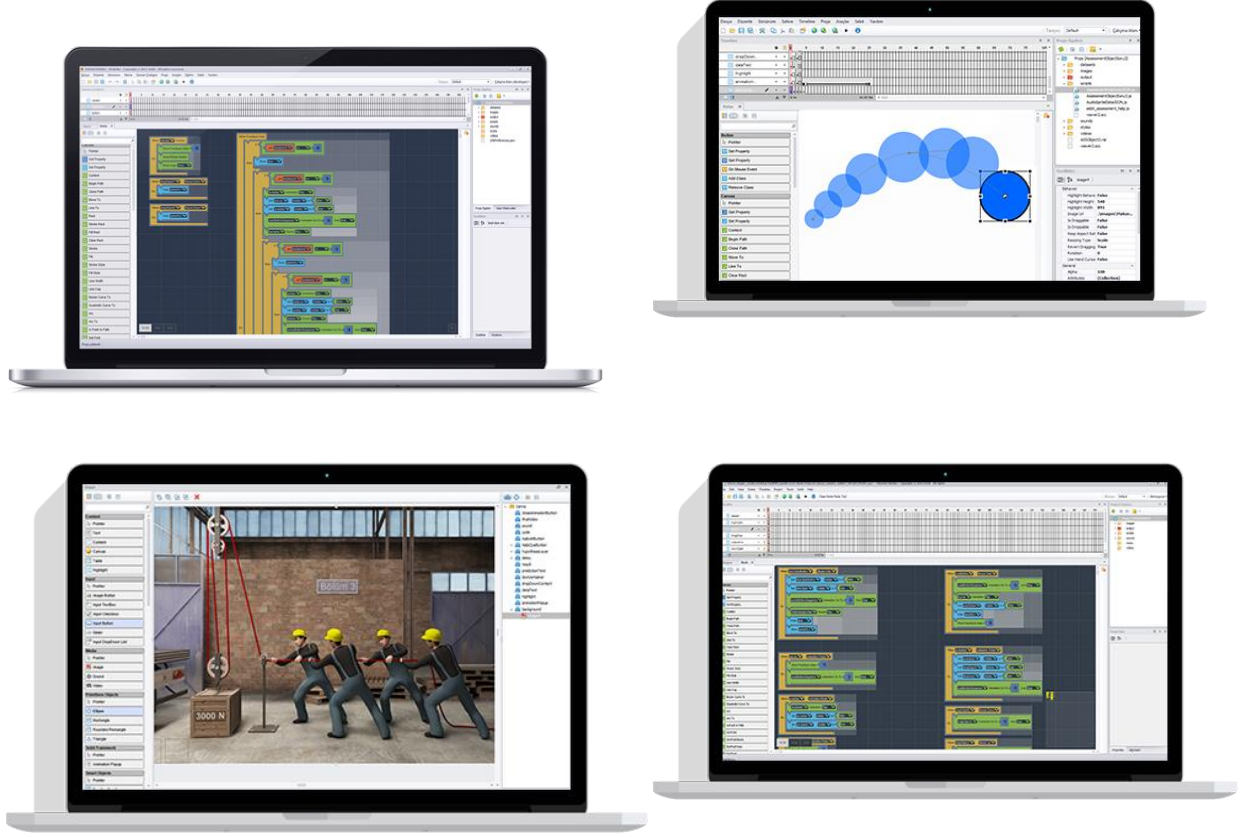
- a) Bilgi depolarına kolay erişim sağlamaktadır.
- b) İstenilen zaman diliminde pratik yapma ve sertifika alma imkânı sunmaktadır.
- c) Keşfetme ortamları oldukça geniş içeriklere sahiptir (e-kütüphane, e-müze, sanal müze, e-dergi).
- d) İstenilen öğrenme konusuna uygun bol çeşit kaynak ve örnek bulundurmaktadır.
- e) Blog oluşturma imkânı sunarak kişisel deneyim oluşturma, paylaşma ve yorumlama aşamaları sunmaktadır.
- f) Sanal ortam ve sınıflarda kontrollü-kontrolsüz deney yapma, gözlem, 3D aktiviteler, artırılmış gerçeklik uygulamaları, hologram, simülasyon ortamları sunmaktadır.
- g) Bilişsel, sosyal ve psikomotor beceri edinme ve geliştirmekte oldukça etkindir.
- h) Kendi kendine ve bir rehber eşliğinde öğrenme ortamı sağlamaktadır.

23.4.2.4. V Fabrika (V fabrika/Kolay Eğitsel İçerik Üretimi)

Bu program, öğretmenler için; sanal- etkileşimli ders yapılarının oluşturulacağı, kodlama temelli bir içerik hazırlama programıdır. Hazır görseller eklenebilir, butonlar ile öğrenen için sanal ortamı aktif etkileşimli hale getirebilme imkânı sunmaktadır. Her ders için farklı öğrenme ortamı oluşturmaktadır. Test hazırlama, boşluk doldurma, nesne üretme, hareketli çizgi filmler, animasyon, blok programlama, masal oluşturma, deney (devre, priz, kaldıraç, dişli) yapma, molekül oluşturma, müzik, ritim, ses, video ekleme, bulmaca- bilmece ekleme, söz oyunları, işbirlikli oyun kurgulama, kodlama, mantık yürütme ortamları sunmaktadır. Hem öğretmen hem öğrenci senkron ya da asenkron olarak bağlantı kurabilmektedir. MEB, hizmet içi sanal eğitim (mesleki eğitim) programları ile öğretmenleri içerik hazırlama konusunda bilgilendirmektedir.

Resim 23.1

V Fabrika Görselleri/Örnekleri



E-öğrenme ve uzaktan eğitim ilişkisini ise aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 23.2. Öğrenmenin Kapsamı

23.5. Uzaktan Eğitimde Proje Tabanlı Öğrenme Yoluyla Kullanılabilecek Etkileşimli Ortam Tasarımları Oluşturma

Killpatrick tarafından geliştirilen proje temelli öğrenmeyi uzaktan eğitime uygulamak mümkündür (Demiral, 2015). Öncelikle Proje Tabanlı Öğrenme modelinin aşamalarını açıklamak gerekmektedir (Ersoy, 2006):

1. Hedef belirlenir.
2. Yapılacak iş/performans ya da ele alınacak konu belirlenir, tanımlanır.
3. Proje takımları oluşturulur.
4. Proje sonuç raporu veya sunuş biçimleri belirlenir.
5. Çalışma takvimi oluşturulur. (10 gün- 1 Ay- 1 Saat gibi)
6. Kontrol noktaları belirlenir. (geri bildirim alanları)
7. Değerlendirme ölçütleri ve yeterlik düzeyleri belirlenir.
8. Konu kazanım ya da proje bilgileri toplanır.
9. Bilgiler örgütlenir, ayrıştırılır, sentezlenir, raporlaştırılır.
10. Proje/ürünler sunulur.

Tablo 23.4. *Uzaktan Eğitimde Proje Temelli Öğrenme Modeli Aşamaları*

-
- 1)
 - Ders kazanımları belirlenir.
 - Günlük hayat problemlerini çözme şeması çıkarılır ya da problem senaryosu üretilir.
 - 2)
 - Konu başlıkları belirlenir.
 - Öğrenme amaçları belirlenir.
 - Örnekler ve açıklamalar belirlenir.
 - Etkinlikler belirlenir. (senkron/asenkron)

- 3)
 - Zaman yönetimi hesaplanır. (Bir ders saati kaç dakika olmalı? Teneffüs kaç dakika olmalı? Standart ders saati varsa süreçte nasıl etkinlik yapılmalı?)
 - Öğrenci ve öğretmen etkin süresi hesaplanır.
 - Dersin yapılacağı online sanal platform belirlenir. (Zoom, Google Classroom, Perculus, Microsoft Teams, Canva, vs.)
- 4)
 - Öğrenci sayısı belirlenir.
 - Öğrenciler ders kazanımlarına göre ya da ortak probleme göre özgün proje başlıkları, hipotezler oluştururlar.
 - Öğretmen öğrencileri istedik yönde yönlendirir.
 - İşbirlikli gruplar, öğrenme grupları, bireysel deneyimler elde etme bölümleri oluşturulur.
 - Tereyağ Ekmek, Sandviç, Rulman, Balık Kılıcı, Pareto Diyagramı, İstasyon, 6 Şapka, 5N1K, Truva, Öğrenci Timleri, Ayırıp Birleştirme, Turnuva öğretim yöntemleri dersin alanı, kazanımına göre belirlenir.
 - Öğrenciler Ders kazanımları ve konuya uygun araştırma, inceleme, gözlem, dinleme, izleme faaliyetlerinde bulunuyor.
- 5)
 - İçerikler ders alanı ve kazanıma göre yapılandırılır.
 - Öğretmen ders sırasında önceden hazırladığı içerikleri; Tinkercad, V Fabrika, 3D uygulamalar (insan vücudu, deney, modelleme, vs.), NASA (National Aeronautics and Space Administration/ Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi) Educators K12, NASA STEM, NASA Kids, NASA Play, mBlock, Voki, Animaker içerik üretme platformlarından yararlanılarak öğrencilere sanal proje üretme ortamları sunulur.
 - Sanal proje üretme ortamlarında konu kazanımına uygun, aktif proje çıktıları öğrenciler tarafından senkron olarak oluşturulur.
 - Ders süresi aşıldığında, süreye dayalı bir proje geliştirmek istediğinde (10 gün gibi) ya da ödev verilmek istendiğinde bu içerik platformları asenkron olarak kullanılabilir.
- 6)
 - Öğrenciler ürettikleri ürünleri ve verileri sanal ortamda düzenler. (grupla ya da bireysel)
 - Birlikte çalışma isteği, sorumluluk, liderlik, yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, girişimcilik gibi 21. yüzyıl becerilerine katkı sağlar.

- Öğrenciler sınıf defterinde paylaşımlarda bulunur. (Padlet, Learning Apps, Jamboard, Miro, Trello, Penzu, NOTEapp)
 - Öğrenciler değerlendirme sunumları yapar, sanal tablolar yoluyla sunar.
 - Proje ürünleri öğrenciler tarafından sanal programlar yoluyla senkron ya da asenkron olarak yapılır.
 - Projeler grupta ya da bireysel olarak diğer sınıf üyelerine sırayla sunulur.
 - Sunum; video, görsel, ses özellikleri ve efektler eklenerek senkron ya da asenkron olarak yapılır.
 - Öğretmen proje aşamalarını takip eder ve rehber/yön gösterici görevindedir.
 - Öğrenciler projelerini ve ayrıntıları tanıtır. Diğer sınıf öğrencileri ise sınıf defterine (padlet...)yorum- eleştiri yapar. Söz alıp ürüne eklenecek çıkarılacak unsurlar paylaşılır.
- 7) • Öğretmen proje ürününü değerlendirmek üzere öz değerlendirme formlarını sunar.
- Akran değerlendirme ölçekleri kullanılabilir.
 - Her öğrenci bireysel ya da grup olarak değerlendirilebilir.
 - Kontrol çizelgeleri, gözlem çizelgesi, ürün ya da kazanıma yönelik rubrikler kullanılabilir.
 - Performans, ürün dosyası, portfolyo/portföy incelemeleri yapılabilir.
 - V Fabrika ile ölçme değerlendirme animasyonları, boşluk doldurma etkinlikleri düzenlenebilir.

23.6. Ulusal ve Uluslararası Örneklerle Uygulamalarla Uzaktan Eğitimde STEM Çalışmaları

Uzaktan eğitimde ders planı kontrollü şekilde planlanmalıdır (Ferguson, 2021). Öncelikli olarak ders planı; dersin işlenişi, akışı, öğrenme alanları, kazanımları, ders esnasında kullanılacak araç gereçleri, belirli gün ve haftaları, ders esnasında uygulanacak yöntem ve teknikler ile değerlendirme bölümlerinden meydana gelmektedir. Bu plan öncelikle yıllık planlanmalıdır. Bununla birlikte haftalık, aylık olarak planlı olabileceği gibi sadece bir projenin yapım aşamalarını gösteren içeriği de gösterebilir. Ders planı öğretmene, ders akışını kontrol etmede pusula görevi vermektedir. Yön gösterici özelliğe sahip olan ders planı ya da yıllık planlar koordineli biçimde ilerleyen, yönlendiren, rehberlik eden rollere sahiptir.

Ders planı yazılırken, öğrencilere ders sırasında hangi konuda bilgi vermek istendiğini özetleyerek başlanmalıdır. Bütünden parçaya- parçadan bütüne, özelden genele- genelden özele, basitten karmaşığa doğru bir yönerge çizilmelidir. Nihai hedef/ kazanım öğrencinin düzeyine göre ifade edilmelidir.

1. Uzaktan eğitim için etik kurallar/sanal sınıf/ ders kuralları
2. Öğretim zamanı belirleme
3. Dersin hedefleri (multidisipliner içerikli)
4. Ders materyalleri (Kolay bulunan ya da sanal ortam materyaller)
5. Ders tartışma, soru cevap, münazara soruları- cevapları (yönlendirme/duygudaşlık/ medya okuryazarlığı/etkileşim)
6. Açık net ifadeler/anlatım dili
7. Bireysel ya da grupla etkinlik seçenekleri
8. Ders notları, sunum, video içerikleri
9. Geri bildirim/dönüt/kontrol
10. Değerlendirme yöntemleri ve çoklu bakış içerikleri.

Bir ders planı dersin branşı, alanı, yönlendirme biçimi, kazanımına göre farklılık gösterebilir. Ders planı için birkaç başlık önerileri aşağıda sıralanmıştır:

- Isınma, giriş, beceri öğrenme, soğuma ve yansıtma.
- Motivasyon, hazırbulunuşluk, giriş, gelişme, sonuç.
- Dikkat çekme, ön bilgileri test etme, oluşturma, keşfetme, geçiş, açıklama, analiz, değerlendirme.
- Gruplama, giriş, ilişkilendirme, gözlem, deney, fark etme, çözümlenme.
- Giriş, kavrama, yapma (ürün oluşturma), dönüştürme, pekiştirme, sonuç.

Uzaktan öğretime, e-öğretime uygun tasarlanmış genel başlıklardan oluşan ders tasarım şablonlarına yer verilmiştir. Ulusal ve uluslararası ders planlarını STEM eğitimine ya da proje tabanlı öğrenme modeline entegre etmek mümkündür. STEM eğitimi de proje temelli öğrenme modeli gibi günlük hayat problemlerini ders süresine eklemektedir. STEM modeli dört temel disiplin üzerine kurulmuştur (Matematik, Teknoloji, Fen, Mühendislik). Proje tabanlı öğrenme

ise ürün oluşturma, probleme somut çözümler meydana getirme gibi işlevler edinmiştir. Bu sebeple ders planları uzaktan eğitime STEM ve proje temelli öğretime uygun olarak ele alınmıştır.

23.6.1. Proje Tabanlı Öğrenme Örnek İçerik Geliştirme Formları

Proje tabanlı öğrenme ders planlarını oluşturma ve içerikleri hazırlamak için Demiral (2015) ve Erdem'e (2002) göre;

- a. Tasarım planı
- b. Proje standartları/istenilenler/amaçlar/hedef/kazanımlar
- c. Problem durumu/Günlük hayat problemi/hipotez
- d. Proje oluşum aşamaları, inşası ve sanal ders kültürü oluşturma
- e. Proje faaliyetlerini ve süreci yönetmek/çalışma takvimi
- f. Proje ile öğrenci öğrenme iskelesi oluşturma/dayanaklandırma/örnekler
- g. Proje ürününü ve öğrencilerin öğrenmesini değerlendirmek
- h. Proje grupları akran öğretimi
- i. Proje raporları
- j. Proje veya ürün sunumu aşamaları bulunmalıdır.

Hem dersi planlama hem de projenin planlanması uzaktan eğitimde kolaylık sağlamaktadır. Uzaktan eğitim ile proje yürütmek için ayrı bir plan oluşturulabilir. Uzaktan eğitimde proje tabanlı öğrenme gerçekleştirmek için atılacak adımları Ek 23.1, 23.2, 23.3 ve 23.4'te bulabilirsiniz.

23.6.2.1. Örnek 1.

Proje tabanlı öğrenme modelini müfredatına koymuş ve öğrencilerini günlük hayat problemlerini çözen bireyler haline getirmiş pek çok okul bulunmaktadır (Saralar-Aras, 2021a). Bu okullardan biri de Think Global School'dur. Think Global School (Küresel Düşün Okulu), Proje tabanlı öğrenme modeli üzerine inşa edilmiş bir kurumdur. Öğrenme hedefleri ile fark yaratanlar grubundadır. Kendi kendine öğrenme durumları yaratan kurum, öğrenci ne öğrenmek istiyorsa o temelde etkinlikler ve geziler düzenlemektedir. Farklı ülkelerde, coğrafyalarda yerinde öğrenme, gözlem yapma imkânı bulan öğrenciler, günlük hayat problemlerine göre proje yürütürken, projenin her bir aşamasında neyi öğrenmek ve başarmak

istiyorsa onun üzerine odaklanmaktadır. Bunun nedenini ise şu şekilde açıklamaktadırlar; öğrenciler kendi öğrenecekleri konuyu seçerler, öğrenme sorumlulukları bireye aittir, merak ettikleri problemleri rehber öğretmenler sayesinde araştırmakta ve veri toplamaktadırlar. Yerinde, yaparak yaşayarak öğrenme olanağı bulmaktadırlar. Ayrıca öğrenme alanları esnekler. Tek bir ders ya da disiplin temelli değil bütüncül ve disiplinlerarası çalışmaya teşvik etmektedirler. Yıl boyunca ele aldıkları öğrenme hedefleri bulunmaktadır. Bu hedefler; 21. yüzyıl becerilerine uygun ve öğrenci düzeyine göre kategorize edilmiştir. Bunlar, alt kategorilere de ayrıca ayrılarak toplam 122 hedefe ulaşmaktadır. Bahsedilen hedeflere Tablo 5'te yer verilmiştir.

Tablo 23.5. Think Global School Öğrenme Hedefleri Tablosu

Dil Sanatı	Yorumlama ve İfade	Matematiksel Akıl Yürütme ve Modelleme
<ul style="list-style-type: none"> • İşleme ve Anlama • Aktif Okuryazarlık • Retorik 	<ul style="list-style-type: none"> • Orijinal Parça Oluşturma • Yorumlama 	<ul style="list-style-type: none"> • Ayrık/Soyut Matematik • İstatistik ve Olasılık • Fonksiyonlar ve Cebir • Geometri
Sorgulama ve Araştırma Tasarımı	Uygulamalı Bilim ve Teknoloji	İnsanlık ve Kültür
<ul style="list-style-type: none"> • Araştırma Metotları 	<ul style="list-style-type: none"> • Bilimsel Kavramlar • Uygulamalı Deneysel Bilim ve Problem Çözme/Yöntemler 	<ul style="list-style-type: none"> • Antropoloji ve Sosyoloji, Felsefe • İnsan Coğrafyası • Tarih, Toplumdaki Kurumlar ve Gelenekler
Kendini Geliştirme ve Sosyal Zekâ	İnsan Sistemleri ve Yönetim	Dünya Dilleri
<ul style="list-style-type: none"> • İyilik/Esenlik • Kendine Güvenmek • Liderlik • Gelecek Planlama 	<ul style="list-style-type: none"> • Yönetim • Çevresel Etki Beyanları • Çevresel Kurallar/Toplum Kuralları • Çevre Üzerinde İnsan Etkisi 	<ul style="list-style-type: none"> • Yabancı Dil Kullanımı
21. Yüzyıl Becerileri		
<ul style="list-style-type: none"> • Görsel Okuryazarlık • Bilgi Okuryazarlığı • Çok Kültürlü Okuryazarlık 	<ul style="list-style-type: none"> • Küresel Farkındalık • Adaptasyon (Uyum) ve Karmaşıklık Yönetmek • Yaratıcılık 	<ul style="list-style-type: none"> • Risk Almak • Takım ve İş birliği • Kritik Düşünce • Etkili İletişim

(Think Global School adresinden tablo Türkçeye çevrilerek alınmıştır. Orijinali ekler bölümünde verilmiştir. Bkz., EK – 23.5)

Resim 23.2

Think Global School Örnek Ders Fotoğrafları (Think Global School internet adresi 2021)



Resim 23.2’de görüldüğü üzere; yaparak yaşayarak, çok kültürlü, sunum, araştırma ağırlıklı, özgün öğrenme odaklı proje tabanlı öğrenme modeli inşa edilmiştir. Öğrenciler her ortamda ve her yerde öğrenebilirler düşüncesiyle; geleneksel sınıf, internet (uzaktan eğitim), müzeler, derslikler, bilim laboratuvarları, kültür merkezleri, ulusal parklar, vahşi alanlar, deniz habitatları, pazar yerleri, şehir sokakları, kabile köyleri, tapınaklar/türbeler, üniversiteler, Birleşmiş Milletler örneği gibi pek çok mekân ya da mekânsız ortamları düzenlemişlerdir. Öğrenme ve proje içeriklerini tablet ve içeriği yönetebilecekleri bir ders uygulaması yükleyerek sürdürmektedirler. Yazılımlar, çevrimiçi kurslar, dijital kitaplardan yararlanmaktadırlar. Özel çevrimiçi portallar aracılığıyla metin tamamlama, grup etkinlikleri, video çekimleri, makale araştırmalarını paylaşmaktadırlar. Dijital araçlara uyum sağlama, salt kullanmayı öğrenme değil, değişen dünyaya teknolojik anlamda nasıl uyum sağlamaları gerektiği konusuna odaklanmaktadırlar. Teknolojik araçlar ile küresel diyaloglar kurma, dijital kolajlar, podcast, multimedya ortamları ve kameralar ile öğretimi sürdürmekte ve projelerini toplulukla paylaşmaktadırlar. Proje üretim aşamaları, öğrenme hedefleri ve günlük hayat problemlerini nasıl çözüme kavuşturduklarını birkaç başlık ile incelemek mümkündür;

Tablo 23.6. Think Global School'un Proje Tabanlı Öğrenme ve Öğretmen Liderliğinde Örnek Modüller İncelemeleri

Proje Tabanlı Öğrenme ve Öğretmen Liderliğinde Örnek Modüller		
Modül Bilgisi	Öğrenme Hedefleri	Problem Durumu ve Aktivite
Modül 1	<ul style="list-style-type: none"> • Takım Oluşturma ve İş birliği • Kritik düşünce • Etkili iletişim • İşleme ve Anlama • Orijinal Bir Parçanın Oluşturulması • Araştırma Yöntemleri • Yönetim • Çevre Hukuku • Çevresel Etki Açıklamaları • Uygulamalı Deneysel Bilim ve Problem Çözme 	<p>Problem Durumu: *..... kurumu deltasındaki vahşi yaşamı nasıl koruyor?</p> <p>Aktivite:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hayvan izlerini tanımak, Baskın türleri tanımak 2. Bitki örtüsü ve çeşitliliğini tanımak 3. Yerel koruma uzmanlarıyla çalışmak 4. Koruma verileri ve fikirler toplamak 5. Veriler ve raporlar sunulur.
	<ul style="list-style-type: none"> • Liderlik • Takım Oluşturma ve İş birliği • Aktif Okuryazarlık • Retorik • Orijinal Bir Parçanın Oluşturulması • İnsan coğrafyası • Görsel okuryazarlık • Toplumdaki Tarih, Kurumlar ve Gelenekler 	<p>Problem Durumu: E ticaret *..... Ülkesine, ekonomisine ve topluluğuna nasıl yardımcı olur/katkı sağlar?</p> <p>Aktivite:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Öğrenciler yerli bir internet sitesi kurar. 2. Topluluğa ve ülkeye özgü zanaatkarlarla çalışırlar. 3. Bireysel deneyim elde ederler. 4. Küresel ticaret hakkında bilgi toplarlar.

* noktalama işaretlerinin olduğu boşlukları random değerler verebilirsiniz.

Akademik portföy hazırlayarak; araştırma makaleleri, multimedya sunumları, filmler, sanat eserleri ve yaratıcı yazarlık gibi çeşitli akademik çıktıları da oluşturmaktadırlar. Belirlenen proje, çalışma takvimine göre süre içinde çalışmalarını tamamlayan öğrenciler, projelerini sunar ve rehber öğretmenler tarafından değerlendirilirler. Öz değerlendirme ve akran değerlendirmesinin de uygulandığı okulda öğrenciler projeleri geçtiğinde mezun olmaktadır. Kurum mezuniyet sonrası öğrencilerini takip ederek fark yaratan bireyler olmalarını, küresel bir bakış açısı kazanmalarını ve değişim yaratan bir zihniyet ile ilerlemelerini mümkün kılmaktadır.

23.7. Uzaktan Öğretimde Ölçme Değerlendirme

Öğrenmenin kalıcılığını, etkilerini, hangi düzeyde eylemi ölçtüğü, ürünü ya da sürecin şekillenme biçimini, istendik davranışların oluşma biçimleri, biliş- beceri- duyuş yönetiminin koordinasyonunu denetlemesi için ölçme değerlendirme çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır (Bozkurt, 1995). Bunun için farklı derslere, kazanım biçimlerine, etkinliklere göre ölçekler hazırlanmıştır. Proje türüne, ürün çeşidine, amaca, beceriye göre bu ölçekler ve maddeleri değişiklik göstermektedir. Sağlıklı bir uzaktan ölçme değerlendirmede; sanal ortamın güvenliği, şifreleme, erişim kolaylığı, soruların kolay okunabilir olması, net anlaşılır yönergelerin bulunması, sınav kurallarının sınav başlamadan hatırlatılması, sorudaki olumsuz ifadelerin ayrıştırılması, madde/görsel ve seçeneklerin açık-net-anlaşılır olması, yaş grubuna soru maddelerinin uygun olması, süre hatırlatıcı imgelerin olması, soru veya resimlerin sayfa yapısına uygun olması, sorular arası geçiş yönlendirmelerinin (oklar gibi) olması gerekmektedir.

Uzaktan eğitimde ölçme değerlendirme; klasik, yazılı test usulü şeklinde olabileceği gibi projeyi değerlendirme, probleme çözüm yolu geliştirme, özgün örnekleri genişleterek açıklama, inovatif fikirler geliştirme, belirlenen alanları boyama, film çekimleri, röportajlar, tasarımlar, öğrenci bulguları şeklinde de yapılandırılmıştır. Kısaca, ders alanına, kazanıma, proje içeriğine problem durumuna özgü ölçme değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir. Aşağıdaki tabloda ölçek geliştirme biçimlerine değinilmiştir.

Tablo 23.7. Ölçek Geliştirme Biçimleri (Ersoy, 2006)

Alternatif Ölçek Şablonları	Amaçlarına Göre Ölçek Türleri
1) Poster	1) Rubrik
2) Şablon Soruları	2) Akran Değerlendirme Ölçeği
3) Ağaç Diyagramı	3) Gözlem Formları
4) Kitap Özeti	4) Etkinlik Oluşturma Takip Ölçeği
5) Makale Özeti	5) Kontrol Çizelgeleri
6) İş Düzenleme Takvimi	6) Doğru Yanlış Testleri
7) Zaman Çizelgesi Oluşturma	7) Boşluk Doldurulmalı Soru Ölçeği
8) Metin Oluşturma	8) Açık Uçlu Soru Ölçeği
9) Deney/Simülasyon Çizelgesi	9) Proje Aşamaları Ölçeği
10) Beceri Çizelgesi	10) Ürün Oluşturma/Değerlendirme Ölçeği
	11) Grupla Çalışma Ölçeği
	12) Öz Değerlendirme Ölçeği
	13) İşbirlikli Çalışma Dayanışma Ölçeği
	14) Süreç Değerlendirme Ölçeği
	15) Proje Tabanlı Öğrenme Ölçeği
	16) Proje /Ürün Değerlendirme SWOT Analizi Ölçeği
	17) Bireysel Öğrenci Değerlendirme Ölçeği

23.7.1. Uzaktan Öğretimde Ölçek Geliştirme Aşamaları

Uzaktan öğretimde ölçme değerlendirme formları ölçülmek istenen hedeflere veya proje içeriklerine göre ayarlanmalıdır. Sanal testler, sanal etkinlikler; güvenilirlik ve geçerlik barındırmalıdır. Bir ölçme aracıyla ölçümler elde etme biçimine güvenilirlik, ölçülmek istenen bölümlerin tam ve doğru şekilde ölçülmesi işlemine ise geçerlilik denilmektedir. (Arslan, 2011). Güvenirlik ve geçerlilik ölçme değerlendirme işlemlerinin temel unsurlarını taşımaktadır. Bu sebeple uzaktan eğitim süresince oluşturulan değerlendirme formlarında ölçütler net biçimde belirlenmelidir. Ölçme araçları ölçülmek istenen özellikleri tam, tarafsız ve istenilen düzeyde ölçmelidir. Konu amacı, kazanımların özü, anahtar kelime, proje amaçları, maddeler, şekiller, görseller net biçimde belirlenmelidir. Bu doğrultuda bazı ölçme değerlendirme formları aşağıda verilmiştir. İlköğretim, ortaöğretim, ortaöğrenim düzeylerine göre çeşitlendirilebilir. Sanal ortamda senkron olarak öğretmenin ders sonunda ya da proje bitiminde öğrencilere vereceği Word dosyasını öğrenciler doldurabilmektedir.

Akran değerlendirmede, istenilen proje çıktılarına, kazanımlara ve etkinliklere göre ölçeklere değişebilir maddeler eklenmektedir.

Proje tabanlı öğrenme, ürün oluşturma aşamalarını ve etkinlikleri ölçen formdur. Hem akran hem de öz değerlendirme birlikte ele alınmıştır. Tabloya göre öğrenci öz değerlendirme, öz yönetim, öz performans aşamalarını ölçmektedir. Bunun yanı sıra arkadaşlarının performanslarını da ölçerek değerlendirme yapmaktadır.

Sanal ortamlarda yansıtılan bu ölçek, (EBA platformuna yüklenebilir/içerik üretme sistemi ya da V fabrika ile oluşturulabilir) çoktan seçmeli boşluk doldurmalı ya da doğru yanlış testleri şeklinde de değiştirilerek kullanılabilir.

23.8. Sonuç ve Öneriler

Araştırma proje temelli öğrenme ile uzaktan eğitim modeli durumlarını açıklamalı olarak ele almıştır. Çeşitli web 2.0 araçlarıyla dersleri senkron olarak etkileşimli bir planda yürütmenin imkânları aktarılmıştır. Ders akış süreci genellikle proje tabanlı öğrenme modeline göre düzenlenmiştir. Bu süreçte; plan oluşturma süreçleri, verimli plan içerikleri ve ölçme değerlendirme formları ile örnek uygulamalara yer verilmiştir.

23.9. Kaynakça

AnimakerInc. (2021). *Animaker/Video yapımının geleceği burada başlıyor.* <https://www.animaker.com/>

Arslan, M. (2011). *Ulaknet 2011 Çalıştayı Uzaktan Eğitim Sunumu.* ss.3-20, <https://ulakbim.tubitak.gov.tr/sites/images/Ulakbim/uzaktan.egitim-muhammet.arslan.pdf>

- Ardsteps. (2021). *Kendi VR serginizi yapın*. <https://www.artsteps.com/>
- AutodeskTinkercad. (2021). *Birkaç dakikada akıldan tasarlama*. <https://www.tinkercad.com/>
- Bell, K. (2021). *Bleended Learning with Google for School Leaders*. 8-25.
- Beyazpano. (2021). *Beyaz pano*. <https://www.beyazpano.com/>
- Bozkurt, B. (2021). *John Dewey (1859-1952)*. Atatürk Ansiklopedisi. [https://ataturkansiklopedisi.gov.tr/bilgi/John_Dewey_\(1859-1952\)](https://ataturkansiklopedisi.gov.tr/bilgi/John_Dewey_(1859-1952))
- Bozkurt, E. (1995). Eğitimde değerlendirmenin gerekliliği. *Eğitim yönetimi*, 1(4), 1-17. <https://www.pegem.net/dosyalar/dokuman/1062-20120207134637-bozkurt.pdf>
- Canva. (2021). *Tasarlayın, iş birliği yapın, paylaşın*. https://www.canva.com/tr_tr/
- Canvas. (2021). *Canvassanal sınıf*. <https://canvas.apps.chrome/>
- Carman, M. J. (2002), *Blended learning design: five key ingredients*, 2-6. https://web.archive.org/web/20071029051258/http://www.knowledgenet.com/pdf/Blended%20Learning%20Design_1028.PDF
- Condliffe, B. Quint, J., Visher, M., & Bangser, M. (2017). *Project- Based Learning A Literature Review*, 30-35, https://www.mdrc.org/sites/default/files/Project-Based_Learning-LitRev_Final.pdf
- Çam, A. (2019). *Multidisipliner ve İnterdisipliner Yaklaşım*. <https://medium.com/t%C3%BCrkiye/multidisipliner-ve-i%C8%7nterdisipliner-yakla%C5%9F%C4%B1m-6cf36e690eaf>
- Demiral, Ü. (2015). Proje tabanlı Öğrenme-Öğretme Yaklaşımı. G. Ekici. (Ed.) *Etkinlik Örnekleriyle Güncel Öğrenme-Öğretme Yaklaşımları II*. (1.Baskı). (ss. 460-501). Ankara: Pegem Akademi.
- Dunbar B. (2021). *K-12 Eğitimcileri için STEM kaynaklarını keşfedin*. 12 Haziran 2021, Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi/NASA. <https://www.nasa.gov/stem/foreducators/k-12/index.html>
- Dunbar B. (2021). S.May. (Ed.). *Nasakid'sclub*. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi/NASA. <https://www.nasa.gov/kidsclub/index.html>
- Erdem, M. (2002). *Proje Tabanlı Öğrenme.Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 22,172- 179. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/87910>

Ersoy, A. (2006). *İlköğretim Beşinci Sınıfta Teknoloji Destekli Proje Tabanlı Öğrenme Uygulamaları*. (Yayınlanmış Doktora Tezi). Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Ferguson, L. (2021). *Using Video to Give Students Personalized Feedback*. <https://www.edutopia.org/article/using-videos-give-students-personalized-feedback>

Fritzing. (2021). *Elektronik kolaylaştı*. <https://fritzing.org/projects/>

Google Classroom (2021). *For education*. https://edu.google.com/intl/tr_ALL/

Google Jamboard. (2021). *Jamboard'la öğrenime canlılık kazandırın*. <https://edu.google.com/intl/tr/products/jamboard/>

Günbatar, S.M. (2017). Web destekli eğitim. S. Şahin (E.d.), *Eğitimde Bilişim Teknolojileri* (3. Baskı) içinde (s.433-438). Ankara: Pegem Akademi.

Haliloğlu Tatlı, Z. (2005). *İlköğretim II. kademe bilgisayar ders müfredatına proje tabanlı öğretim yöntemiyle yeni bir yaklaşım*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi.

Mozaik Education. (2021). İnsan Vücudu (erkek) *İnteraktif eğitici 3B APK*. <https://apkdownloadforwindows.com/tr/app/com.rendernet.humanmale/>

Jain, S. (2017). *7 Ways To Integrate Technology For Successful Project- Based Learning*. <https://elearningindustry.com/7-ways-integrate-technology-successful-project-based-learning>

Karaman, S. ve Kurşun, E. (2020). *Uzaktan Öğretimde Canlı Ders Uygulama İlkeleri ve Örnekleri*. http://uzem.bingol.edu.tr/media/8974/canli_ders_e-kitap.pdf

Khan Academy TR. (2021). *Khan Academy*. <http://www.khanacademy.org.tr/>

Learning Apps. (2021). *Learning Apps.org*. <https://learningapps.org/>

Makeblock. (2021). *Kodla yap*. <https://mblock.makeblock.com/en-us/>

Maps3D. (2019). *3B haritalar oluşturun*. <https://maps3d.io/blog>

Microsoft Teams. (2021). *Eğitim için Microsoft Teams*. <https://www.microsoft.com/tr-tr/education/products/teams>

Mindmeister. (2021). *Zihin haritaları kavramları ne işe yarar?* <https://www.mindmeister.com/1064687431/zi-hi-n-kavram-hari-talari-ne-i-e-yarar>

- Miro. (2019). *Miro: Whiteboardfor Collaboration*.
<https://chrome.google.com/webstore/detail/miro-whiteboard-for-colla/opfmbdmhambgleempeofcjhjclimccg?hl=tr>
- Moodle. (2021). *Moodle*. <https://moodle.org/?lang=tr>
- Mutlu, E. M. (2019, 22 Ocak). *Teknolojik devrimler*.
<https://www.slideshare.net/memutlu/teknolojik-devrimler>
- NASA/Erickson, K. (2021). *Nasa Space Place*. 12 Mayıs 2021. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi/NASA. <https://spaceplace.nasa.gov/menu/play/>
- NoteApp. (2021). *Team collaborationsimplified*. <https://noteapp.com/>
- Önal, N. (2017). E öğrenme ortamları. S. Şahin (Ed.), *Eğitimde bilişim teknolojileri*. (3.Baskı) Ankara: Pegem Akademi
- Padlet. (2021). *Padlet*. <https://tr.padlet.com/>
- Penzu. (2021). *Penzu, ücretsiz dergi oluşturma*. <https://penzu.com/>
- Perculus. (2019). *Eğitim her yerde her zaman*. <https://www.perculus.com/>
- Saralar-Aras, İ. (2021a). Esnek Öğrenme Alanlarında Proje Tabanlı Öğrenme. S. H. Eral & İ. Saralar-Aras (Eds.), *Kuramdan Uygulamaya Geleceğin Sınıfını Tasarlama* (s. 46-53). Ankara, Türkiye: Millî Eğitim Bakanlığı D.S.İ./ Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2021_03/15171047_Kitap_final.pdf
- Saralar-Aras, İ. (2021b). Esnek Öğrenme Alanlarında STEAM Eğitimi. S. H. Eral & İ. Saralar-Aras (Eds.), *Kuramdan Uygulamaya Geleceğin Sınıfını Tasarlama* (s. 59-66). Ankara, Türkiye: Millî Eğitim Bakanlığı D.S.İ./ Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2021_03/15171047_Kitap_final.pdf
- Sebit Eğitim ve Bilgi Teknolojileri A.Ş. (2021). *V Fabrika*, 11 Haziran 2021, <https://www.vfabrika.com/>
- Skype. (2021). *Skype'ta anında toplantı*. <https://www.skype.com/tr/>
- Ted Ed. (2021). *Want a dailyemail of lessonplanstahatspan all subjects and age groups?* <https://ed.ted.com/lessons?direction=desc&sort=featured-position>
- Think Global School, (2021). *Think Global School*. <https://thinkglobalschool.org/>

Think Global School. (2021). *WelcometoOurEducationalJourney*. <https://thinkglobalschool.org/academics/an-educational-journey/>

Think Global School. (2021). *A World-Class Educationfor a Changing World*. <https://thinkglobalschool.org/academics/the-changemaker-curriculum/>.

Türk Dil Kurumu, (b.t.). *Türkçe Sanal Sözlük*. <https://sozluk.gov.tr/>

Trello. (2021). *Trello, Takımların ilerleme kaydetmesine yardımcı olur*. <https://trello.com/>

Voki. (2021.) *SpeakingCharactersforeducation*. <https://1-www.voki.com/>

Zoom. (2021). *Zoom*. <https://zoom.us/>

Ek 23.1. Form 1: Proje Tabanlı Öğrenme ile Oluşturulan Ders Plan İçerikleri Kriterleri Formu

Proje Tabanlı Öğrenme ile Oluşturulan Ders Plan İçerikleri Kriterleri Formu



1) İçeriğin Önemine Odaklanmak

Konu ile ilgili temel kavramlar, beceriler, önemli bilgi ve öğretilere odaklanmalıdır.

2) 21. Yüzyıl Becerileri Geliştirilmeli

- Bilgi Okuryazarlığı
- Medya Okuryazarlığı
- Bilgi ve İletişim
- Esneklik/ Uyum
- Girişimcilik/Öz Yönetim
- Sosyal ve Kültürlerarası Beceriler
- Üretkenlik ve Sorumluluk
- Liderlik
- Problem Çözme
- Eleştirel Düşünme/Kritik Düşünme
- İnovasyon
- İş birliği/İletişim
- Yaratıcılık

3) Derinlemesine Düşünme ve Sorgulama Becerisi

Araştırma geliştirme, bilgi toplama, veri toplama, hipotez kurma, değişkenleri tanıma/ayırma, soru sorma, deney yapma, malzeme ve maddeleri doğru amaca uygun kullanmalıdır.

4) Problemi Açıklama Yönlendirme Soruları

Öğretmen rehber olarak öğrencileri soru cevaplar, açık uçlu düşündürücü metinler ile keşfetmeye teşvik etmelidir.

5) Bilme İhtiyacı Oluşturma

Proje problemi günlük hayatta hangi sorunlara çözüm getirecek, bu proje ile hangi bilgileri edinip nerelerde kullanacağız, kavramlar ve beceriler neden önemli, bu konuyu neden öğreniyoruz sorularına yanıt aranmalıdır. Öğrenciler projeye bu yanıtları bulma ihtiyacı ile başlamalı merak duygusu ilgi ve tutumlar geliştirilmelidir. İraksak ve yakınsak düşünme alanları desteklenmelidir.

6) Proje Geliştirme Basamakları

Ürünler, hipotez, araştırma, veri toplama, karar alma konularında yönergeler doğrultusunda teşvik edilmeli ve esnek davranılmalıdır.

7) Geri Bildirim/Dönüt/Düzeltilme

Öğrencilerin dikkat etmesi gereken bölümler hatırlatılmalı, açıklamalar, yanlış öğrenmeleri düzeltme, öğrenileni pekiştirme işlemleri yapılmalıdır.

8) Proje Çıktılarının Raporlaştırılması

Öğrenciler topladıkları verileri sanal ortam sınıflarında veya word (Microsoft Office programları) dosyasında birleştirmelidir. Proje aşamaları kayıt altında tutulmalıdır.

9) Proje Sunumları/Değerlendirme

Sanal sergi alanlarında proje ürünleri veya portfolyo dosyaları sınıf arkadaşlarına veya halka açık alanlarda senkron ya da asenkron olarak sunulmalıdır. Özgüven gelişimi, öz yeterlilik becerileri için bu süreç mutlaka gerçekleşmelidir. Diğer grup üyeleri, izleyiciler de yorum yapma ve değerlendirme, düzeltme, yineleme imkânı bulmalıdırlar. Empati kurma, eleştirel düşünme fırsatı verilmelidir.

SÜREÇ TOPLAMI

(Değerler sayılarak toplanır, buna göre proje sürecinin sağlıklı olup olmadığı çözümlenir)

Ek 23.2. Form 2: Örnek Proje Tabanlı Öğrenme Formu

İsim:

Tarih:

Konu/Başlık:

Ünite:

Proje Başlığı/Problem Durumu:

Proje Hipotezi/Günlük Hayat Problemi:

Proje İçin Planlanan Süre:

Bu Projede Neler Öğrenilecek/Araştırılacak?

Proje Araştırmasının Nedeni Nedir, Hangi Sorulara Çözüm Aranacak?

Proje Üretimi İçin Gerekli Materyaller/Malzemeler/Sanal Ortamlar Neler?

Proje Üretimi Hangi Beceri ve Öğrenme Alanlarına Katkı Sağlayacak?

Proje Sonucundan Beklentilerimiz Neler?

Proje Raporları Hazırlıklarını Belirtiniz.

Proje Hangi Ortamlarda Sunulmalıdır? Senkron ya da Asenkron Sunumları Sıralayınız.

Proje Değerlendirme /Akran Değerlendirme/Öz Değerlendirme Süreçleri Yapılmalıdır.

Ek 23.3. Form 3: 5E Modeline göre Proje Tabanlı Öğrenme Metodu

5 E Öğrenme Modeline Uygun Proje Tabanlı Öğrenme Metodu

Aşamalar	Açıklama	Aktiviteler
Giriş	▪ Öğrencilerin ilgisini çekmek, soru sormak	I. Sanal oyunlar (NASA oyunları)
	▪ Eleştirel düşünmeye teşvik etmek	II. Görseller/sunumlar/video/ses
	▪ Ön bilgileri ortaya çıkarmak	III. Farkına varma
	▪ Problem cümleleri	IV. Günlük hayat problemi bulma, yönlendirme (renkler nasıl oluşur, su neden şeffaftır, top neden zıplar, kuşlar neden uçar, telefon nasıl çalışır, elektrik nasıl oluşur, bazı insanlar neden gözlük takar, su neden 100 C°'de kaynar, bazı kayalar beyaz bazıları neden koyu renklidir, neden boyumuz uzar, kar/yağmur neden yağar, dijital panolar nasıl çalışır?)
	▪ Merak duygusu ve araştırma isteği uyandırma	
Keşif	▪ Soruşturma, sorgulama neden bulma	I. Araştırma hipotezi kurma
	▪ Öğretmen rehberlik yapar, yönlendirir	II. İşbirlikli takımlar oluşturma/truva/istasyon kümeleri
	▪ Tartışma- araştırma ortamları oluşur	III. Uygulamaya geçiş aşamalarına hazırlık
	▪ Birlikte çalışma alanları oluşur	IV. Örnek modellerin incelenmesi
	▪ Etkileşim alanları oluşur.	V. Bilim insanları, yazarlar, şairlerin hayat hikâyeleri
		VI. Hipotezi destekleyen metinler, veriler, bilgiler bulma
		VII. Çalışma metodu geliştirme, rota bulma
		VIII. Proje aşamalarını kavrama

Açıklama	<ul style="list-style-type: none">▪ Önemli terimler açıklanır▪ Konu araştırmaları, incelemeler▪ İlişkilendirme, bağlam kurma, organize etme süreçlerini düzenler▪ Keşfettiklerini çözüme ulaştırmak için gerekçe sunar.	<ol style="list-style-type: none">I. Hipotezi açıklayıcı videolar, sunumlar hazırlamaII. Problem duruma yönelik kelime grupları, kelime-terim havuzu oluşturma (Mentimeter-MindMap AR-Expeditions)III. Problem notlarına derleme, toplama, ekleme, çıkarmalar yapmaIV. Deney, gözlem, şablon oluşturmaV. Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ortamlarında çalışmalar yapmaVI. Proje geliştirme aşamalarının önemini fark etmeVII. Proje öğrenme iskelesi, dayanaklandırma çalışmaları yapma
Derinleştirme	<ul style="list-style-type: none">▪ Yeni durumlara özgü kavram bulma▪ Konuyu içeriği genişletme▪ Ürün oluşturma sürecidir▪ Bilgiyi günlük yaşamda kullanır▪ Konu derinlemesine açıklanır.	<ol style="list-style-type: none">I. Probleme çözüm bulma eylemiII. SorgulamaIII. Yaratıcı özgün çözümler geliştirmeIV. Proje aşamalarını çözüme götürmeV. Ürün oluşturmaVI. Beceri - değer öğrenmeVII. Proje raporlarının oluşturulması
Değerlendirme	<ul style="list-style-type: none">▪ Öğrenci gösterimleri, sunumları değerlendirilir▪ Akran değerlendirme/öz değerlendirme ölçekleri kullanılır▪ Çoktan seçmeli test, açıklamalı sorular, doğru yanlış sorular sorulabilir	<ol style="list-style-type: none">I. Probleme çözüm sunan ürünler sergilenir.II. Proje sunumları senkron asenkron ortamlarda düzenlenirIII. Proje ürününü tanıtmayaIV. Ürün değerlendirmesinde bulunulmasıV. Ürünler hakkında rubrikler, gözlem çizelgeleri, kontrol çizelgeleri, deney aşamaları çizelgelerinin oluşturulması ve kontrolünün sağlanmasıVI. Öğrenme çıktıları değerlendirilmesi

VII. Öz değerlendirme, akran ya da grup değerlendirmeleri

Ek 23.4. Form 4: Ders planı örneği

Ders Planı:

Süre/Hafta/Tarih:

Öğrenme Alanı:

Proje Başlığı:

Kazanımlar:

Multidisipliner Yaklaşım Alanları	Aktiviteler/ Etkileşim/ Etkinlik	Aktivite İçerikleri/ Etkileşim/ Etkinlik İçerikleri	Malzemeler Metotlar Yöntemler
--	---	--	--

Sanat

Matematik

Fen Bilimleri

Teknoloji

Türkçe

İngilizce

Okuma

Mühendislik

Sunum

Değerlendirme

Ek 23.5. Öğrenme hedefleri (Learning targets)

Language Arts <ul style="list-style-type: none"> • Processing and Comprehending • Active Literacy • Rhetoric 	Interpretation and Expression <ul style="list-style-type: none"> • Creation of Original Piece • Interpretation 	Mathematical Reasoning and Modelling <ul style="list-style-type: none"> • Discrete Mathematics • Statistics and Probability • Functions and Algebra • Geometry
Inquiry and Research Design <ul style="list-style-type: none"> • Research Methods 	Applied Science and Technology <ul style="list-style-type: none"> • Scientific Concepts • Applied Experimental Science and Problem Solving/Methods 	People and Cultures <ul style="list-style-type: none"> • Anthropology and Sociology • Human Geography • History, Institutions, and Traditions in Society • Philosophy
Self-Development and Social Intelligence <ul style="list-style-type: none"> • Well-Being • Self-Reliance • Leadership • Future Planning 	Human Systems and Stewardship <ul style="list-style-type: none"> • Stewardship • Environmental Impact Statements • Environmental Law • Human Impact on Environment 	World Languages <ul style="list-style-type: none"> • Foreign Language Use
21st Century Skills		
<ul style="list-style-type: none"> • Visual Literacy • Information Literacy • Multicultural Literacy 	<ul style="list-style-type: none"> • Global Awareness • Adaptability/Managing Complexity • Self-Direction • Creativity 	<ul style="list-style-type: none"> • Risk-Taking • Teaming and Collaboration • Critical Thinking • Effective Communication

(<https://tgsthinkglobal.staging.wpengine.com/what-are-learning-targets-at-tgs/>)

Ek 23.6. Akran değerlendirme ölçeği (Ersoy, 2006).

Akran Değerlendirme (Bireysel/Grup) Formu (Akran Değerlendirme Ölçeği)

Adı Soyadı:

Sınıf:

Tarih:

Sanal ortamda öğretmen tarafından paylaşılan form senkron olarak tarafsız biçimde doldurulmalıdır. Tüm grup üyelerinin performansı dikkat edilerek değerlendirme yapılmalıdır.

DEĞERLER: 1: Çok Düşük 2: Düşük 3: Orta 4: Yüksek 5: Çok Yüksek **Toplam sonuç/puan**

Nitelik/özellikler

Katılımcılar grup kararlarına uydu mu?

Grup veya üyeler yardımlaştılar mı?

Gruba kendi fikirleri veya araştırmaları ile katkı sağladılar mı?

Çalışma için yeteri kadar verimli zaman harcadılar mı?

Çalışma eşit biçimde dağılmış ve tamamlanmış mı?

Toplam sayı

Ek 23.7. Akran değerlendirme formu (Ersoy, 2006).

Akran Değerlendirme (Bireysel/Grup) Formu Akran ve Öz Değerlendirme Ölçeği

Adı Soyadı:

Sınıf: Tarih:

Proje/ Etkinlik Başlığı/ Ölçülen Alan:

Ders/ proje:

Sanal ortamda öğretmen tarafından paylaşılan form senkron olarak tarafsız biçimde doldurulmalıdır. Tüm grup üyelerinin performansı dikkat edilerek değerlendirme yapılmalıdır.

No	NİTELİK/DEĞERLER	Öz/Kişisel Değerlendirme	1: Çok Az	2: Orta Düzey	3: Çok Gelişmiş Düzey	TOPLAM SONUÇ
----	------------------	--------------------------	-----------	---------------	-----------------------	--------------

1. Sanal grup toplantılarına katılım sağlandı.
2. İsteyerek kabul edilen görevlerde yer alındı.
3. Grup kararlarına isteyerek katkıda bulundu/bulundum.
4. Çalışmaları zamanında bitirdim/bitirdi.
5. Alternatif çözümlerle probleme katkı sağladım/sağladı.
6. İşbirlikli olarak diğer üyelere veya çalışmalara yardım ettim/etti.
7. Çalışmayı doğru şekilde tamamladım/tamamladı.
8. Adil şekilde çalışma içeriklerini ve bilgileri diğerleriyle paylaştı/paylaştım.
9. Genel olarak takımın değerli bir üyesiydi/üyesiyim.
10. Proje ve içerikleri sundu/sunuldu.

TOPLAM SAYI

Ek 23.8. (Ersoy, A.2006).

Bireysel/ Öz Değerlendirme Ölçeği

Ders/Alan/Proje:

Adı soyadı:

Sınıfı

Tarih:

No Kriterler:

- | | 1. Zayıf | 2. Nadir | 3. Yeterli | 4. Sürekli | Aşağıdaki maddelerden size uygun olanları yuvarlak içine alarak ve yandaki kıstaslara göre doldurunuz. |
|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| 1. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | İşbirliğine uygun şekilde çalışmada yer aldım. |
| 2. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Göreve ve projeler için önemli öneri ve görüşlerle (örneklerle) katkı sağladım. |
| 3. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Bağımsız olarak projeye ait bilgi ve araştırmalar keşfettim. |
| 4. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Proje maddelerinden istenilenleri tam ve eksiksiz yerine getirmeye çalıştım. |
| 5. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Grup tartışmalarına empati ile yaklaştım. |
| 6. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Konu ve içerik tartışmalarını tarafsız adil şekilde ele aldım. |
| 7. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Proje raporu hazırlanmasına katkı sağladım. |
| 8. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Kazanım ve konuya ait ortak sanal platformlarda görüş sağladım/katkı sağladım. |
| 9. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Verilen görevleri zamanında tamamladım. |
| 10. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Kazanıma ait sunu/ürün/proje/belgesel/metin/kompozisyon/deney tasarlayıp sundum. |

Sonuç/ Puan:

BÖLÜM 24: 5E MODELİ, DERS PLANI VE SENARYO YAZIM AŞAMALARI

Serkan TOPBAŞ, Pınar ALTINKAYA, Nurhan BOYACIOĞLU,

Funda TALAY, Cem MORAN & Nalan YAVUZ

Bölüm Özeti: STEM eğitimi günümüzde Türkiye’de sıklıkla başvurulan bir kapı haline gelmiştir. Bu eğitim kullanılırken dersler ve senaryolar farklı şekillerde hazırlanabilir. Kullanılabilecek yöntemlerden bir tanesi de 5E modelidir. Bu bölüm 5E modelini açıklamakta, bu model kullanılarak ders planı ve senaryo yazım aşamalarını aktarmaktadır. Bu aşamaların teorik olarak anlatımının yeterli olmayabileceği düşüncesi ile ders planı ve senaryo örnekleri de verilmiştir.

24.1. Giriş

İnsan yaşamını karmaşık hale getiren problemler ve bu problemlerin kaynağı, bilim tarihi boyunca araştırmalar arasında önemini sürdürmektedir. Bilim insanlarının bir probleme çözüm bulurken, başka problemlerin ortaya çıkması sürekli olağan bir durumdur. Bu doğrultuda bilimsel süreç becerilerinin hayatımızın her alanında karşımıza çıkması kaçınılmazdır.

Teknolojik gelişmelerin artışı ile yenilenebilir ve geliştirilebilir bilgilerin bilim dünyasında aktifleşme süreci uzamaktadır. Eğitim programlarının, felsefelerinin, hedeflerinin, içeriklerinin ve öğretim yöntemlerinin etkilenmesinde küreselleşme ve Avrupa Birliği’ne uyum süreci de etkili olmuştur. Bilinenden bilinmeyene aktarılan geleneksel öğretim yöntemlerinden, bireyin kendi gözlemleri, yaşantıları ve akıl süzgeçleriyle bilgiye ulaştığı yapılandırmacı yaklaşıma geçilmiştir.

Yapılandırmacı yaklaşımında, var olan bilgiyle araştırmalar aracılığıyla daha zengin bilgilere ulaşma söz konusudur. Bilgi ve teknoloji okuryazarı, yaratıcı, eleştirel bakış açısına ve problem çözme becerisine sahip bireylerle donanımlı bir toplum, şüphesiz bilim çağının gereksinimidir (Bybee ve Morrison, 2010). Bununla birlikte, eğitim programlarının teknoloji ve aydınlanmaya ayak uydurabilmesi önemlidir. Bu süreçte bireylerin bilimsel düşünme

gücüne sahip olma ve bunları yaşama empoze edebilme ihtiyacı, eğitimcilerin de bunu sağlayabilecek açılımlara yönelmesini zorunlu kılmıştır. (Bıyıklı ve Yağcı, 2014) Bu bağlamda fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin günlük yaşama entegre edilerek ilişkilendirilmesi, yani STEM eğitimi yaklaşımı ön plana çıkmaktadır.

STEM yaklaşımı, yaratıcılığı ve çok yönlü düşünmeyi, temel disiplinlerle bir arada sunarak eğitime hizmet eder. Bu sayede gençlere, yeni teknolojiler ve fikirler ortaya koyabilmesi için bir ilham kaynağı olur. Motive olan öğrenciler, uygulama ve yenilik odaklı, sorgulamaya dayalı bir öğretim çerçevesinde öğrenme fırsatı bulurlar. STEM eğitimi, bilgiyi uygularken kavramların anlaşılmasına önem verir. Amaç, “yeni bilgiyi deneyimlerken keşif yapmak” şeklinde özetlenebilir. 2001 yılında ortaya çıkan STEM eğitimi, bu vizyona yönelik çalışmalarla her geçen gün kapsamını genişletmektedir.

Amerika, Güney Kore, Çin, Avusturya gibi ülkelerde uygulanmakta olan STEM eğitimi, birçok ülkenin beş yıllık strateji planına dahil olmuştur (Gülgün, Yılmaz ve Çağlar, 2017). Bu strateji planlarına dahil edilmesinin sebepleri arasında; STEM eğitiminin TIMSS/PISA sınav başarı oranlarını artırması, günlük yaşam sorunlarının sebeplerini analiz ederek problem çözme yetkinliklerini geliştirmesi, ekonomik ve teknolojik ilerlemelere katkıda bulunması, okul becerilerinin sanayide ve üretimde işlerlik kazanmasında etkili olması bulunmaktadır (MEB, 2016). Bununla birlikte STEM etkinliklerinde öğrencilere aktarılan mesleki eğitim bilgileri, 21. yüzyıl becerilerinin gelecekteki hedeflerine ulaşmasında, STEM konularına gösterilen ilginin yüksek düzeyde olması da STEM’in etkilediği alanı genişleterek bilim okuryazarı ve araştırmacı bireyler yetişmesinde önem arz etmektedir (American Institute of Physics, 2015; Banks ve Barlex, 2014; Dugger, 2010; Thomas, 2014; Yıldırım, 2016). Bu nedenlerden dolayı ülkeler gelecek yatırımlarını göz önünde bulundurarak, stratejik planlarını ve eğitim sistemlerini değiştirme ve geliştirme ihtiyacı hissetmektedir. Bu değişim de öğretmen eğitimlerinden başlamakla mümkün olmaktadır. Çünkü STEM’in içeriğine uygun olarak doğru bir öğretim programı ile çalışabilmek için, STEM eğitimi alan bilgisine sahip öğretmenlere ihtiyaç duyulmaktadır. Öğretmenlerin bu amaçla iyi bir entegrasyon bilgisine, alan ve bağlam bilgisi gibi dersi yönlendirici ve düzenleyici yeteneklere sahip olması, STEM etkinliklerinin etkili bir şekilde amacına ulaşmasını hızlandıracaktır. Ayrıca pedagoji bilgisine sahip olmak ve öğrenme-öğretme süreçlerine hâkim olmak, STEM eğitimine önemli bir katkı sunacaktır. Bu doğrultuda 2004 yılında yeni bir fen ve teknoloji dersi öğretim programının oluşturulması kararına varılmıştır (Kutlu, 2005).

Karmaşık yapılı, soyut kavramlar içeren ve içeriğine çevre ve teknoloji boyutları eklenen fen ve teknoloji dersi, öğrencilerin bazı kavramları anlamalarında zor gelebilir (Özsevgeç, 2007). Öğrenciler bu kavramları yorumlarken yanlışlara düşerek, kavramların içeriğini anlamada zorlanabilir. Yapılan çalışmalarda öğrencilerin fen kavramlarında çeşitli yanlışlara sahip oldukları (Köse ve Özsevgeç, 2007; Tekkaya ve Balcı, 2003; Yeğnidemir, 2000) ve soyut fizik kavramlarında bu yanlışların daha yoğun olduğu belirtilmiştir (Aydoğan

vd, 2003; Çepni vd, 2001; Eryılmaz, 2002; Hardal ve Eryılmaz, 2004; Küçüközer, 2004). Kavram yanlışlarının en aza indirgenerek yapılandırmacı öğrenme teorisine dayanan ve anlamlı öğrenme imkânı sunan yöntemlerden biri 5E öğrenme modelidir (Ayas, 1998; Çepni vd, 2001; Saka,2006).

STEM uygulamaları sırasında kullanılabilen 5E öğrenme modeli; bilimsel süreç becerilerine odaklı, yapılandırmacı öğrenme anlayışına dayalı, eğitimde problem çözme unsurunu öne çıkarması (Öztürk, 2008) nedeniyle, öğretimin düzenlenmesi ve eğitimin tasarlanması için kullanılan önemli bir yol haritasıdır. (Bıyıklı ve Yağcı, 2014) Bu öğrenme modeli Rodger Bybee tarafından geliştirilmiştir.

24.2. 5E Modeli ve STEM

5E öğrenme modeli, temelini ilerlemeci eğitim felsefesini oluşturan yapılandırmacı öğrenme anlayışına dayanmakta olan bir modeldir (Yıldırım, 2020). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımında, bireyin kendisine aktarılan bilgileri olduğu gibi kabul etmek yerine bilgiyi yorumlayarak, sorgulayarak ve araştırarak anlamlı bir şekilde bu yapılandırılma sürecine etkin olarak katılması söz konusudur (Ergin, 2006; Çetin ve Günay, 2010; Selvi ve Yıldırım, 2018). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımında olduğu gibi STEM eğitiminde de bireylere eleştirel düşünme, etkili iletişim, yaratıcılık, iş birliği becerileri ile derinlemesine öğrenme, günlük yaşamda karşılaşılan problemleri çözebilme ve bilimsel olarak düşünme becerilerinin kazandırılması amaçlanmaktadır (Selvi ve Yıldırım, 2018). Bu anlamda STEM aktivitelerimizi bir öğrenme modeliyle yapılandırma ihtiyacı, kaçınılmaz bir koşul olarak karşımıza çıkmaktadır. 5E Öğrenme Modeli; Giriş, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme ve Değerlendirme aşamalarıyla bu yapılandırmada öğretmenlere önemli kolaylıklar sağlayacak bir model olmaktadır.

24.3. 5E Modelinin Tanımlanması

Etkili ve verimli öğrenme ortamlarını oluşturabilmek için öğretme modellerine ihtiyaç vardır. Stem eğitiminin uygulanmasında farklı modeller kullanılmaktadır (Yıldırım, 2017). Selvi ve Yıldırım'ın (2018, s. 208) belirttiği şekilde "5E modeli de bu öğrenme modellerinden biridir. Bu model Carroll'un okulda öğrenme modeline dayanmaktadır. Öğrencinin problem durumuna ait konuyu anlamasına, araştırma yapmasına, bilgiyi keşfetmesine, öğrendiği bilgiyi yeni ve farklı durumlara uygulamasına imkân sağlamaktadır (Bybee, 1997; Ergin, 2006; Bybee, 2010; Martin, 2006; Öztürk, 2008). Bu öğrenme modeli beş basamaktan oluşur. Sırasıyla:

- Giriş (Engage),
- Keşfetme (Explore),
- Açıklama (Explain),

- Derinleştirme (Elaborate)
- Değerlendirme (Evaluate)'dir".

5E öğrenme modelinin giriş aşamasında, öğrencilerin dikkati çekilerek ön bilgilerin harekete geçmesi için sorular sorulmalıdır. Keşfetme aşamasında, öğrencilerin konuya ilişkin araştırma yapmaları sağlanmalıdır. Açıklama aşamasında, öğrencilerin ulaştıkları bilgilerden yola çıkarak konu öğretilmelidir. Derinleştirme aşamasında, STEM entegrasyonu sağlanmalıdır. Değerlendirme aşamasında ise problem durumu üzerinden disiplinler arası geçiş yapılarak ortaya çıkan ürünün değerlendirilmesiyle birlikte hem süreç hem de sonuç odaklı değerlendirme yapılmalıdır.

Engage (Giriş-Dikkat çekme): 5E öğrenme modelinin ilk aşamasında problem durumundan yola çıkarak öğrencilerin konu üzerine dikkat ve ilgileri çekilmeye çalışılır. Bu aşamada öğrencilerin ön bilgilerini de kullanmalarına imkân sağlanır (Çepni, 2018; Selvi ve Yıldırım, 2018).

Explore (Keşfetme-Araştırma): Öğrenmenin bu aşamasında, öğrenciye gözlem yapma, deneyler planlama ve düzenleme, elde ettiği verileri değerlendirme, grafik oluşturma gibi fırsatlar verilerek konu ile ilgili araştırmalar yapmaları sağlanmalıdır (Selvi ve Yıldırım, 2018).

Explain (Açıklama): Bu aşamada öğrenciye modeller, kuramlar ve yasalar gösterilir. Öğrencilerin bu modeller, yasalar ve kuramlar üzerinden genellemelere ulaşmalarına rehberlik edilir (Selvi ve Yıldırım, 2018).

Elaboration (Derinleştirme-Transfer Etme): 5E öğrenme modelinin bu aşamasında, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri kullanarak yeni durumlara transfer etmeleri ve günlük yaşamla ilişkilendirerek yeni sorular sormaları istenir (Selvi ve Yıldırım, 2018).

Evaluate (Değerlendirme): Değerlendirme yapılırken sürece ve sonuca yönelik değerlendirme yapılmalıdır (Cemal Bıyıklı, 2014; Senemoğlu, 2013). 5E öğrenme modelinin uygulama aşamalarında süreç ve sonucun değerlendirilmesi yapılmalıdır. Değerlendirmelerde geleneksel ölçme değerlendirme ve alternatif ölçme değerlendirme yaklaşımlarının kullanılması önemlidir (Bybee, 1997; Selvi ve Yıldırım, 2018).

24.4. 5E Modeli ile Öğrenmenin Önemi

Akademik çevreler tarafından öğrenmenin çeşitli tanımları yapılmıştır. Öğrenme, bireyde meydana gelen davranış değişikliğidir (Senemoğlu, 2012). Öğrenme süreci içerisinde bireyler çeşitli şekillerde, etkileşime girerek kazanımlar elde ederler.

Son yapılan araştırmalar öğrencinin etkin olduğu öğrenme modellerinde etkili bir öğrenmenin gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Geleneksel öğretim yöntemlerinde öğretmen aktif ve bilgileri öğrencilere hazır sunarken, etkin öğrenme modellerinde öğrenciler pasif değil

fikir üreten, tartışan, gözlemleyen, problem çözen, önceki yaşantıları ile ilişki kuran, iş birliği yapan, yaparak yaşayarak öğrenen konumdadır. 5E öğrenme modelinde de öğrenciler aktiftir ve bu model etkin öğrenme modelleri içerisinde yer alır.

5E öğrenme modeli öğrencilerde merak duygusunu artırıp, onları araştırma yapmaya sevk eder. Daha önce bilinenler, yeni bilgilerle ilişkilendirilince daha iyi öğrenilmektedir (Martin, 2000).

5E modeli öğrencinin derste aktif rol almasını, kazanımların öğrenciler tarafından keşfedilmesini, öğrenilen kavramları açıklayabilmelerini sağlar (Pabuçcu ve Geban, 2015). 5E modeli öğrencilerde merak duygusu uyandırır, bu sayede öğrencilerin gerçek dünyayı anlamalarına ve tanımlarına yardımcı olur. Öğrencilerde problem çözebilme becerisinin gelişmesini sağlar (Yalçın, Açışlı ve Turgut, 2010). 5E modeli dikkat ve motivasyonlarını artırır, öğrencileri öğrenmeye teşvik eder. Sonuçta, 5E öğrenme modeli öğrencilerin kendi bilgilerini oluşturmalarına, yorumlamalarına ve geliştirerek yapılandırmalarına yardımcı olan bir modeldir (İlter ve Ünal, 2014). Öğretim sürecinde önemli olan öğrencilere öğrenmeyi öğretmek ve bunu yaparken de öğrencilere rehber olmaktır. Öğrenci yeni öğrendiklerini zihninde yapılandırırken eski bilgilerini gözden geçirir. 5E modeli yeni bilgilerin öğrenilmesini sağlar veya bilinen bilginin derinlemesine öğrenilmesine olanak sağlar. Öğrencileri aktif olmaya yönlendirir (Ergin, Ünsal ve Tan, 2006).

Modelin Giriş aşamasında, hazır bulunuşluk ölçülür. Hedef kitlenin konuya ne derece hâkim olduğunu bilmek öğretmenin öğrenme yolunu belirlemede büyük katkı sağlar. Bu aşamada merak uyandırılarak öğrenciler konuya motive edilir. Sorular sorularak öğrencinin geçmiş bilgilerinin hatırlanması sağlanır.

Keşfetme aşamasında, bir problemle karşı karşıya kalan öğrencinin soruna çözüm getirmesi beklenir. Öğrenci öneriler getirecek, fikirler üretecek, tasarım ya da laboratuvar çalışmaları yapacak, iş birliği ve iletişim halinde olacaktır. Anlaşıldığı üzere bu aşama öğrencinin en aktif olduğu, onu en çok geliştiren aşamadır. Çünkü öğrenci; kritik düşünme, yaratıcılık, problem çözebilme, iletişim, iş birliği, araştırma, girişimcilik, karar verme, teknolojiyi bilinçli kullanma gibi 21. yüzyıl becerilerini büyük oranda bu aşamada kazanır. Yine öğretmen-öğrenci-akran etkileşiminin en yoğun olduğu aşamadır. 21. yüzyıl becerileri, içinde bulunduğumuz dönemde bireylerin nitelikli vatandaş özelliklerine sahip olması gerektiğini anlatmaktadır.

Açıklama aşamasında öğrenci, öğretmen rehberliğinde problemin çözüm yollarını ortaya koyar. Bunu yaparken öğrencinin ifade etme, yorumlama becerisi gelişir.

Derinleştirme aşamasında, detaya giren öğrenci yeni problemlere yeni çözüm yolları üretir. Bir soruna getirilen çözüm yolları konusunda deneyimleri gelişir.

Değerlendirme aşamasında, çeşitli değerlendirme yöntemleri ile (öz değerlendirme, performans değerlendirme, akran değerlendirme, öğretmen geri bildirim vb.) öğretim süreci değerlendirilir. Değerlendirmeyi öğretmen öğrenci birlikte gerçekleştirmektedir. Eksik kalan hedefler tespit edilir.

Bu modelin her bir aşamasında öğrenci etkin olmakla birlikte, öğrendiklerini günlük yaşamıyla, geçmiş yaşantılarıyla harmanlamakta ve öğrendikleri daha kalıcı hale gelmektedir.

24.5. 5E Modeli ile Ders Planı Yazım Aşamaları

Giriş: Giriş bölümünde öğrencilere öğrenilecek konu ile ilgili ön öğrenmeleri hatırlatılır. Derse dikkati çekilir ve ders sonunda kazanacağı kazanımlardan haberdar edilir (Yıldırım, 2020). Öğretmen konuyla ilgili öğrencilerde merak uyandıracak farklı materyalleri sınıfa getirir (Şentürk, 2010). Öğretmen sınıfa girdikten sonra çeşitli yöntemlerle öğrencilerin dikkati çekilir. Bunun için örnek olay, bir haber, bir video veya bir müzik kullanılabilir. Bu sayede öğrenciler konuya merak duyar ve ilgileri artırılır. Öğrencilere merak uyandıracak sorular da sorulabilir. Soru sorulmasının amacı öğrencilerin ön bilgilerinden yararlanarak hazır bulunuşluklarının tespit edilmesidir (Şentürk, 2010). Bu bölümde yapılan etkinlikle, geçmiş öğrenmeleri ile şimdiki öğrenme deneyimleri arasında bağlantı kurulur. Öğrencinin daha önce öğrendiği kavramlar ortaya çıkarılır ve öğrencilerin yeni öğrenecekleri konu arasında bağlantı kurulur (Bybee, 2006). Giriş bölümündeki tüm etkinlikler merkeze alınan ders dikkate alınarak hazırlanır.

Keşfetme: Öğrencilerin konuya dikkati çekildikten sonra öğrenciler etkinliklerle yeni fikirler keşfetmek için birbirleriyle çalışırlar. Keşfetme bölümü öğrencinin en aktif olduğu bölümdür. Öğretmen öğrencilerin araştırma yapmalarını sağlar (Yıldırım, 2020). Öğrencilere açık öneriler, yönlendirici sorular sorar, kaynak sağlar, geribildirim sunar, öğrencilerin farklı fikir ve düşüncelerini dinler (Şentürk, 2010). Keşfetme aşamasında öğretmen kolaylaştırıcı veya rehberlik eden rolündedir. Öğretmen etkinliği başlatır ve her öğrencinin kendi fikirlerine dayalı olarak nesnelere, materyalleri ve durumları araştırmaları için öğrencilere zaman ve fırsat tanır. Eğer istenirse, öğretmen öğrencilere açıklamalarını yeniden oluşturmaya başlarken rehberlik yapabilir. Öğrencilerin kavramları öğrenmesi için somut malzemelerin ve somut deneyimlerin kullanılması esastır (Bybee, 2006). Keşfetme bölümündeki tüm etkinlikler merkeze alınan ders dikkate alınarak hazırlanır.

Açıklama: Öğrenciler öğrenilecek konu hakkında düşüncelerini belirtir. Arkadaşları ile bilgilerini paylaşarak konu üzerinde düşünürler. Öğrenciler bu açıklamalarla genellemelere ulaşır. Açıklamalar sadece sözlü olarak yapılmaz. Resim, drama vb. şekillerde de anlatılır. Öğretmen öğrencileri dinler ve öğrencilere geri bildirimde bulunur. Öğretmenin konuyla ilgili açıklama yaparak öğrencinin düşüncesi geliştirilir ve konuya derinlik kazanması sağlanır. Öğretmen öğrencilerin konu hakkındaki yanlış ve eksik düşüncelerini doğru olan bilgilerle değiştirmesini sağlar (Şentürk, 2010). Öğrencilere anlatılmak istenen kavramların, bilgilerin

öğretimi yapılır (Yıldırım, 2020). Öğretmenler genellikle sözlü açıklamaları kullanırlar; ancak videolar, filmler ve eğitici eğitim yazılımları gibi çok sayıda yöntem kullanarak konuyu anlatabilir (Bybee, 2006). Açıklama bölümü, 5E modelinin öğretmeni en çok merkeze alan bölümüdür (Şentürk, 2010). Açıklama bölümündeki tüm etkinlikler merkeze alınan ders dikkate alınarak hazırlanır.

Derinleştirme: Akdemir (2019), derinleştirme aşamasını, “Bu aşamada ulaşılmak istenen hedef öğrenilen bilgilerin başka durumlara transferinin sağlanmasıdır, bu amaç doğrultusunda öğrencilere bilgilerin transferini sağlamalarına yardımcı olacak tekrar ve uygulama etkinliklerine yer verilir.” şeklinde tanımlamıştır. Bu doğrultuda Selvi ve Yıldırım (2018), “Bu aşamada öğretmen diğer fen bilimleri dersi ile matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinleri arasında bağlantı kurar.” ifadesiyle STEM etkinliğimizin matematik ve mühendislik entegrasyonlarını derinleştirme bölümünde yapmamız gerektiğini belirtmişlerdir. Yıldırım (2018), bu süreçte yapılacaklara “Örneğin dönüşüm geometrisi ile ders işlenmeye başlandı ise bu aşamada öğretmen fen bilimlerinden enerji dönüşümlerini, mühendislik dizayn süreçleri için ise yeni ve farklı bir rüzgâr gülü tasarlayabilir.” örneğini vererek açıklamıştır. Bu açıklamalardan yola çıkarak değerlendirecek olursak derinleştirme aşaması, dersimizin en işbirlikçi bölümünü oluşturur dersek yanılmamış oluruz.

Değerlendirme: Akdemir (2019), değerlendirme aşamasını “Bu modelde değerlendirme aşaması, yapılandırmacı yaklaşıma dayalı olduğu için geleneksel yöntemlerde olduğu gibi gerçekleşmez yani ürün değil süreç değerlendirilir, tümel bir değerlendirme yapılması beklenir.” şeklinde açıklamıştır. Yaman (2018) ise “Öğretmen, öğrencilerin ortaya koyduğu ürünlere göre (proje, poster, deney düzeneği, kavram haritası, zihin haritası, tasarım vb.) değerlendirme araçları kullanır.” açıklamasıyla bu konuda kullanabileceğimiz ölçme yöntem ve teknikleri konusunda bizleri aydınlatmıştır. Bu bilgiler ışığında değerlendirme aşamasına STEM etkinliğimiz açısından baktığımızda hem sürecin hem de mühendislik ürünümüzün değerlendirilmesi doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu aşamada özellikle rubriklerin kullanılmasının önemini Selvi ve Yıldırım (2018) “Öğretmenin ortaya çıkan ürünü değerlendirirken bunu rubriklerle yapması hem değerlendiren hem de değerlendirilen için objektif olur. Çünkü öğrencilerin nerede ne puan aldığını, hangi kriterlere göre değerlendirildiğini bilmesi gerekmektedir.” şeklinde açıklamışlardır.

24.6. Ulusal ve Uluslararası Örneklerle STEM’de 5E Modeli ile Öğrenme

24.6.1. Örnek 1

Öğrenciler; mekanik, ses, elektrik, ışık ve ısı/termal enerji dahil olmak üzere farklı enerji formları arasında ayırım yapmak için araştırmalar yapmayı öğreneceklerdir. Öğrenciler ayrıca aşağıdakileri gerçekleştireceklerdir:

* Kuvvetin bir nesne üzerindeki etkisini test etmek için tanımlayıcı bir araştırma tasarlayın ve yürütün. Kuvvetler, itme, çekme, yerçekimi, sürtünme veya manyetizma içerebilir.

*Uygun ekipmanı seçin, metrik sistemi kullanarak verileri toplayın ve kaydedin ve verileri düzenlemek, incelemek ve değerlendirmek için basit tablolar, çizelgeler ve çubuk grafikler oluşturun.

*Verilerle desteklenen geçerli sözlü ve yazılı sonuçları iletin.

*Oyuncaklar gibi reklamlarda ve etiketlerde bulunan hizmet ve ürün iddialarının doğruluğunu değerlendirin ve çıkarımlar yapın.

*Bilimsel verileri ve gözlemleri bilim defterlerine kaydedin ve araştırmalar sırasında güvenliği uygulayın.

4.6(A) Mekanik, ses, elektrik, ışık ve ısı/termal dahil olmak üzere enerji formları arasında ayırım yapın.

4.6(B) İletkenler ve yalıtkanlar arasında ayırım yapın.

4.6(C) Elektriğin kapalı bir yolda hareket ederek bir elektrik devresi oluşturduğunu gösterin ve bir elektromanyetik alanı keşfedin.

4.6(D) İtme veya çekme, yerçekimi, sürtünme veya manyetizma gibi bir nesne üzerindeki kuvvet etkisini test etmek için bir deney tasarlayın. Detaylar Ek 24.1’de açıklanmıştır.

24.7. Sonuçlar

STEM uygulamaları sürecinde bilimsel süreç becerilerinin sıklıkla kullanılması gerekmektedir. Çünkü bilimsel süreç becerilerinin gelişimi için; STEM uygulamaları sırasında çeşitli kavram karikatürleri ve senaryolarla merakı artırmak, problem çözümü sırasında araştırmalar aracılığıyla ürünler tasarlamak gerekmektedir. Bu doğrultuda, STEM’le iş birliği içerisindeki modellerden biri olan 5E Öğrenme Modeli kullanılabilir.

5E Öğrenme Modeli’nin uygulandığı öğretim programlarında öğretmenlerin dikkate alması gereken unsurlar şu şekilde sıralanabilir:

- “Giriş aşamasında önemli olan araştırılacak problemle ilgili öğrencinin doğru cevabı bulması değil, öğrencinin değişik fikirler öne sürmesini ve soru sormasını sağlamaktır” (Feyzioğlu ve Demirci, 2013, s.133).

- “Keşfetme aşamasında öğretmenler, yaptıracağı etkinlikler ile ilgili gerekli materyalleri mutlaka dersten önce hazırlamalı, oluşturduğu gruplardaki etkinlik araç gereçlerinden sorumlu öğrencilerle irtibat halinde olmalı, dersten önce eksik malzemelerin tamamlanması konusunda organizasyonu yapmalıdır. Bunun yanında gruplarda her öğrencinin mutlaka faaliyete katılıp katılmadığını kontrol etmeli, gruplardaki görev dağılımını belirli aralıklarla değiştirmelidir” (Bilgin, Ay ve Coşkun, 2013, s.1466).
- “Açıklama aşamasında öğretmen öğrencilerin sonuçlarını açıklarken onları bilimsel terimleri kullanmaya özendirmelidir” (Fezyioğlu ve Demirci, 2013).
- Derinleştirme aşamasında öğretmenler, aktif olmaları için öğrencileri desteklemeye ve onların motivasyonlarını artırmaya özen göstermelidir (Yılmaz, 2018).
- Değerlendirme aşamasında öğretmenler gözlemlerden, öğrenci görüşlerinden, öğrenci dosyalarından, proje ve probleme dayalı öğrenme ürünlerinden faydalanabilirler (Koç, 2002).
- Bu öğrenme modeli, ulusal ve uluslararası örneklerde görüldüğü gibi, öğrenci yaşantısına doğrudan etki ederek kalıcı öğrenmeleri hedef alıp başarı seviyesini yükseltmeyi amaçladığı, temelini süreç değerlendirmesine dayalı öğrenme yaklaşımlarının aldığı ve her öğrencinin bir araştırmacı kimliğine bürünerek süreç dahil olduğu bir öğretim programı tasarlar. Uygulamalarda kavram karikatürleri destekli 5E modelinin, ortaokul öğrencilerinin matematik başarılarına, kalıcı bilgiler edinerek matematiğe karşı olumlu bakış açısı geliştirmelerine etki ettiği görülmüştür (Yılmaz, 2018).
- 5E modeli sayesinde bilgi toplumunda yaratıcı düşünen, sorumluluk sahibi, ulaştığı bilgiyi başkalarıyla paylaşabilen, iş birlikli çalışma, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerine odaklı bireysel özellikler göze çarpmaktadır. Bu sebeple 5E modeli, matematik derslerinde kullanışlılığı öne çıkan, önemli bir işleve sahiptir (Hiçcan, 2008).
- “5E Öğrenme Modelinin etkisi farklı düzey, ders ve eğitim durumlarında deneyerek geçerliğinin, işlerliğinin ve kullanışlılığının irdelenmesine dönük çalışmalar yapılabilir” (Bıyıklı ve Yağcı, 2014, s.72).
- “5E Öğrenme Modeli’nin öğrenme üzerinde etkililiği ve kalıcılığına olumlu etkisiyle birlikte, öğrencilerde ilgi ve istek uyandıran yönü dikkate alındığında, özellikle öğretmen yetiştiren kurumlarda öğrencilerin bu anlayış çerçevesinde yetiştirilmesinin, meslek alanları açısından önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir” (Bıyıklı ve Yağcı 2014, s.72).

Merak etmek, araştırmak, “neden”, “nasıl”, “ne yapılmalı” sorularına cevap aramak ve gerekirse en başa dönmek, “5E Öğrenme Döngüsünün” kilit sözcükleridir. Araştırmaların bir sonu olmadığını, sonuca vardığını düşünürken ilk varılan hedefe geri dönüşlerin olabileceğini bilim insanlarının yanı sıra T. S. Eliot gibi edebiyatçılar da dile getirmektedir. Bu kanıt da bize STEM çalışmalarında 5E Öğrenme Modeli ilkelerinin farklı meslek gruplarında uygulanabilirliğini ve ilgili görüşleri gözler önüne sermektedir.

24.8. Kaynaklar

Akdemir, E. (2019). *Öğretim İlke ve Yöntemleri* (Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş 2. Basım). A. Arslan & C. Eker (Ed.), Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

American Institute of Physics. (2015). *President Obama on STEM education*.

Andrade, H. & Du, Y. (2005). Student perspectives on rubric-referenced assessment. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 10(3), 1-11.

Ayas, A. (1998). *Fen Bilgisi Öğretiminde Yeni Yaklaşımlar*. Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi Lisans Tamamlama Programı, Fen Bilgisi Öğretimi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.

Banks, F., & Barlex, D. (2014). *Teaching STEM in the secondary school: How teachers and schools can meet the challenge*. London: Routledge.

Bıyıklı ve Yağcı (2014). *5E Öğrenme Modeline Göre Düzenlenmiş Eğitim Durumlarının Bilimsel Süreç Becerileri, Öğrenme Düzeyi ve Tutuma Etkisi*. Doktora Tezi. İzmir.

Bilgin İ., Ay Y. ve Coşkun H. (2013). 5E öğrenme modelinin ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin madde konusundaki başarılarına etkisinin ve model hakkında öğrenci görüşlerinin incelenmesi, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(4), 1449-1470.

Bybee, R. W. (2014). The BSCS SE Instructional Model: Personal Reflections and Contemporary Implications. *Science & Children*, 51(8), 10-13.

Bybee, R. W. (1997). *Expanding the 5E model*. Retrieved from: brodiesscience.pbworks.com.

Cansoy, R. (2018). *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi* 7(4), 3112-3134.

Bıyıklı C. ve Yağcı E. (2014). 5E Öğrenme Modeli'ne Göre Düzenlenmiş Eğitim Durumlarının Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi. *Ege Eğitim Dergisi* 15(1), 45-79.

Childress, V. W. (1996). Does integration technology, science, and mathematics improve technological problem solving: A quasi-experiment, *Journal of Technology Education*, 8(1), 16–26.

Cotabish, A., Dailey, D. Robinson, A. ve Hunghe, G. (2013). “The Effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills”, *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.

Çeliksoy, F. (2017). *Sosyal Bilgiler Dersinde 5E Modelinin Kullanımının Öğrencilerin Akademik Başarısına Etkisi ve Öğrencilerin Uygulamaya Yönelik Görüşleri*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Çepni, S. (2018). *Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi*. Ankara: Pegem Akademi.

Çepni, S., Şan, H. M., Gökdere, M. ve Küçük, M. (2001). Fen Bilgisi Öğretiminde Zihinde Yapılanma Kuramına Uygun 7E Modeline Göre Örnek Etkinlik Geliştirme. *Yeni Binyılın Başlangıcında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, ss. 83-92. Maltepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, İstanbul.

Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the united states, *The 6th Biennial International Conference on Technology Education Research*, Gold Coast, Queensland, Australia.

Elliott, B., Oty, K., McArthur, J., & Clark, B. (2021). The effect of an interdisciplinary algebra/science course on students’ problem solving skills, critical thinking skills and attitudes towards mathematics, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 2001, 32(6), 811–816.

Ergin, İ. (2012). Fen Eğitiminde 5E Modeli ile İlgili Yazılı Kaynaklar Dizini, *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 53-67.

Ergin, Ö. (2006). Buluş yoluyla fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenme yaklaşımlarına ve tutumlarına etkisi. *Journal of Turkish Science Education*.

Eryılmaz, A. (2002). ODTÜ Öğrencilerinin Mekanik Konusundaki Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 93-98.

Feyzioğlu E. Y. ve Demirci N. (2013). Sınıf ve Fen Bilimleri Öğretmenlerinin 5E Öğrenme Modeliyle İlgili Bilgileri, Farkındalıkları ve Görüşleri, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(24), 131-163.

Given, B. K. (1996). Learning styles; a Synthesized Model. *Journal of Accelerated Learning and Teaching*, 21, 11- 44.

Gülgün C., Yılmaz A. ve Çağlar A. (2017). Teacher opinions about the qualities required in STEM activities applied in the science course. *Journal of Current Researches on Social Sciences*. 7(1), 459-478.

Güven, M. (2004). Öğrenme Stilleri ile Öğrenme Stratejileri Arasındaki İlişki. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Hardal Ö. ve Eryılmaz A. (2004). Basit Araçlarla Yapararak Öğrenme Yöntemine Göre Geliştirilen Elektrik Devreleri ile İlgili Etkinlikler. *Eğitimde İyi Örnekler Konferansı*, Sabancı Üniversitesi, İstanbul.

Hiçcan, B. (2008). *5E Öğrenme döngüsü modeline dayalı öğretim etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersi I. dereceden bir bilinmeyenli denklemler konusundaki akademik başarılarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Gazi Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Koç, G.S. ve Sarıkaya, M. (2020). 5E Öğrenme Modeli ve Bağlam Temelli Öğretim Yönetiminin Işık Konusunda Başarı ve Bilgilerin Kalıcılığına Etkisi. *e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 7, 430-457.

Koç, G. (2002). *Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının duyuşsal ve bilişsel öğrenme ürünlerine etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi), Hacettepe Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Köse, S. (2004). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarında Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularında Görülen Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kavram Haritalarıyla Verilen Kavram Değişim Metinlerinin Etkisi. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Kutlu, Ö. (2005). Yeni İlköğretim Programlarının Öğrenci Başarısındaki Gelişimi Değerlendirme Boyutu Açısından İncelenmesi. *Eğitimde Yansımalar: VIII Yeni İlköğretim Programlarını Değerlendirme Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, ss. 64-71. Kayseri.

Küçüközer, H. (2004). Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Dayalı Olarak Geliştirilen Öğretim Modelinin Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Basit Elektrik Devrelerine İlişkin Kavramsal

Anlamalarına Etkisi. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Kürüm, D. (2008). *Öğrenme Stilleri. Öğretim İlke ve Yöntemleri* (Ed. Kıymet Selvi). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayınları.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2016). “STEM eğitim raporu”, Ankara: *Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü*.

Morrison, J., “Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM).

Özsevgeç, T. (2007). İlköğretim 5. Sınıf Kuvvet ve Hareket Ünitesine Yönelik 5E Modeline Göre Geliştirilen Rehber Materyallerin Etkililiklerinin Belirlenmesi. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Öztürk, Ç. (2008). *Coğrafya öğretiminde 5E modelinin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve tutuma etkisi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Saka, A. (2006). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Genetik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde 5E Modelinin Etkisi. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.

Selvi, M. & Yıldırım, B. (2018). Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi (4. Baskı). S. Çepni (Ed.), Ankara: PegemA Yayıncılık.

Selvi, K. (2008). *Öğretme-Öğrenme Süreci ile İlgili Temel Kavramlar. Öğretim İlke ve Yöntemleri* (Ed. Kıymet Selvi). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayınları.

Senemoğlu, N. (2012). Gelişim, Öğrenme ve Öğretim: Kuramdan Uygulamaya. (21. Baskı), Ankara: Pegem Akademi.

Şentürk, C. (2010). Yapılandırmacı yaklaşım ve 5E öğrenme döngüsü modeli. *Eğitime Bakış Dergisi*, 6 (17), 58-62.

Şişman, M. (2006). Eğitim Bilimine Giriş (2. baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Thomas, T.A. (2014). Elementary teachers’ receptivity to integrated science, technology, engineering and mathematics (STEM) education in the elementary grades”, *Doctoral dissertation*, University of Nevada, Reno.

Tekkaya, C. ve Balcı, S. (2003). Öğrencilerin Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarının Saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 101-107.

Ulusoy, A. (2009). *Eğitim-Öğrenme İlişkisi ve Temel Kavramlar. Gelişim ve Öğrenme* (6. baskı) (Ed. Ayten Ulusoy). Ankara: Anı Yayıncılık.

Veznedaroğlu, R., L. ve Özgür, A., O. (2005). *Öğrenme Stilleri: Tanımlamalar, Modeller ve İşlevleri. İlköğretim-Online*, 4(2), 1-16.

Yaman, S. (2018). *Fen Bilimleri Öğretimi ve STEM Etkinlikleri (Güncel Öğretim Programlarıyla Uyumlu, PISA-TIMSS Soru Örnekleriyle İlişkilendirilmiş)*. A. Tekbıyık & G. Çakmakçı (Ed.), Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Yeğnidemir, D. (2000). *Temel Eğitim 8. Sınıf Öğrencilerinde Madde ve Maddenin Tanecikli-Boşluklu-Hareketli Yapısı ile İlgili Yanlış Kavramların Tespiti ve Giderilmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yıldırım, B. (2018). *Teoriden Pratiğe STEM Eğitimi-Uygulama Kitabı* (Genişletilmiş 2. Basım). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Yıldırım, B. (2016). 7. Sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen teknoloji mühendislik matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi. *Doktora tezi*. Gazi Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ankara.

Yıldırım, B. (2020). Köy Enstitülerinden STEM Öğretmen Enstitülerine. Ankara: Nobel.

Yıldırım, B. (2020). *Ders Planları Kurgusunda Öğretme Öğrenme Yaklaşımlarıyla Uygulamalı STEM Eğitimi*. M. Çevik (Ed.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *ÇOMÜ Dergileri*.

Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma, *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(2), 183-210.

Yılmaz, A. (2018). *Kavram Karikatürleri Destekli 5E Modeli Uygulamasının Ortaokul Öğrencilerinin Matematik Başarısına, Öğrenme Kalıcılığına ve Tutumlarına Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Bartın.

Ek 24.1. 5E Modeli ve Teknoloji

5 E	Teknoloji Entegrasyonu	Başarı Kriterleri
<p><i>GİRİŞ</i></p> <p>Öğrencilerin dikkatini çeken, düşüncelerini teşvik eden ve ön bilgilere erişmelerine yardımcı olan etkinlikler hazırlanır.</p>	<p><u>Probleme Dayalı Öğrenme (PBL) bileşeni veya çevrimiçi simülasyon</u></p> <p><u>Google Apps ile Ortak Çalışma Projeleri</u></p> <p><u>Kavram haritası oluşturma</u></p> <p><u>Başkalarının bağlanabileceği ve etkileşimde bulunabileceği etkileşimli web siteleri oluşturun.</u></p> <p><u>Soruları yanıtlayarak bir konunun video/ses keşiflerini oluşturun.</u></p>	<p>Sorun Etkileşimi:</p> <p>KSAT 12 okulla iletişime geçti ve patlayan uçan-tahtaları araştırmamızı istedi. Sordukları şey, basitçe söylemek gerekirse, “Hoverboard’lar nasıl çalışır ve güvenli midirler?”</p>
<p><i>KEŞFETME</i></p> <p>Öğrencilerin tek başlarına veya gruplar halinde, sınıfta veya uzaktan fikirlerini keşfetmeleri sağlanır. Öğrencilere toplanan bilgileri düşünmek, planlamak, araştırmak ve düzenlemek için zaman sağlanır.</p>	<ul style="list-style-type: none"> _ video _ Blog veya Google Sites _ Podcast/Video Yayını _ Veri toplama (Google Formu/E-Tablosu veya Excel Online anketi) 	<p>Öğrenciler, okulda gerçekte kaç tane uçan kaykay olabileceğine dair veri toplamak için Office 365’in Excel Online ürünüyle veya Google Form tabanlı bir anket oluşturur.</p>

<p><i>AÇIKLAMA</i></p> <p>Öğrenciler, önceki deneyimlerini mevcut öğrenmeyle ilişkilendirme ve çalışılan konunun ana fikirlerini kavramsal anlamlandırma fırsatları kazanırlar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> _ Dijital hikâye anlatımı _ Podcasting/Video Yayını _ Sunum (Google Slaytlar) _ Blog veya Google Sites _ İşbirliğine Dayalı Ürün Oluşturma 	<p>Bir medya ürünü (ör. video, podcast), dijital hikâye oluşturun veya öğrendiklerini paylaşmak ve başkalarının anlamalarına yardımcı olmak için storyboard ve senaryo yazımı kullanarak bir web sitesi hazırlayın.</p>
<p><i>DERİNLEŞTİRME</i></p> <p>Öğrenciler daha önce tanıtılan kavramları ve deneyimleri yeni durumlara uygular veya genişletir. Öğrenciler bilgilerini gerçek dünya uygulamalarına uygularlar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> _ Forum (Google Sınıfı) _ Ürün oluşturma _ Sanal alan gezisi _ Bir uzmanla görüntülü sohbet edin, uzmana sorular sorun. 	<p>Öğrenciler, bilgilerini çeşitli medya formatlarında ileterek, bilgilerini birleştirerek gerçek bir soruna çözüm geliştirirler.</p>
<p><i>DEĞERLENDİRME</i></p> <p>Öğrenciler, öğretmenleriyle birlikte öğrendiklerini ve nasıl öğrendiklerini gözden geçirir ve değerlendirir. Öğrencilere bildiklerini ve yapabileceklerini göstermek için özetleyici bir değerlendirme yapılabilir.</p>	<ul style="list-style-type: none"> _ Ürünle ilgili video geri bildirim _ OneNote not defteri 	<p>Öğrenciler, öğrendiklerini özetleyen ve bunu OneNote Sınıf Not Defterlerine Microsoft Sway kullanarak bir video oluşturur.</p>

Guhlin, M. (2016). Lesson Planning: 5E Model+Technology (Online Forum Comment). Retrieved from <https://blog.tcea.org/lesson-planning-5e-model/>

BÖLÜM 25: STEM'DE KODLAMA UYGULAMALARI

Aycan KAVAKLI, Vahap ALBAYRAK, Elif ŞİMŞEK,

Zeynep ÖZTOPRAK & Seda COŞKUN ELİKÜÇÜK

Bölüm Özeti: Hızla gelişen bilgi ve iletişim teknolojilerinin, günlük yaşamda pek çok alana olduğu gibi eğitim alanına da etkisi olmaktadır. Ayrıca, yaşanan değişimler ve gelişmeler teknolojiyi sadece kullanan değil, aynı zamanda üreten bireylere duyulan ihtiyacı da beraberinde getirmektedir. Bu bölümde teknolojinin hızlı ilerleyişi ile geleceğin ihtiyaç duyduğu nitelikli bireylerden beklenen becerilerden biri olan kodlamanın ve kodlama öğretiminin önemi açıklanmıştır. Dünya ülkeleri ve Türkiye'deki öğretim programlarında kodlama öğretiminin yerinden örneklerle bahsedilmiş; sonrasında STEM eğitiminde kodlama öğretiminin önemine ve uygulamalarına değinilmiştir. Avrupa'da STEM eğitiminin gelişmesini ve yaygınlaşmasını destekleyen Scientix projesi kapsamında yapılan kodlama etkinliklerine de bu bölümde yer verilmiştir. Ayrıca kodlama uygulamaları blok tabanlı, metin tabanlı ve robotik kodlama uygulamaları alt başlıklarında örneklerle incelenmiştir.

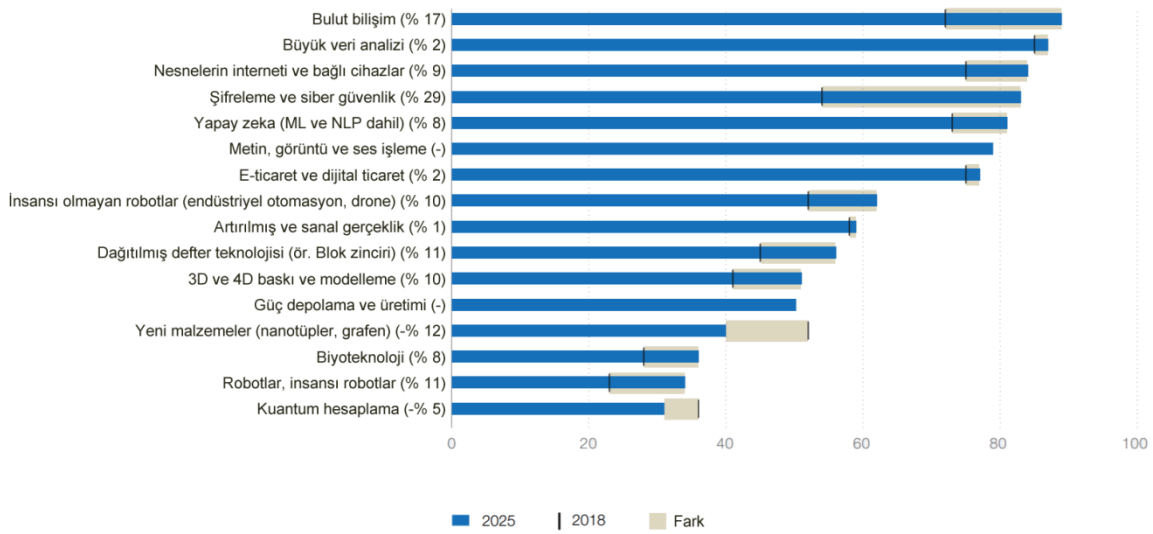
25.1. Giriş

“İnsanoğlu dil edindiğinde, sadece dinlemeyi değil, konuşmayı da öğrendi. Okuryazarlık kazandığında sadece okumayı değil, yazmayı da öğrendi. Ve giderek dijitalleşen bir gerçekliğe geçerken, sadece programları nasıl kullanacağını değil, nasıl yapacağını da öğrenmeli.” (Rushkoff, 2010, s.6).

Ülkelerin ekonomilerinin güçlenmesini ve toplumsal kalkınmayı büyük ölçüde yeni teknolojilerin belirlediği, bugünün koşullarında ve gelecekte olması öngörülen teknolojik gelişmelerin STEM eğitimi konusunda yapılan çalışmalara bağlı olduğu düşünülmektedir (Adkins, 2012; Goan, Cunnigham ve Carroll, 2006). Endüstri 4.0 adı da verilen 4. Sanayi devrimi; otomasyon sistemlerini, artırılmış gerçeklik, nesnelerin interneti, simülasyonlar, siber güvenlik, bulut bilişim, büyük veri gibi üretim teknolojilerini içermektedir (Özsoylu, 2017). On Birinci Kalkınma Planı'nda yer alan “Ülkemizde Milli Teknoloji Hamlesi'nin gerçekleştirilmesine yönelik olarak yapay zekâ, nesnelerin interneti, artırılmış gerçeklik, büyük veri, siber güvenlik, enerji depolama, ileri malzeme, robotik, mikro/nano/opto-elektronik,

biyoteknoloji, kuantum, sensör teknolojileri ve katmanlı imalat teknolojilerine ilişkin gelişim yol haritalarının hazırlanması, gerekli altyapının tesis edilmesi, ihtiyaç duyulan nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi ve toplumsal yönelimin bu alanlara odaklanması sağlanacaktır.” ifadesi geleceğin sektörlerinin STEM ve özellikle ileri teknoloji alanlarında uzmanlık gerektirdiğini doğrulamaktadır (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019, s.81).

Dünya Ekonomi Forumu’nun (World Economic Forum [WEF], 2020) mesleklerin geleceğini incelediği raporunda yeni çağın meslekleri Şekil 25.1’de görülmektedir.



Şekil 25.1. 2025’e kadar endüstrilerin adapte edecekleri teknolojiler (öngörülen), (WEF, The Future of Jobs Report 2020).

WEF’in raporundan da anlaşılacağı üzere endüstri kollarının ihtiyaç duyduğu uzmanlıklar STEM ve özellikle teknoloji ağırlıklı alanlardır. Bu teknoloji alanları da görüldüğü üzere çoğunlukla kodlama bilgi ve becerisi gerektirmektedir. 2023 Eğitim Vizyon Belgesi’ndeki “... içerik ve nitelik yönelimli bir bakış açısıyla, çocuklarımızın bilişim teknolojilerini çevrimiçi ve çevrimdışı ortamlarda ‘üretim’, ‘sorunlara çözüm geliştirme’ ve ‘hayallerini hayata geçirme’ aracı olarak kullanmaları hedeflenmektedir.” (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018a, s.72) ifadesi de bu gerekliliği desteklemekte ve kodlama eğitiminin önemini vurgulamaktadır.

Kodlama, bireylerin algoritmik düşünme, problem çözme becerilerini artırırken yeni ve yaratıcı fikirler üretme, ürün tasarlama ve geliştirmelerini mümkün kılmaktadır. Bu beceriler sadece bilgisayar programcıları değil her yaştan birey için gerekli becerilerdir (Wing, 2006). STEM eğitiminin teknoloji bağlamında kodlama öğretimi önemli yer tutmaktadır. STEM çalışmalarında öğrenciler gerek geliştirme kartlarını veya robotları gerekse mobil uygulamaları kodlayarak çözüm üretebilmektedirler.

25.2. Kodlama Öğretimi

Rushkoff (2010), “Programla ya da Programlan” adlı kitabında insanların yazılım yaratmadıklarında yazılımların gönüllü kölesi olacağından söz etmektedir. Programlayanların medeniyetin kontrol paneline erişebileceğini, programlananların ise fazla bir seçim yapma hakları olmayacağını iddia etmektedir. Günümüzde bilişim şirketlerinin sahip olduğu servetin bazı ülkelerin sahip olduğu servetten çok daha fazla olması (Lishchuk, 2021), bilişim şirketlerinin pek çok alanda ön plana çıkması ve söz sahibi olması (Nunziato, 2017), Rushkoff’un iddiasını doğrular niteliktedir. Bu şirketlerin girişimleri ile 21. yüzyıl becerilerinden biri olan dijital beceriler ön plana çıkmakta (Griffin, McGaw ve Care, 2012); dijital becerilerden de kodlama becerisi öğrencilere çağın gerektirdiği ve işgücü piyasasının ihtiyaç duyduğu becerileri sunduğu için dikkat çekmektedir (European Commission, 2016).

Kodlama öğretimi, 1960’lara Seymour Papert’in bilgisayarların herkes için, hatta çocuklar için erişilebilir hale geleceğini, bilgisayarın çocukların öğrenme ve oynama yollarını dönüştürebileceğini öngörmesine dayanmaktadır. Dönemindeki araştırmacılar bilgisayarların bir gün çocuklara bilgi vermek veya çocuklara soru sormak için kullanılabileceğini hayal ederken; Seymour, çocukların bilgisayarları kontrol etmeleri, kendilerini denemek, keşfetmek ve ifade etmek için kullanmaları gerektiğine inanmaktadır (Bers ve Resnick, 2016). Kodlama öğretimi ile öğrencilerin bilgisayar okuryazarı olarak dijital ürünlerin tüketicisi değil üreticisi olması, gelecekteki mesleklere ve yaşama hazırlıklı olması, 21. yüzyılın gerektirdiği becerilere sahip olması hedeflenmektedir (Bers, 2017). Pek çok ülke bilişim alanında fark yaratarak öne çıkabilmek için öğretim müfredatlarına kodlama öğretimi ya da kodlama etkinliklerini eklemektedir (Bocconi vd., 2016). Depryck (2016), öğretim müfredatında kodlamanın yer almasının sadece kodlamayı öğretmekle ilgili olmadığını söylemektedir. Ona göre kodlama öğretimi; algoritmik düşünme kültürünü tanıtmak, daha karmaşık eylemleri bir dizi talimat haline getirmek, problemlere ve çözümlerine odaklanarak bilgi işlemsel düşünmekle ilgilidir. Bilgi işlemsel düşünme ise kodlamanın ötesinde geniş bir alandaki üst bilişsel yöntemler kümesini kapsamaktadır.

Yazmayı öğrenen her çocuk yazar olmaz, her matematik öğrenen de matematikçi olmaz ancak her iki beceri de tüm çocukların öğrenmesi gereken temel beceriler olarak ele alınır. Kodlama da aynıdır, her kodlama öğrenen programcı ya da bilgisayar bilimci olmak zorunda değildir. Avrupa e-Beceriler Manifestosu (McMormack, 2014), dünya ile işgücü piyasasının da dijitalleştiğinden, kodlamanın yeni bir okuryazarlık olduğundan söz etmektedir. Mühendis, tasarımcı, öğretmen, hemşire veya web girişimci olmak için dijital becerilere ihtiyaç olacağını ifade etmektedir.

21. yüzyıl karmaşık problemlere esnek yanıtlar verme, etkili iletişim kurma, takım çalışması yaparak yaratıcı çözümler sunma, bilgileri dinamik olarak yönetme gibi becerilere sahip, değişen dünyaya adapte olabilen bireylere ihtiyaç duymaktadır (Care ve Griffin, 2018). Papert’in temellerini attığı kodlama öğretimi bu becerilerin kazandırılmasında öne çıkmaktadır

(Bers, 2017; Bocconi vd., 2016). Kodlama öğretimi ile öğrenciler bazı beceriler elde etmektedir. Bu beceriler; bilgi işlemsel düşünme, problem çözme, yaratıcılık, analitik düşünme ve iş birliğidir (EU Digital Single Market, 2016; Gülbahar, 2017; Grover ve Pea, 2013). Bununla birlikte iletişim, teknoloji potansiyelinin farkındalığı, özgüven gibi beceriler de kazanmaktadırlar (Bers, 2017). Küçük yaşta programlamaya başlayan çocuklar ise gelişen bilgi işlem işgücüne hazırlanırlar. Aynı zamanda kodlama ile sistematik bir düşünme biçimi, ifade ve iletişim için bir dil kazanmaktadır. Kodlama yaparken, çocuklar daha iyi problem çözümler, matematikçiler, mühendisler, hikâye anlatıcıları, mucitler ve işbirlikçiler olmayı öğrenmektedir (Bers, 2017).

25.2.1. Dünya’da Kodlama Öğretimi

Gelişen teknolojilerle birlikte kodlama becerisi, bireylerin sahip olmasının beklendiği bir beceri seti haline gelmiştir. Bu beceri setinin kazandırılması için ülkeler öğretim programlarına kodlamayı çeşitli şekillerde dahil etmeye başlamışlardır. Dünyadaki öğretim programları incelendiğinde özellikle erken yaştan itibaren kodlama eğitimine yer verildiği görülmektedir (Demirer ve Sak, 2016; Şimşek, 2018). Avrupa Okul Ağı (European Schoolnet) tarafından “Geleceğimizi Hesaplamak: Bilgisayar Programlama ve Kodlama - Avrupa Genelinde Öncelikler, Okul Müfredatı ve Girişimler” raporunda araştırmaya katılan ülkelere 16’sında kodlama hali hazırda müfredatın bir parçasıyken 2 ülkenin programlamayı müfredatlarına entegre etmeyi planladıkları belirtilmiştir (Balanskat ve Engelhardt, 2015). Birçok ülkede ise kodlama, öğretim programlarında yer almasa bile kulüp ya da okul dışı etkinliklerle öğretilmektedir (Şimşek, 2018).

25.2.1.1. İngiltere’de Kodlama Öğretimi

İngiltere, Eylül 2014 yılından itibaren devlet okullarında ilk ve orta öğretimde kodlamayı zorunlu kılan ilk ülkelerden biridir. Öğretim programı dört aşamadan (Key Stage 1-2-3-4) oluşan İngiltere’de, öğrencilerin algoritmalar, mantık, soyutlama gibi bilgisayar biliminin temel kavramlarını öğrenmeleri, problemleri çözmek için programlamayı kullanmaları, sorumluluk sahibi, yetkin ve yaratıcı BİT kullanıcıları olmaları amaçlanmaktadır (Department for Education, 2013). Bunun yanı sıra İngiltere’de Code Club, Coder Dojo, Computer Clubs for Girls gibi öğrencilerin programlama becerilerinin gelişmesine katkı sunan çok sayıda sivil toplum kuruluşu bulunmaktadır (Balanskat ve Engelhardt, 2015).

25.2.1.2. Estonya’da Kodlama Öğretimi

Kodlama eğitimine en çok önem veren ve yatırım yapan ülkelere biri olan Estonya’da tüm eğitim kademelerinde kodlama öğretimi seçmeli olarak verilmektedir. 2012 yılında Estonya Hükümeti tarafından başlatılan ProgeTiger programında öğrencilere kodlama, robotik ve STEM uygulamalarıyla birlikte problem çözme, yaratıcılık, iş birliği ve eleştirel düşünme becerilerinin kazandırılması amaçlanmaktadır (Estonian Education and Youth Board, 2021).

25.2.1.3. Litvanya’da Kodlama Öğretimi

Litvanya’da kodlama, lise eğitiminde bilişim teknolojileri kursunun bir parçasıdır. Programlama kültürü, programlama dilleri, program oluşturma aşamaları, algoritma, veri tabanı, basit programlar oluşturma olmak üzere altı alt yeterlikten oluşmaktadır (Balanskat ve Engelhardt, 2015). 2018’de Avrupa Sosyal Fonu’yla başlatılan dijital içerik geliştirme, algoritma ve programlama, veri ve bilgi, problem çözme, sanal iletişim ve güvenlik konularını kapsayan dört yıllık proje için de yaklaşık 100 ilköğretim okulu seçilmiştir (European Commission, 2020).

25.2.1.4. Finlandiya’da Kodlama Öğretimi

Finlandiya’da 2016’dan bu yana kodlama ilköğretim ulusal müfredatına göre tüm eğitimin bir parçasıdır. Çapraz müfredat yöntemi uygulanan programda kodlama ayrı bir ders değildir ve o dersin öğretmeni tarafından öğretilmektedir (Şimşek, 2018). Örneğin matematik dersinde öğrencilerin Scratch kullanarak basit programlar oluşturmaları beklenmektedir.

25.2.1.5. Amerika Birleşik Devletleri’nde Kodlama Öğretimi

2016 yılında Google’ın yayımladığı “ABD K-12 Okullarında Bilgisayar Biliminin Durumundaki Eğilimler” raporunda önceki yıllara göre ABD’deki okullarda kodlamanın temel alındığı Bilgisayar Bilimleri dersinin arttığı, robotik ve yapay zekâ konularının da öğretilmeye başlandığı belirtilmiştir (Google Inc. ve Gallup Inc., 2016). Ayrıca ABD öncülüğünde kurulan code.org platformu; “Kod Saati (Hour of Code)” etkinliğiyle dünyadaki tüm öğretmen ve öğrencilere kodlama eğitimi için kaynaklar ve fırsatlar sunmaktadır.

25.2.2. Türkiye’de Kodlama Öğretimi

Türkiye’de 1998 yılında “Bilgisayar Dersi”, Temel Öğretim Programı kapsamında yer alarak müfredata dahil edilmiş ancak kodlamanın müfredata dahil edilmesi zaman almıştır. 2012 yılında yayımlanan kurul kararıyla “İlköğretim Kurumları (İlkokul ve Ortaokul) Haftalık Ders Çizelgesi”nde dersin adı Bilişim Teknolojileri ve Yazılım olarak değiştirilmiş, 5.-6.-7. ve 8. Sınıflarda seçmeli olarak okutulmasına karar verilmiştir (Talim Terbiye Kurulu [TTKB], 2012). Öğretim programında “Problem Çözme, Programlama ve Özgün Ürün Geliştirme” alt alanına sahip olmasına, “açık kaynak kodlu platformlar kullanarak yazılım geliştirme” ve “eğitsel oyun tasarlama” gibi kazanımlar bulunmasına rağmen özgün bir kodlama öğretimi yapılmadığı görülmektedir (Sayın ve Seferoğlu, 2016).

Dünyadaki gelişmelerin takip edilmesi ile ortaokul öğretim programı 2017’de güncellenmiş ve kodlama müfredata dahil edilmiştir (MEB, 2018b). 2018 yılında ise ilkökuller programı güncellenmiş, 1-4. sınıfların müfredatına da Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersi eklenmiştir. Buna göre 4 farklı düzeyde kazanımların belirlendiği programda Düzey 3’ten itibaren blok tabanlı kodlama araçları kullanılabilir (MEB, 2018c). Tüm sınıf

seviyelerinde “Problem Çözme ve Programlama” ünitesi olarak geçen programda algoritma tasarımı yapabileme, oluşturulan algoritmayı sözel ve görsel olarak ifade edebilme, problem çözmek için uygun yaklaşımı geliştirebilme, temel kodlama kavramlarını öğrenme ve programlama dillerinden en az birini kullanabilme becerilerinin kazandırılması amaçlanmaktadır (MEB, 2018b; MEB, 2018d).

Ortaöğretimde ise Bilgisayar Bilimi dersi iki kur şeklinde seçmeli olarak okutulmaktadır. Kur 1 seviyesinde Python, C ya da Java gibi istenilen bir programlama dili seçilebileceği belirtilmiştir (MEB, 2018e). Güncel bir dil olması sebebiyle liselerde genellikle Python dili seçilmektedir. Kur 2’de ise Robot Programlama, Web Tabanlı Programlama ve Mobil Programlama ünitelerinden sadece iki tanesi seçilebilmektedir. Kur 1’de Problem Çözme ve Algoritma ünitesinde problem çözümüne yönelik kodlama yapılarını kullanarak (karar, mantık, döngü vb.) algoritma ve akış şeması oluşturma çalışmaları yapılmaktadır. Programlama ünitesinde ise Programlamanın Temelleri, Program Kontrolü, Veri Yapıları, Dosya İşlemleri ve Proje Geliştirme konu başlıkları bulunmaktadır (MEB, 2018e).

Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Anadolu Meslek ve Anadolu Teknik Programı Bilişim Teknolojileri Alanı Çerçeve Öğretim Programı’nda ise “Programlama Temelleri” alan ortak dersler arasında olurken kodlama öğretimine yönelik olarak “Nesne Tabanlı Programlama”, “Mobil Uygulamalar”, “Web Tasarımı ve Programlama” ve “İnternet Programcılığı” alan dersleri yer almaktadır (MEB, 2018f).

25.2.3. STEM'de Kodlama Öğretiminin Önemi

21. yüzyılda bireylerin çağa ayak uydurabilmeleri; kodlama ve bilgisayar bilimleri öğretimi ile problem durumlarına çözüm üretme, yaratıcılık, bilgisayar ve algoritmik düşünme gibi temel becerilerle sağlanabilmektedir. Küçük yaş gruplarından başlayarak blok tabanlı platformlar kullanarak yapılan kodlama eğitimi ve robotik kitlerin kullanımıyla ilgili yapılan araştırmalar erken yaşta kodlama öğretiminin önemli olduğuna dikkat çekmektedirler (Haymana ve Özalp, 2020). Bu programlar sürükle bırak yapıları sayesinde metin tabanlı programlama platformlarından farklı olarak, küçük yaştaki öğrencilerin algoritma ve kodlama öğrenmesini kolaylaştırmaktadır.

Disiplinler arası etkileşimli yapısından dolayı da kodlama öğretiminin STEM çalışmalarına dahil edilmesinin önemli olduğu belirtilmektedir (Güleryüz, Dilber ve Erdoğan, 2020). Özellikle robotik kodlama çalışmalarının, soyut kavramları somutlaştırmada ve öğrencilerin mühendislik tasarım becerilerini kullanarak çözüm üretmelerinde etkili olduğu ifade edilebilir. Ancak STEM’in kodlama veya robotik çalışmalarından ibaret olduğu yanlışlığına düşülmemelidir. Problem ya da proje tabanlı modeller kullanılarak uygun şekilde planlanmış STEM ders tasarımlarıyla etkili uygulamalar yapılabileceği söylenebilir.

25.2.4. Kodlama Öğretimi ve Scientix

Scientix Projesi, Avrupa'da STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitiminde sorgulamaya, araştırmaya, ürün geliştirmeye, buluş yapmaya dayalı eğitimi Scientix portalı aracılığıyla yaygınlaştırmayı amaçlayan; öğretmenlere, akademisyenlere, okul yöneticilerine, ailelere ve STEM eğitimi ile ilgilenen tüm kişilere açık bir projedir. Bu bağlamda Scientix portalında 2015'ten bu yana kodlama eğitimi ile ilgili birçok proje yer almaktadır. Bu projelerden bazıları aşağıda tanıtılmıştır.

25.2.4.1. Eğitimde Robotik (Robotics in Education) (2015-2016)

Pilsen'deki ZŠ Masarykova ile iş birliği içinde İngilizce, matematik, bilişim teknolojileri, müzik, sanat ve el sanatları derslerini zenginleştirmek için bir eğitim programı oluşturulmuştur. Projenin temel amacı, günlük dersleri robotlarla zenginleştirmek ve öğrencileri programlama ve robotik ile tanıştırmaktır. Bu nedenle robotlar matematik, İngilizce ve diğer konuları daha çekici bir şekilde öğretmek için bir araç olarak kullanılmıştır. Proje kapsamında, ilkökul öğretmenleri için robotik üzerine yeni bir el kitabı hazırlanmış, Pilsen'deki birçok okul geri bildirim sağlamak için el kitabını test etmiştir (EC, 2016).

25.2.4.2. Tackle 3 Kodlama Öğrenme Ortamları İçin İçerik Oluşturma konusunda Öğretmen Yardımı (Teachers' Aid on Creating Content for Learning Environments) (2015-2017)

Tackle 3 Kodlama, çoğunlukla 4 ile 14 yaş arası çocuklara bilgisayar öğretmek isteyen ilkökul öğretmenlerini, bu hedefe ulaşmak için gerekli bilgi ve materyallerle donatarak destekleyen bir projedir. Tackle 3 Kodlama, Erasmus+ kapsamında finanse edilen ve ilkökul öğretmenlerinin yanı sıra 4 ile 14 yaş arası çocuklara bilgisayar bilimi öğretmek isteyen diğerlerini desteklemeyi amaçlamıştır. Ayrıca bir fikir ve kaynak web sitesi geliştirerek sınıf öğretmenlerini, hizmet içi eğitim kursları ve diğer personel etkinlikleri ile ihtiyaç duydukları bilgi ve materyallerle donatmıştır (EC, 2017).

25.2.4.3. [P]: Robot Robotlarla Kodlamayı Öğrenme (Learn to Code Using Robots) (2017-2020)

[P]: Robot ortaokul öğretmenlerine ve lise öğrencilerine yönelik ROBOT projesi, STEM eğitiminde robot programlama konusunda öğrenciler ve öğretmenler için eğitim materyalleri geliştirerek, yaygınlaştırarak ortaokullar arasında eğitimin yenilikçiliğini ve disiplinler arası olmasını artırmayı amaçlamaktadır. Projenin amacı gelecekteki BT uzmanlarını eğitmek değildir. Robotiğin disiplinler arası doğası, sadece bilgisayar bilimleri dersleri sırasında değil, aynı zamanda fizik, matematik, mühendislik, mekanik, elektronik yani STEM'e dayanan tüm alanlarda (bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik) gelişmiş çözümlerin kullanılmasına izin vermektir (EC, 2020).

25.2.4.4. C.O.DE.4all Avrupa Eğitimde Herkes İçin Bilişimsel Düşünme ve Dijital Beceriler (Computational Thinking and Digital Skills in European Education for All) (2017-2019)

Proje “C.O.DE.4all”, yaratıcılık ve yenilik, eleştirel düşünme ve problem çözme, dijital yetkinlikler, sanal ekiplerde takım çalışması ve iş birliği, çoklu dil ve kültürel farkındalık gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek için Avrupa çapında bir okul ağı oluşturmayı amaçlamaktadır. Dikey hesaplamalı düşünme müfredatı oluşturmak için 3 ile 13 yaş arası öğrenciler için okulda kodlama ve yeni teknolojileri kullanmak için iyi uygulamalar, yenilikçi eğitim yolları geliştirmek ve paylaşmak da projenin amaçları arasındadır.

Bu nedenle proje, birbirinden öğrenmeyi, eleştirel ve hesaplamalı düşünmeyi geliştirmek için yeni faaliyetler ve metodolojileri birlikte deneyimlemeyi, aynı zamanda mümkün olan bir öğretmen “Kod Avrupa Topluluğu” inşa etmeyi odağına almıştır (EC, 2019).

25.2.4.5. Codinc – İçerme İçin Kodlama (Coding for Inclusion) (2018-2020)

“İçerme için kodlama”- CODINC, Avrupa’da örgün ve yaygın eğitim bağlamları için akran öğrenme pedagojik yöntemine dayanan kapsayıcı bir eğitim yaklaşımı ile dezavantajlı gençler arasında STEM alanlarında eğitimi teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Proje, çocukların ve gençlerin sadece dijital araçları kullanmalarını değil, aynı zamanda aktif olarak teknoloji yaratmalarını, BİT'in perde arkasına bir göz atarak ilham almalarını istemektedir. Bu şekilde iletişim, iş birliği, yaratıcılık, problem çözme ve eleştirel düşünme gibi 21.yüzyıl becerilerinin geliştirilerek, kalıcı bir fayda olarak dijitalleşmiş topluma katılmayı teşvik etmektedir (EC, 2020).

25.2.4.6. Roteco, İsviçre’de Robotik Eğitimi Öğretim Topluluğu (Robotic Education Teaching Community in Switzerland) (2019-2023)

Roteco projesi, dijital dünyada daha iyi vatandaşlar hazırlamak için eğitim robotları tarafından yetkilendirilmiş güçlü bir öğretmen topluluğu oluşturmayı amaçlamaktadır. Roteco projesi, öğrencileri dijital topluma hazırlamak isteyen bir öğretmen topluluğundan oluşmaktadır. Bu toplulukta öğretmenler, robotik ve daha genel olarak bilgisayar bilimi ile ilgili eğitim faaliyetlerini sınıfta kullanılmaya hazır bulur, geliştirir ve paylaşır. Bu alanlardaki en son haberler ve kurslarla bilgilendirilir. Roteco'nun misyonu, öğretmenlerin sınıflarında robotik ve bilgisayar bilimi faaliyetlerini yürütmelerine, hesaplamalı düşünme, bilgisayar bilimi ve kodlama faaliyetleri hakkında fikir alışverişinde bulunmalarına yardımcı olmaktır (EC, 2019).

25.3. STEM’de Kodlama Uygulamaları

21. yüzyılda başarılı bir yaşamın gerekliliği, hem güçlü bilgi işlemsel düşünme becerileri hem de karmaşık sorunları çözme yeteneği ile donatılmış bir vatandaşlık olarak ifade

edilmektedir (Office of Science and Technology Policy, 2016, s.5). Bilgi işlemsel düşünme, eğitim ortamlarında kodlamanın neden ve nasıl öğretildiği ile ilgili olsa da kodlama sürecinin temelini oluşturmaktadır. Kodlama öğretimi ile öğrenciler eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirip bilgisayarların nasıl çalıştığını anlarken aynı zamanda bu anlayışı diğer ortamlara aktarma fırsatı da bulmaktadırlar (Grover ve Pea, 2013; Papert, 1993). STEM ise gerçek dünyadaki sorunların çözümünde kullanılan çeşitli disiplinlerin amaca yönelik entegrasyonu olarak tanımlanmaktadır (Labov, Reid ve Yamamoto, 2010; Sanders, 2009).

Gerçek hayat problemlerinin çözümünde genelde farklı disiplinlerin bir araya getirilmesi yer almaktadır. Bu yüzden mevcut problemlerin çözümünde bir disipline bağımlı kalma problemleri daha karmaşık hale getirebilmektedir. Güncel problemlerin çözümünde disiplinler arası bir yaklaşım sergilenmesi bilgi, beceri ve deneyimin aktif olarak aynı amaca hizmet etmesini sağladığı için hedefe ulaşmayı da kolaylaştırmaktadır (Gülbahar, 2018). Hem STEM hem de kodlama disiplinler arası çalışmaya, 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasına hizmet etmektedir. Her STEM etkinliği kodlamayı kapsamadığı gibi her kodlama etkinliği de STEM etkinliği olmamaktadır. Bu çalışma kodlamayı kapsayan STEM uygulamalarını içermektedir. Çalışmada kodlama ile gerçekleştirilebilecek STEM uygulamaları metin tabanlı, blok tabanlı ve robotik kodlama olarak sınıflandırılmıştır. Bunun nedeni ise metin tabanlı uygulamaların daha büyük yaş grupları için daha uygun olması, daha zorlayıcı (görsel programlama ortamları ile yapılması zor veya imkânsız) olması, blok tabanlı uygulamaların küçük yaş grupları için daha uygun ve kolay olması, robotik uygulamaların ise farklı olarak fiziksel bir nesnenin programlanmasını, birleştirilmesini ve çalıştırılabilir hale gelmesini içermesidir.

25.3.1. Blok Tabanlı Kodlama Uygulamaları

Programlama öğreniminde karşılaşılan zorlukları ortadan kaldırmak amacıyla günümüzde görsel programlama ortamlarının kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır (Malan ve Leitner, 2007). Bu ortamlar sözdizimi bilgisi gerektirmeyen sürükle bırak yöntemine dayalı ara yüzleri sayesinde herhangi bir kod yazımına ihtiyaç duymadan öğrencilerin kolaylıkla projelerini oluşturabilmelerine imkân sağlamaktadır. Bu ortamlarda kullanılan kodların bloklar halinde olması, soyut kavramlar olan “değişken, döngü, dizi” gibi temel programlama yapılarını öğrenenler açısından daha anlaşılır hale getirmektedir (Özer, 2019).

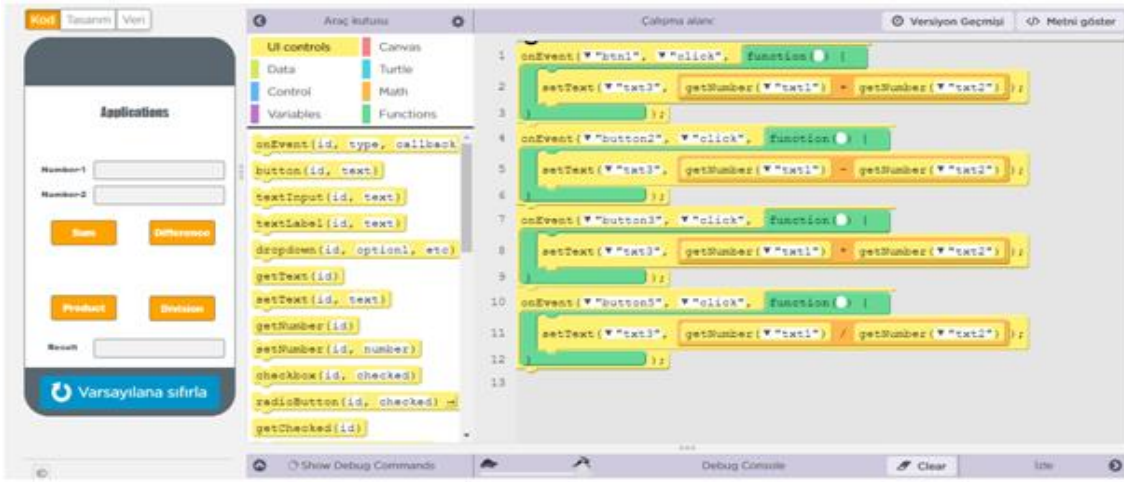
Aşağıdaki şekil verilen kodlama eğitimindeki yazılımlar incelenecek olursa, code.org, Scratch ve Mblock gibi yazılımlar programlama eğitiminin yaş aralığını ilköğretim düzeyine indirgeyerek, başarılı sonuçlar verdiği söylenebilir. Birçok ülkede görülüyor ki programlama eğitimi öğretim programlarına dahil edilerek öğrencilere erken yaşta analitik düşünme becerileri kazandırılmaktadır.

Kodlama Ortamı	Web Adresi	Desteklediği İşletim Sistemi	Ücret Durumu	Dil Destiği	Mobil Uyum	Örnek Projeler	Sosyal Medya/Blog Yordim Destiği
Scratch	http://www.scratchjr.org/	Mac, Linux, Windows	Ücretsiz	✓	✓	✓	✓
code.org	https://code.org/	Mac, Linux, Windows	Ücretsiz	✓	✓	✓	✓
Bitsbox	https://bitsbox.com/	Mac, Linux, Windows, iOS, Android	Ücretli	✓	✓	✓	✓
Code Monkey	https://www.playcodemonkey.com/	Mac, Linux, Windows	Ücretli	✓	✓	✓	✓
Code Combat	https://codecombat.com/	Mac, Linux, Windows	Ücretsiz	✓	x	✓	✓
Lightbot	https://lightbot.com/	Mac, Linux, Windows, iOS, Android	Ücretli	✓	✓	✓	✓
Grok Learning	https://groklearning.com/	Mac, Linux, Windows	Ücretsiz	x	✓	✓	✓
Kidsruby	http://kidsruby.com/	Mac, Linux, Windows	Ücretsiz	x	✓	✓	✓
Bomberbot	http://landing.bomberbot.com/	Mac, Linux, Windows	Ücretli	✓	✓	✓	✓
Touch Develop	https://www.touchdevelop.com/	Mac, Linux, Windows	Ücretsiz	x	x	✓	✓
Tech Rocket	https://www.techrocket.com	Mac, Linux, Windows	Ücretli	..	✓	✓	✓
RoboMind	https://www.robomindacademy.com	Mac, Linux, Windows, iOS, Android	Ücretli	✓	✓	✓	✓
Mad Learn	http://crescerance.com	Mac, Linux, Windows, iOS, Android	Ücretsiz	x	✓	✓	✓
Green Foot	https://www.greenfoot.org	Mac, Linux, Windows	Ücretsiz	x	✓	✓	✓
Thimble Mozilla	https://thimble.mozilla.org	Mac, Linux, Windows	Ücretsiz	✓	✓	✓	✓
App Inventor	http://appinventor.mit.edu	Mac, Linux, Windows	Ücretsiz	x	✓	✓	✓
AlicanCode	https://www.alicancode.com	Mac, Linux, Windows	Ücretli	✓	✓	✓	✓

Şekil 25.2. Kodlama eğitiminde kullanılan öğretici yazılımlar (Özer, 2019).

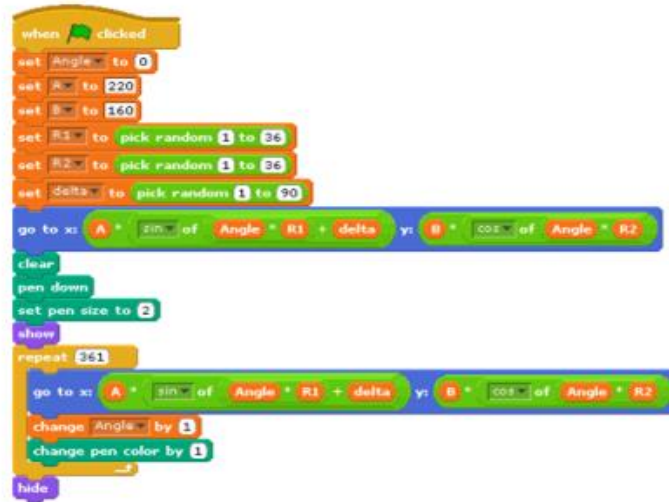
25.3.1.1. Blok Tabanlı Kodlama ile Yapılmış Örnekler

1- Aşağıda code.org ile yapılmış bir uygulama görülmektedir. Kutulara girilen değerlere göre öğrencilere basit düzeyde Matematik'te yer alan 4 işlem konusu öğretilirken STEM'in etkisiyle hem motivasyon hem de kalıcı öğrenme sağlanmaktadır.



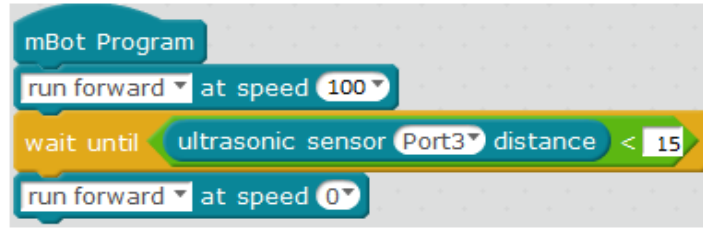
Şekil 25.3. Code.org platformuyla blok tabanlı kodlama örneği

2- Bloklarla programlama imkânı veren Scratch, sunduğu bu görsel kodlama ortamı ile düşük seviyeden yüksek seviyelere kadar program yazmak isteyenler için tercih sebebi olabilmektedir (Grover ve Pea, 2013). Sürükle bırak tarzı uygulamalar içeren Scratch ile küçük yaştaki öğrenciler sadece programlama öğrenmekle kalmamakta aynı zamanda yüksek düzeyli düşünme becerilerini de geliştirmektedirler (Zhang, Yang, Luan, Yang ve Chua, 2014).



Şekil 25.4. Blok tabanlı kodlama Scratch örneği (Yünkül, Durak, Çankaya ve Mısırlı, 2017).

3- Blok tabanlı programlama imkânı veren programlar sensör, kontrol kartları ve devre elemanları ile de kullanılabilir. Aşağıdaki örnekte mBot 100 hızıyla hareket ederken ultrasonik sensör 15 cm'den daha yakın bir engel algıladığında mBot'un durması sağlanmaktadır.



Şekil 25.5. Blok tabanlı mBot uygulaması

Yukarıda verilen örnekleri Şekil 25.2’de verilen tabloya göre çoğaltmak mümkündür. Örneklere bakıldığında blok tabanlı görselleştirilmiş yazılımlar ile en temel düzeyden başlayarak herhangi bir nesne olmadan STEM çalışmaları yapılabildiği, bunun yanı sıra blok tabanlı yazılımların robot ve sensörlere entegrasyonu ile daha gelişmiş STEM çalışmaları yapılabildiği görülmektedir. Öğrencilerin 21. yüzyıl ihtiyaçları doğrultusunda analitik düşünen bireyler olmaları için oyun tabanlı, görselleştirilmiş programların ders müfredatlarına entegre edilmesi kaçınılmaz hal almıştır.

25.3.2. Metin Tabanlı Kodlama Uygulamaları

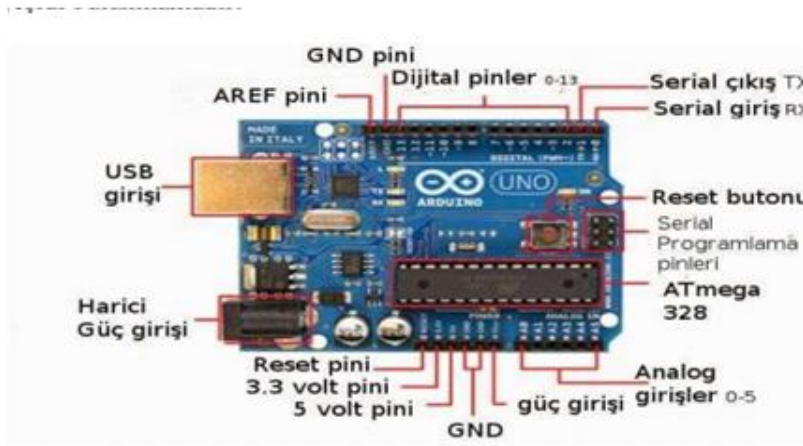
Metin tabanlı kodlama uygulamalarını C, C++, C#, PHP, Python dilleri gibi birçok dilde geliştirmek mümkündür. Aşağıdaki örnekte Python diliyle yazılmış bir program kodu görülmektedir. Bir önceki bölümle blok tabanlı kodlama ile yapılan örnek burada metin tabanlı programlama ile yapılmıştır.

```
main.py
1 # Online Python compiler (interpreter) to run Python online.
2 # Write Python 3 code in this online editor and run it.
3 print("Metin Tabanlı Uygulama Örneği Python")
4
5 sayi1 = int(input("sayi1 giriniz: "));
6 sayi2 = int(input("sayi2 giriniz: "));
7 print("Toplam:", sayi1 + sayi2)
8 print("Fark:", sayi1 - sayi2)
9 print("Çarpım:", sayi1 * sayi2)
10 print("Bölüm:", sayi1/sayi2)

Shell
Metin Tabanlı Uygulama Örneği Python
sayi1 giriniz: 10
sayi2 giriniz: 5
Toplam: 15
Fark: 5
Çarpım: 50
Bölüm: 2.0
>
```

Şekil 25.6. Metin tabanlı kodlama uygulaması

Arduino geliştirme kartı, açık kaynak kodlu olarak geliştirilmiş yazılım ve donanım tabanlı bir elektronik platformdur. Arduino kartları sensör verilerini okuyabilmekte (parmak izi gibi) veya veri yazabilmektedir (motor durdurma, çalıştırma gibi). Üzerinde bulunan mikroişlemciye komut gönderilebilmektedir. Donanımı programlamak için Wiring tabanlı Arduino Programlama dili ve Arduino yazılım geliştirme aracı (IDE) gereklidir (“Arduino Nedir?,” 2019). Geliştirme kartı farklı ihtiyaçlara göre farklı özellikler içerecek şekilde tasarlanmıştır ve geliştirilmiştir. Arduino geliştirme kartının birçok çeşidi bulunmaktadır.

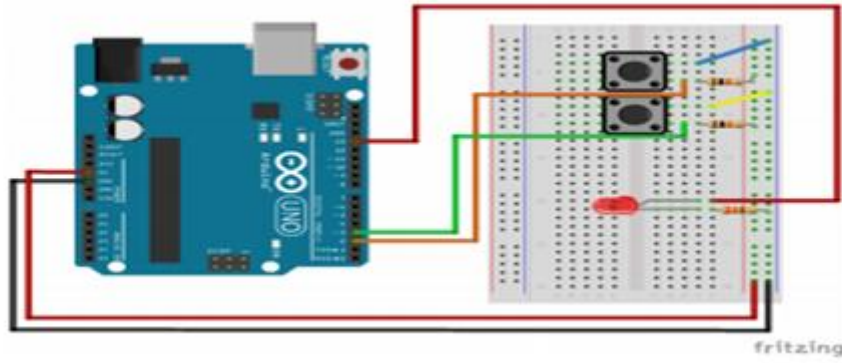


Şekil 25.7. Arduino Uno Kartı ve Giriş Çıkışları (“Arduino Uno Çeşitleri,” 2019)

Şekil 25.7 'de en yaygın kullanılan Arduino çeşidi olan Uno'nun resmi ve giriş çıkışları gösterilmiştir. Arduino çeşitlerine bakıldığında Uno, Leonardo, Micro, Robot, Pro, Zero, Esplora, Mega, Lily Pad, Nano gibi farklı amaçlar için üretilmiş birçok çeşidi bulunmaktadır. Bu çeşitliliğin nedeni giriş çıkış sayısındaki farklı ihtiyaçlar, farklı boyutlardaki ihtiyaçlar, giyilebilir olması, çalışma frekansı, bellek kapasitesi ve benzeri etkenlerden kaynaklanmaktadır (“Arduino Uno Çeşitleri,” 2019).

Bir örnekle Arduino kartının metin tabanlı programlama yani Arduino IDE kullanarak programlanmasını inceleyelim;

Aşağıda devre kurulumu yapıp, her iki butona basıldığında LED'in yanmasını sağlayalım. Programda 2 buton ve 1 led tanımlayıp her iki butona basılması durumunda oku1 ve oku2 HIGH olacağından if bloğunun içine girer ve LED'i yakar (“Bir Parça Kod!”, 2016).



Şekil 25.8. LED Buton Devre Şeması (“Bir Parça Kod!”, 2016)

```
int buton1 = 2; // butonu 2. pine tanımladık
int buton2 = 3; // butonu 3. pine tanımladık
int led = 13; // ledi 13. pine tanımladık

void setup() {
  pinMode(buton1, INPUT); // 2. pin giriş oldu
  pinMode(buton2, INPUT); // 3. pin giriş oldu
  pinMode(led, OUTPUT); // 13. pin çıkış oldu
}

void loop(){ //sonsuz döngü
  int oku1= digitalRead(2);
  int oku2= digitalRead(3);

  if (oku1 == HIGH && oku2 == HIGH) {
    digitalWrite(led, HIGH); // ledi yak
  }
}
```

Şekil 25.9. Metin Tabanlı Kodlar (“Bir Parça Kod!”, 2016)

25.3.3. Robotik Kodlama Uygulamaları

STEM uygulamalarında en çok eğitsel robotik setlerin kullanıldığı alanyazında yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Yolcu ve Demirel, 2017). STEM uygulamalarında öğrencilerden, fen ve matematik dersinde öğrendiği bilgileri kullanarak günlük yaşam problemini çözen bir tasarım ortaya çıkarması beklenmektedir.

Tasarımın inşa sürecinde STEM’deki mühendislik ve teknoloji disiplinleri devreye girmektedir. Öğrenciler tasarımı yaparken mühendislik süreçlerini kendilerine rehber edinir ve teknolojiyi kullanırlar. Bu yönden STEM ile robotik çalışmalar arasında bir bağ kurulmaktadır. “STEM uygulamaları yapılırken robotik etkinliklere yer vermek öğrencilerin; mühendislik, tasarım ve kodlama becerileri kazanmasında önemli rol oynar” (Koçak, 2019).

Robotik setlerde ve elektronik kartlarda çeşitli sensörler, motorlar, ledler, butonlar, hoparlör vb. çevre elemanları bulunmaktadır. Prototipi için gerekli olan çevre elemanlarını kullanarak tasarım yapılır. Çevre elemanlarının çalışması için de kodlama yapılmalıdır. Robotik setler ve elektronik kartların blok tabanlı kodlamaya imkân vermesi, öğrencilerin kodlama becerisini erken yaşlarda kazanmasını sağlamaktadır.

25.3.3.1. Eğitimde Kullanılabilecek Robotik Uygulamalar

Lego Eğitimi: İlkokul, ortaokul ve lise öğrencilerinin uygulamalı olarak kullanabileceği eğitsel robotik setler sunar (Lego Education, 2021).

Tablo 25.1.

Lego Eğitimi robotik setlerinin hitap ettiği öğrenci seviyesi

LEGO [®] Education WeDo 2.0	İlkokul
LEGO [®] Education SPIKE [™] Prime	Ortaokul
LEGO [®] MINDSTORMS [®] Education EV3	Lise

VEX Robotik: İlkokul, ortaokul ve lise öğrencilerinin uygulamalı olarak kullanabileceği eğitsel robotik setler sunar (VEX, 2021).

Tablo 25.2.

VEX Robotik robot setlerinin hitap ettiği öğrenci seviyesi

VEX GO	İlkokul
VEX IQ	Ortaokul
VEX V5	Lise

Arduino: Ortaokul ve lise öğrencilerin STEM projelerinde kullanabilecekleri donanım ve yazılıma dayalı açık kaynaklı elektronik mikro denetleyici karttır. Arduino karta sensör ve motor gibi çevre birimlerini ekleyerek kodlama yoluyla bir dizi talimatlar gönderip karta ne yapacağı söylenebilir (Arduino, 2021).

Micro:bit: İngiltere’de BBC tarafından geliştirilmiş yazılım ve donanımın birlikte nasıl çalıştığını öğreten cep boyutunda bir bilgisayardır. Micro:bit kartın üzerinde bulunan giriş/çıkış

elemanı ve sensörlerin yerleşik olması, kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Daha çok ilkokul öğrencileri tarafından tercih edilmektedir (Microbit, 2021).

Bee-bot: Okul öncesi çağıdaki çocuklara algoritmik düşünme, kodlama, tahmin etme ve problem çözme becerisi kazandırmak için tasarlanmış bir eğitim robotudur. Yön tuşlarıyla yapılacak kodlama ile Bee-bot ileri, geri, sağ ve sola hareket eder, sesli ve ışıklı geri bildirim verir (Robotistan, 2021).

mBot: İlkokul ve ortaokul seviyesindeki öğrencilere robot kodlamayı öğretmeyi basit ve eğlenceli hale getiren, STEM projelerinde kullanabilecekleri bir eğitim robotudur (Makeblock, 2021).

Raspberry Pi: Kredi kartı boyutunda bir bilgisayardır. STEM projeleri oluşturmak, programlamayı ve dijital tasarımlar yapmayı öğretmek için kullanılmaktadır (Raspberry Pi, 2021).

25.4. Sonuçlar

WEF, OECD ve TÜSİAD gibi odağı ekonomi olan kurumların eğitim ve özellikle STEM alanlarında çeşitli raporlar yayımlamalarının nedeni ekonomik kalkınma için ihtiyaç duyulan nitelikli iş gücünün nitelikli eğitimle özellikle STEM eğitimiyle mümkün olması düşüncesidir. Tek bir disiplinle çözülemeyecek olan 21. yüzyılın karmaşık problemlerinde teknolojinin de hızlı ilerleyişiyle birlikte kodlama becerisi ön plana çıkmaktadır. Avrupa ve dünyadaki pek çok araştırmacı, öğrencilerin bilgisayar bilimleri ve kodlama konusunda bilgi ve becerilerinin artması gerektiğini düşünmektedirler (Balanskat ve Engelhardt, 2015). Çünkü bilgisayar bilimi ve kodlamanın sadece kod yazmak değil aynı zamanda küresel problemleri bilimsel ve yenilikçi yöntemlerle çözmek olduğunu söylemek mümkündür (Kwon, 2017). Bu yüzden Türkiye’de dahil dünyadaki pek çok ülke kodlamayı öğretim programlarına zorunlu, seçmeli ders, kurs ya da kulüpler gibi çeşitli şekillerde dahil etmeye başlamışlardır. Okul öncesinden itibaren K-12 eğitiminin tüm seviyelerinde kodlama öğretimi bilgisayarsız kodlama, blok tabanlı kodlama, metin tabanlı kodlama ya da robotik uygulamalarla gerçekleştirilmektedir. STEM çalışmalarında kodlama uygulamalarının öğrencilerin hem mühendislik tasarım becerilerini desteklediği hem de algoritmik düşünme, problem çözme, yaratıcılık ve iş birliği becerilerini artırdığı söylenebilir.

25.5. Kaynaklar

Adkins, R. C. (2012, 07 09). America Desperately Needs More Stem Students Heres How To Get Them. <https://www.forbes.com/sites/forbesleadershipforum/2012/07/09/america-desperately-needs-more-stem-students-heres-how-to-get-them/#37605a037497>

Arduino (2019). Arduino Nedir? <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

Arduino Uno Çeşitleri. (2019). Arduino Uno R3. <https://diyot.net/arduino-uno-r3/>

Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2015). *Computing Our Future: Computer Programming and Coding - Priorities, School Curricula and Initiatives Across Europe*. European Schoolnet. <http://www.eun.org/news/detail?articleId=652951>

Berland, M., & Wilensky, U. (2015). Comparing virtual and physical robotics environments for supporting complex systems and computational thinking. *Journal of Science Education & Technology*, 24(5) 628–647.

Bers, M. U. (2017). Part I *Coding as Playground In Coding As A Playground. Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom*. New York, s. 196. <https://doi.org/10.4324/9781315398945>

Bers, M. U., & Resnick, M. (2016). *The Official Scratch Jr Book: Help Your Kids Learn to Code* (First Edit). USA: William Pollock.

Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kampylis, P., & Punie, Y. (2016). *Developing Computational Thinking in Compulsory Education- Implications For Policy And Practice*. İçinde Y. P. Panagiotis Kampylis (Ed.), Joint Research Centre (JRC) (Issue June). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2791/792158>

Care, E., & Griffin, P. (2018). *Educational Assessment in an Information Age Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. Springer International Publishing. s. 276. <http://www.springer.com/series/13475>

Demir, U. (2016). *Arduino Programlama Kitabı, Bir parça Kod!*.

Demirer, V., & Sak, N. (2016). Dünyada ve Türkiye'de programlama eğitimi ve yeni yaklaşımlar. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(3), 521-546.

Department for Education (UK). (2013). *Computing Programmes of Study: Key Stages 3 and 4*. <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>

Depryck, K. (2016). From Computational Thinking to Coding and Back. *ACM International Conference Proceeding Series*, 27–29.

European Commission (EC). (2016). *Robotics in Education*. Scientix. <http://www.scientix.eu/projects/project-detail?articleId=464248>

EC. (2016). COM (2016) 581 final. Strengthening European Investments for Jobs and Growth: Towards a Second Phase of the European Fund for Strategic Investments and a New European External Investment Plan.

EC. (2017). *Coding: Teachers' Aid on Creating Content for Learning Environments*. Scientix. <http://www.scientix.eu/projects/project-detail?articleId=555607>

EC. (2019). *C.O.DE.4all Computational Thinking and Digital Skills in European Education for All*. Scientix. <http://www.scientix.eu/projects/project-detail?articleId=689519>

EC. (2019). *Roteco, Robotic Education Teaching Community in Switzerland*. Scientix. <http://www.scientix.eu/projects/project-detail?articleId=917145>

EC. (2020). *Codinc – Coding for Inclusion*. Scientix. <http://www.scientix.eu/projects/project-detail?articleId=734606>

EC. (2020). *Robot- Learn to Code Using Robots*. Scientix. <http://www.scientix.eu/web/guest/projects/project-detail?articleId=1033112>

EC. (2020). *Education and Training Monitor 2020*. <https://op.europa.eu/webpub/eac/education-and-training-monitor-2020/countries/lithuania.html>

Estonian Education and Youth Board (2021). *ProgeTiger – Estonian Way to Create Interest in Technology*. Erişim: [https://www.educationestonia.org/progetiger/Goan, S., Cunningham, A., & Carroll, C. \(2006\). *Degree Completions in Areas of National Need, 1996–97 and 2001–02*. Washington, D.C.: National Center for Education Statistics. <http://nces.ed.gov/pubs2006/2006154.pdf>](https://www.educationestonia.org/progetiger/Goan, S., Cunningham, A., & Carroll, C. (2006). Degree Completions in Areas of National Need, 1996–97 and 2001–02. Washington, D.C.: National Center for Education Statistics. http://nces.ed.gov/pubs2006/2006154.pdf)

Google Inc., & Gallup Inc. (2016). *Trends in the state of computer science in U.S. K-12 Schools*. Erişim: <http://goo.gl/j291E0>

Griffin, P., McGaw, B., & Care, E. (2012). *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*, 9789400723, 1–345.

Grover, S. & Pea, R. (2013). *Computational thinking in K–12: A review of the state of the field*. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.

Gülbahar, Y. (2017). *Bilgi İşlemsel Düşünmeden Programlamaya*. Ankara: Pegem Akademi., s. 318-336.

Gülbahar, Y. (2018). *Bilgi İşlemsel Düşünmeden Programlamaya* (2. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Gülyüz, H., Dilber, R., & Erdoğan, İ. (2020). *STEM uygulamalarında öğretmen adaylarının kodlama eğitimi hakkındaki görüşleri*. *Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 71-83.

Haymana, İ. & Özalp, D. (2020). *Robotik ve kodlama eğitiminin ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin yaratıcı düşünme becerilerine etkisi*. *İstanbul Aydın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 247-274.

Koçak, F. (2019). *Stem ve maker eğitimi üzerine araştırmaların bir analizi ve metasentezi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü). <https://acikerisim.uludag.edu.tr/handle/11452/15205>

Kwon, K. (2017). Novice programmer's misconception of programming reflected on problem-solving plans. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 1(4), 14-24.

Labov, J. B., Reid, A. H., & Yamamoto, K. R. (2010). Integrated biology and undergraduate science education: a new biology education for the twenty-first century? *CBE Life Science Education*, 9, 10-16.

Lego Education (2021). LEGO® Education WeDo 2.0 Temel Seti. <https://education.lego.com/en-us/products/lego-education-wedo-2-0-core-set/45300#wedo-20>

Lego Education (2021). LEGO® Education SPIKE™ Prime Seti. <https://education.lego.com/en-us/products/lego-education-spike-prime-set/45678#spike%E2%84%A2-prime>

Lego Education (2021). LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 Çekirdek Seti. <https://education.lego.com/en-us/products/lego-mindstorms-education-ev3-core-set/5003400#lego-mindstorms-education-ev3>

Lishchuk, R. (2021, March 9). How large would tech giants be if they were countries? <https://mackeeper.com/blog/tech-giants-as-countries/>

Makeblock (2021). Scratch, Arduino C için mBot STEM Eğitim Kodlama Robot Kiti. <https://store.makeblock.com/products/diy-coding-robot-kits-mbot>

Malan, D. J., & Leitner, H. H. (2007). Scratch for budding computer scientists. *ACM SIGCSE Bulletin* 39(1), 223-227.

McCormack, A. (2014). The e-skills manifesto: A call to arms. Brussels: European Schoolnet (EUN Partnership AISBL).

MEB. (2018a). 2023 Eğitim Vizyonu. Erişim: <https://2023vizyonu.meb.gov.tr/>

MEB. (2018b). *Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi Öğretim Programı (Ortaokul 5 ve 6. sınıflar)*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.

MEB. (2018c). *Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi Öğretim Programı (İlkokul 1, 2, 3 ve 4. sınıflar)*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.

MEB. (2018d). *Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi Öğretim Programı (Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.

MEB. (2018e). *Bilgisayar Bilimi Dersi (Kur 1-2) Öğretim Programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.

MEB. (2018f). *Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Anadolu Meslek ve Anadolu Teknik Programı Bilişim Teknolojileri Alanı Çerçeve Öğretim Programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.

Microbit (2021). Başlamak. <https://microbit.org/get-started/first-steps/introduction/#learn-how-computers-work>

Mims, C. (2015). Coding Is Your Child's Key to Unlocking the Future. *Wall Street Journal - Eastern Edition*. <http://www.wsj.com/articles/why-coding-is-your-childs-key-to-unlocking-the-future-1430080118>

Nunziato, D. C. (2017). With Great Power Comes Great Responsibility: Proposed Principles of Digital Due Process for ICT Companies. *SSRN Electronic Journal*. 53, <https://doi.org/10.2139/ssrn.2989993>

Özer, F. (2019). *Kodlama eğitiminde robot kullanımının ortaokul öğrencilerinin erişimi, motivasyon ve problem çözme becerilerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Özsoylu, A. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 41-64. Erişim: <http://dergipark.gov.tr/cuiibfd/issue/34826/387693>

Papert, S. (1993). *The Children's Machine: Rethinking School in The Age of The Computer*. New York, NY: Basic Books, Inc.

Raspberry Pi (2021). Hakkımızda. <https://www.raspberrypi.org/about/>

Robotistan (2021). Bee-Bot Okul Öncesi Programlama Robotu. https://www.robotistan.com/bee-bot-okul-oncesi-programlama-robotu?gclid=Cj0KCQjw8IaGBhCHARIsAGIRRYoV_V9WhYWIGD9_5HaKK20tS0_SnIq_cKoTo0yd33wmHc-t8KeX9rNQaAsWEEALw_wcB

Rushkoff, D. (2010). *Program or Be Programmed: Ten Commands for a Digital Age*. <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=SB474JCHewcC&pgis=1>

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.

Sayın, Z. ve Seferoğlu, S. S. (2016). Yeni bir 21. yüzyıl becerisi olarak kodlama eğitimi ve kodlamanın eğitim politikalarına etkisi. Akademik Bilişim Konferansı, 3-5. http://yunus.hacettepe.edu.tr/~Sadi/yayin/AB16_Sayin-Seferoglu_Kodlama.pdf

Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2019). On birinci kalkınma planı (2019-2023). <http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/On-Birinci-Kalkinma-Plani.pdf>

Şimşek, İ. (2018). Dünyada Programlama Öğretimi. İçinde Y. Gülbahar ve H. Karal (Ed.). *Kuramdan Uygulamaya Programlama Öğretimi* (38-65). Ankara: Pegem Akademi.

TTKB. (2012). 2012 yılı talim ve terbiye kurulu kararları. https://ttkb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2020_02/21170710_fihrist_2012.pdf

VEX Robotics (2021). VEX GO Kitleri. <https://www.vexrobotics.com/go-kits.html#description>

VEX Robotics (2021). VEX IQ Kitleri. <https://www.vexrobotics.com/228-3670.html>

VEX Robotics (2021). VEX V5 Sınıf Başlangıç Kiti. <https://www.vexrobotics.com/catalog/product/view/id/1870/s/276-7110/>

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of The Acm*, 49(3), 33-35.

World Economic Forum (2020). The Future of Jobs Report 2020. Geneva: World Economic Forum. Erişim: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf

Yolcu, V., & Demirer, V. (2017). A Review on the Studies about the Use of Robotic Technologies in Education. *SDU International Journal of Educational Studies*, 4(2), 127-139. Erişim: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sduijes/issue/32846/340897>

Yünkül, E., Durak, G., Çankaya, S. ve Mısırlı, Z. (2017). Scratch Yazılımının Öğrencilerin Bilgisayarca Düşünme Becerilerine Etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(2), 502-517.

Zhang, H., Yang, Y., Luan, H., Yang, S., & Chua, T. S. (2014). *Start from Scratch*. In Proceedings of the ACM International Conference on Multimedia- MM'14. ACM Digital Library, 187-196. <http://doi.org/10.1145/2647868.2654915>

Millî Eğitim Bakanlığı
Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü

Eylül 2021



SCIENTIX
The community for science
education in Europe