

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ



**STEM TEMELLİ LABORATUVAR UYGULAMALARININ FEN
BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL YARATICILIK,
BİLİMSEL SÜREÇ VE 21.YÜZYIL BECERİLERİNE ETKİSİ**

BUSE GÜLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Ayberk BOSTAN SARIOĞLAN (Tez Danışmanı)
Prof. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER
Prof. Dr. Nermin BULUNUZ

BALIKESİR, HAZİRAN- 2025

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**STEM Temelli Laboratuvar Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık, Bilimsel Süreç ve 21.Yüzyıl Becerilerine Etkisi**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım esere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Buse GÜLER

ÖZET

**STEM TEMELLİ LABORATUVAR UYGULAMALARININ FEN BİLGİSİ
ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL YARATICILIK, BİLİMSEL SÜREÇ VE 21.
YÜZYIL BECERİLERİNE ETKİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BUSE GÜLER
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. AYBERK BOSTAN SARIOĞLAN)**

BALIKESİR, HAZİRAN – 2025

Bu çalışmanın amacı, STEM yaklaşımının 3. sınıf Fen Bilgisi öğretmen adaylarının “Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I” dersi kapsamında STEM uygulamaları gerçekleştirmelerinin öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri ve 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkisini incelemektir. Çalışmada tek grup ön test- son test zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Çalışma, 2024-2025 eğitim öğretim yılında Balıkesir ilinde bir devlet üniversitesinin 3. sınıfında öğrenim görmekte olan 29 fen bilgisi öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak “Bilimsel Yaratıcılık Testi”, “Bilimsel Süreç Becerileri Testi” ve “Çok Boyutlu 21. Yüzyıl Ölçeği” kullanılmış; bu ölçekler uygulama öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analiz edilmesinde SPSS 20.0 istatistik programı kullanılmıştır. Veriler normal dağılıma uyum sağlamadığı için Wilcoxon işaretli sıralar testi ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, STEM yaklaşımının her üç beceri alanında da anlamlı bir fark yaratmadığı görülmekle birlikte öğretmen adaylarının bu beceri alanlarında toplam puanlarının olumlu bir artışa sahip olduğu da gözlenmiştir. Çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının bu tür uygulamalardan nasıl daha fazla yararlanabileceğine dair önerilerde bulunulmuştur.

ANAHTAR KELİMELELER: 21. yüzyıl becerileri, bilimsel süreç becerileri, bilimsel yaratıcılık, fen bilgisi öğretmen adayları, laboratuvar uygulamaları, STEM

ABSTRACT

THE EFFECT OF STEM-BASED LABORATORY PRACTICES ON SCIENCE TEACHER CANDIDATES' SCIENTIFIC CREATIVITY, SCIENTIFIC PROCESS AND 21ST CENTURY SKILLS

MSC THESIS

BUSE GÜLER

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION

ELEMENTARY SCIENCE EDUCATION

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. AYBERK BOSTAN SARIOĞLAN)

BALIKESİR, JUNE - 2025

The aim of this study is to examine the effect of STEM approach on the scientific creativity, scientific process skills and 21st century skills of pre-service 3rd grade science teachers' performing STEM applications within the scope of "Science Teaching Laboratory Practices I" course. A one-group pretest-posttest weak experimental design was used in the study. The study was conducted with 29 pre-service science teachers studying in the 3rd grade of a state university in Balıkesir province in the 2024-2025 academic year. "Scientific Creativity Test", "Scientific Process Skills Test" and "Multidimensional 21st Century Scale" were used as data collection tools in the study; these scales were applied to pre-service teachers before and after the application. SPSS 20.0 statistical program was used to analyze the data obtained. Since the data did not fit the normal distribution, they were analyzed with Wilcoxon signed-rank test. In line with the findings obtained, it was observed that the STEM approach did not create a significant difference in all three skill areas, but it was also observed that the total scores of pre-service teachers in these skill areas had a positive increase. As a result of the study, suggestions were made on how pre-service teachers can benefit more from such applications.

KEYWORDS: 21st century skills, scientific process skills, scientific creativity, pre-service science teachers, laboratory practices, STEM

Science Code/ Codes:13501

Page Number: 149

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
1.GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı.....	3
1.2 Araştırmanın Önemi.....	4
1.3 Problem Cümlesi.....	5
1.4 Alt Problemler	5
1.5 Sayıtlar	6
1.6 Sınırlılıklar.....	6
1.7 Kısaltmalar	6
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	8
2.1 STEM Öğrenme Yaklaşımı.....	8
2.2 STEM'in Eğitime Girişi.....	9
2.3 Fen Eğitiminde STEM'in Yeri.....	12
2.4 STEM'in Türkiye'ye Girişi	13
2.5 Türkiye'de STEM Eğitiminde Yapılan Çalışmalar.....	15
2.6 Yurt Dışında STEM Eğitiminde Yapılan Çalışmalar	30
2.7 Akademik Başarı	34
2.8 Laboratuvar Uygulamalarında STEM Eğitimi	36
2.9 Yaratıcılık	39
2.10 Eleştirel Düşünme	40
2.11 Bilimsel Süreç Becerileri.....	42
2.11.1 Temel bilimsel süreç becerileri	42
2.11.2 Üst düzey bilimsel süreç becerileri.....	46
2.12 21.Yüzyıl Becerileri	49
3.YÖNTEM	52
3.1 Araştırma Modeli.....	52
3.2 Çalışma Grubu.....	53
3.3 Veri Toplama Araçları.....	53
3.3.1 Bilimsel yaratıcılık testi (BYT)	53
3.3.2 Bilimsel süreç becerileri testi (BSBT)	54
3.3.3 Çok boyutlu 21.yüzyıl becerileri ölçeği (ÇBYYBÖ)	55
3.4 Veri Analizi	56
3.5 Veri Toplama Süreci.....	59
4. BULGULAR	66
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	72
5.1. Tartışma ve Sonuç	72

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

5.1.1 STEM eğitiminin 3.sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık düzeylerindeki etkisine ilişkin tartışma.....	72
5.1.2 STEM eğitiminin 3.sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri düzeylerindeki etkisine ilişkin tartışma.....	73
5.1.3 STEM eğitiminin 3.sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri düzeylerindeki etkisine ilişkin tartışma.....	75
5.1.4 STEM temelli laboratuvar uygulamalarına ilişkin çoklu karşılaştırma test sonuçlarının tartışılması	76
5.2 Öneriler.....	78
6. KAYNAKLAR.....	80
EKLER.....	101
EK A: Ölçekler	102
EK A.1: Bilimsel yaratıcılık testi	102
EK A.2: Bilimsel süreç becerileri testi	104
EK A.3: Çok boyutlu 21.yüzyıl becerileri ölçeği	115
EK B: Örnek ders planları	119
EK B.1:Ders planı şablonu	119
EK B.2: 1. Örnek öğretmen adaylarının hazırladığı ders planı	122
EK B.3: 2. Örnek öğretmen adaylarının hazırladığı ders planı	133
EK C: Ölçekler için alınan izinler	146
EK D: Etik kurul onay belgesi.....	147
EK E: Laboratuvar kullanım izni	148
ÖZGEÇMİŞ.....	149

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: STEM disiplinleri.....	2
Şekil 3.1: 8.hafta sürtünme ve basınç konularına ait grup çalışmalarına dair görseller.....	61
Şekil 3.2: 7.hafta sabit süratlı hareket konusuna ait görsel.....	61
Şekil 3.3: 8. hafta sürtünme konusuna ait görsel	62
Şekil 3.4: 11.hafta ses konusuna ait görsel.....	62
Şekil 3.5: 12 hafta boyunca araştırmaya katılan öğretmen adayları.....	63
Şekil 3.6: 10. hafta Madde ve Isı, Sıcaklık konusuna dair hazırlanan örnek termos tasarımları.....	64
Şekil 3.7: 11. hafta Optik konusuna dair hazırlanan örnek futbol sahası tasarımları.....	65

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Bilimsel süreç becerileri.....	42
Tablo 3.1: Çalışmanın süreci.....	52
Tablo 3.2: Fen bilgisi öğretmen adaylarının cinsiyet ve sayısal dağılımı.....	53
Tablo 3.3: BYT değerlendirilme alt boyutları.....	54
Tablo 3.4: BSBT yer alan maddelerin sorulara dağılımı.....	55
Tablo 3.5: ÇBYYÖ madde alt boyutları ve madde sayıları.....	56
Tablo 3.6: BYT Puanlama Kriterleri.....	57
Tablo 3.7: BYT Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları.....	58
Tablo 3.8: BSBT Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları.....	59
Tablo 3.9: ÇBYYBÖ Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları.....	59
Tablo 4.1: BYT Wilcoxon işaretli sıralar testinden elde edilen bulgular.....	66
Tablo 4.2: BYT betimsel analizinden elde edilen bulgular.....	67
Tablo 4.3: BSBT Wilcoxon işaretli sıralar testinden elde edilen bulgular.....	67
Tablo 4.4: BSBT betimsel analizinden elde edilen bulgular.....	68
Tablo 4.5: ÇBYYBÖ Wilcoxon işaretli sıralar testinden elde edilen bulgular.....	68
Tablo 4.6: ÇBYYBÖ betimsel analizinden elde edilen bulgular.....	69
Tablo 4.7: Ölçeklere yönelik farklara ilişkin Friedman testinden elde edilen bulgular.....	69
Tablo 4.8: Ölçeklerin farklarına ilişkin ön test post hoc analizinden elde edilen bulgular...	70
Tablo 4.9: Ölçeklerin farklarına ilişkin son test post hoc analizinden elde edilen bulgular..	71

SEMBOL LİSTESİ

f	: Frekans
N	: Örneklem Büyüklüğü
P	: Anlamlılık Düzeyi
SD	: Standart Sapma
X²	: Ki-kare (Chi-square)
Z	: Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi İstatistiği

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmalarım süresince değerli bilgi ve tecrübesiyle beni yönlendiren, her karşılaştığım sorunda bana destek olup vakit ayıran sayın danışman hocam Doç. Dr. Ayberk BOSTAN SARIOĞLAN'a

Hayatım boyunca maddi manevi desteğini esirgemeyen, üzerimde büyük emekleri olan annem Hatice GÜLER'e, babam Ahmet GÜLER'e ve ağabeyim Furkan GÜLER'e

İçime her umutsuzluk düştüğünde bana olan desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, her daim yanımda olan sevgili arkadaşım Emre BAŞTEPE'ye

Tez uygulamasıyla yaptığım tüm çalışmalarda bana yardımcı olan değerli hocalarım, sevgili dostlarım Elif YILMAZ ve Melek Özlem ÖZKAN'a ve uygulamalarda hiçbir sorun yaşatmayan fen bilgisi öğretmen adaylarına,

tüm kalbimle teşekkürlerimi sunuyorum. Desteklerinizi hiçbir zaman unutmayacağımı bilmenizi isterim.

Balıkesir, 2025

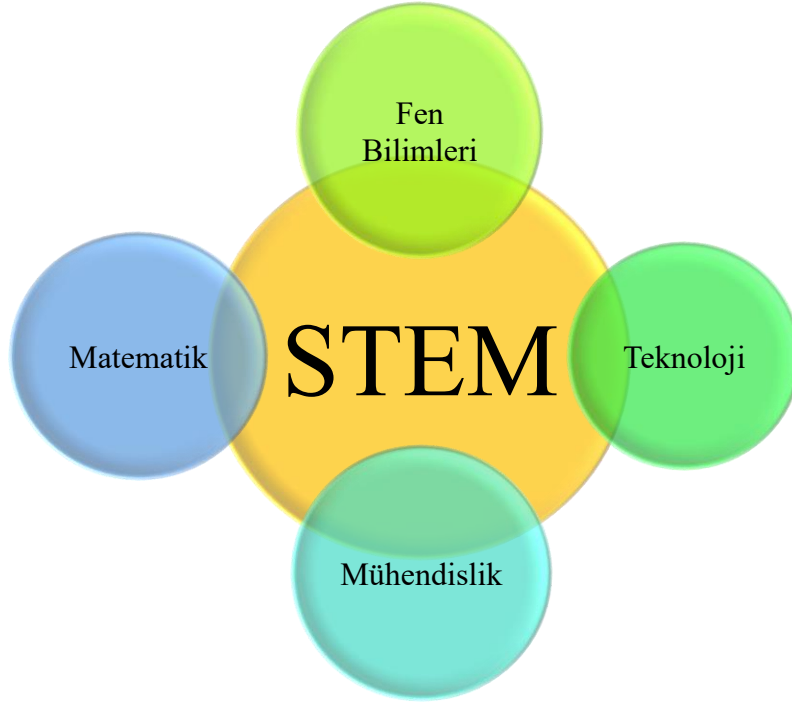
Buse GÜLER

1. GİRİŞ

21. yüzyıl, buluş, üretim ve teknolojik gelişme yarışlarının hızla ivme kazandığı bir çağdır. İnsanlık ise var olduğu günden bu yana değişim ve gelişim içinde olmuş, devamlı kendini yenileme çabasında bulunmuştur. Bu yenilenme çabası ile bireylerin yalnızca bilgiyi tüketen değil aynı zamanda üreten konumda olması beklenmektedir (Erdamar, Demirkan, Saraçoğlu ve Alpan, 2017). Bu sebeplerle 21. yüzyıl çağının gereksinimleri dikkate alındığında, birçok alanda köklü değişimler olmuştur. Bu köklü değişim gösteren alanlardan biri de eğitim alanıdır. Eğitim sistemlerindeki köklü değişiklikler ile öğrencilerin, yaratıcı, eleştirel, analitik düşünen bireyler olması beklenmektedir. Günümüzdeki eğitim politikalarında önemli olan sadece öğrencilerin sınav notlarındaki başarı değildir. Aynı zamanda öğrencilerin problem çözme, iletişim, iş birliği, yaratıcı, analitik ve eleştirel düşünme gibi 21.yüzyıl becerilerini kazanması da önemlidir (Becker and Park, 2011). Geleneksel eğitim anlayışına bakıldığında, bu becerilerin kazandırılması yetersiz kalmaktadır. Bu sebeple pek çok ülke geleneksel öğretim anlayışından çağdaş öğretim anlayışına geçiş yapmıştır. Geleneksel eğitim anlayışı, öğretmenin merkezde aktif, öğrencinin ise pasif dinleyici konumunda olduğu, ezberci ve otoriter bir modeldir. Öğretmen bilginin tek kaynağıdır ve düz anlatımı tercih eder. Öğrenci bilgiyi ezberleyerek öğrenir, ancak bunu günlük yaşamla ilişkilendirmez. Her öğrencinin aynı yöntem ve teknik ile öğrenmesi beklenir. Değerlendirme noktasında ise süreç değil, sonuç önemlidir. Öğrencinin başarılı olmasındaki tek kriter, sınav sonucunda aldığı notlardır. Öğrenci merkezli çağdaş eğitim anlayışında ise öğretmen rehber konumundadır. Öğrenci ise süreç içerisinde düşünen, eleştiren, araştıran ve sorgulayandır. Öğrenci bilgiye kendisi ulaşır, süreçte aktiftir (Alatlı, 2014). Bilgiler diğer disiplinlerle ve günlük hayat ile bağdaştırılır. Değerlendirme noktasında ise sürecin nasıl yönetildiği ve ne kattığı önemlidir. Aynı zamanda çağdaş eğitim anlayışı, problem çözme, yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeye de olanak tanır. Her öğrenci biriciktir ve farklı yöntem tekniklerle öğrenir (Işık ve Yenice, 2012). Önemli olan sınav sonuçlarındaki başarı değil öğrencinin bilgiyi nasıl yapılandığıdır. Bu bağlamda öğrenci merkezli, çağdaş eğitim yaklaşımında, 21.yüzyıl çağı beklentilerinin karşılanabileceği görülmektedir.

Özellikle son yıllarda fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında düşünen, eleştiren, üreten, sorgulayan ve yaratabilen insan gücüne ihtiyaç vardır (Yıldırım ve Altun, 2015). Bu noktada karşımıza birçok yeni öğretim yöntem ve teknikleri çıkmıştır. Bunlardan birisi de STEM temelli öğrenme yaklaşımıdır. STEM (İngilizce Science,

Technology, Engineering, Mathematic kelimelerinin ilk harflerinden oluşturulmuştur) eğitimi dikkat çekmektedir (Bybee, 2013). Ülkemizde STEM kısaltması Türkçeye uyarlanarak FeTeMM olarak adlandırılmıştır (Akyıldız, 2020). Bu çalışma kapsamında ise STEM kısaltması kullanılacaktır.



Şekil 1.1: STEM disiplinleri

STEM, bilim/fen (science), teknoloji (technology), mühendislik (engineering) ve matematiği (mathematics) tek çatı altında birleştiren, disiplinler arası bir yaklaşımdır. Bireylerin var olan problem durumlarını tespit etmeyi ve bu problem durumlarına uygun çözüm yolları üretmesini hedefler. STEM eğitiminin temel amaçlarından biri, öğrencileri gerçek hayat problemlerine hazırlamaktır. Öğrenci derste öğrendiği bilgileri, günlük hayata transfer edebilmeli ve teorik bilgiyi pratiğe dönüştürmelidir. Bu sayede öğrenci, günlük hayatında karşısına çıkan problem durumlarını analiz ederek kolaylıkla çözümlenebilir.

STEM eğitiminin etkili bir şekilde uygulanabilmesi ve öğrencilerin bu yönde yetişmesi için, STEM eğitiminin okul öncesi dönemde başlayıp yükseköğrenime kadar devam eden bir süreç olarak tasarlanması önem arz etmektedir (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015). STEM eğitimi, öğrencilerin aktif katılımını ve problemlere farklı bakış açıları ile bakmayı hedeflediği için, öğrenci merkezli yaklaşımı benimsemektedir (Türk, 2019). Öğrenci merkezli eğitim, öğrencilerin bilgiyi kendilerinin keşfetmesinin sağlandığı ve öğrenme sürecinde daha fazla aktif oldukları, öğrenmelerinin sorumluluğunu

aldıkları bir anlayıştır (Yağan, 2022). STEM eğitiminde, öğrenciler ezberden uzak bir şekilde, araştırma ve sorgulama yaparak kendileri öğrenmektedir. Bu süreçte öğrencilere, gerçek dünya problemleriyle bağlantı kurma fırsatı sunulmakta ve böylece yaşam boyu öğrenme becerileri kazanmaları sağlanmaktadır. STEM eğitimi öğrencilere farklı bakış açıları kazandırarak dünyaya farklı bir pencereden bakmalarına şans tanımaktadır.

Bilim nasıl merak etme ve sorgulama ile başlıyorsa (Savran Gencer, 2015), Bir insanın günlük hayatında sorguladığı her şeyin temelinde merak duygusu vardır. İnsan, bu sayede çevresinde gördüğü olay, olgu ya da durumların nedenini ve nasılını anlamaya çalışmaktadır. Bu noktada ise STEM eğitiminin önemi ile karşılaşmaktayız. STEM eğitiminde öğrenilen bilgiyi ürüne dönüştürebilen öğrenci profili yetiştirmek hedeflenmektedir. Öğrencilerin doğru karar verebilmesi, aldığı kararları araştırması, incelemesi ve sorgulama yapması önemlidir. STEM eğitiminde bireyin yaparak yaşayarak öğrenmesi, teknolojiyi aktif kullanabilmesi gerekmektedir.

Araştıran, düşünen, eleştiren, yaratıcı fikirler üreten, teknolojiyi kullanan, doğayı keşfeden bireylerin yetişmesi STEM eğitimin temel amaçları arasında yer almaktadır. Bu noktada ise öğretmenlere büyük iş düşmektedir. STEM’i uygulayacak olan öğretmenler Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerini bütünleştirmeye odaklanmalı, kazanım veya kavramları günlük hayat problemleri ile ilişkilendirerek transfer edebilmelidir. Ayrıca ilgi çekici, merak uyandırıcı problem durumlarını ortaya atabilmeli, öğrencileri merkeze alan sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımlarını benimsemeli, öğrencileri takım halinde çalıştırarak iş birliği ile çalışmaya teşvik edebilmelidir. Aynı zamanda problem durumlarını çözmek için bir ürün veya süreç geliştirmeye yol açan bir mühendislik tasarım süreci ve döngüsünü iyi bilmelidir.

1.1 Araştırmanın Amacı

21. yüzyıl dünyasında teknoloji ve bilim hızla gelişim göstermektedir. Bu gelişime eğitim sistemlerinin de ayak uydurması şarttır. Bu bağlamda eğitimde, geleneksel öğretim anlayışlarından çağdaş öğretim anlayışlarına geçiş başlamıştır. Bu geçiş ile eğitimde öğrencinin yaparak yaşayarak öğrenmesi ve süreçte aktif rol almasına önem verilmiştir (Kesici, 2009). STEM öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin disiplinler arası düşünme becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir. Aynı zamanda öğrencilerin akademik başarı ve 21.yüzyıl becerilerinin gelişimi de amaçlanmaktadır.

Özellikle son yıllarda ülkemizde STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar epey yaygınlaşmıştır (Pehlivan ve Uluyol, 2019). Ancak, her gün bir ileriye taşınan teknoloji ve bilimin etkisi ile STEM eğitime dair çalışmaların, ivme kazanması gerekmektedir. Bu çalışmalar ile insanlar STEM eğitiminin ne olduğu ile ilgili bilgi sahibi olmakta ve önemini kavramaktadır. Nitelikli bir STEM eğitimi sayesinde, öğrenciler geliştikçe bilime olan etkileri de artmaktadır. Bu süreçte, onların bilime katkı sağlayan aktif bireyler haline gelmeleri beklenmektedir. Ayrıca STEM eğitiminin disiplinler arası bakış açısıyla öğrencileri araştırma ve sorgulama süreçlerine katkıda bulunmalarına olanak yaratılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, STEM yaklaşımının 3.sınıf Fen bilgisi öğretmen adaylarının “Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I” dersi kapsamında bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri ve 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkisini incelemektir. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulamada, öğretmen adaylarına belirlenen fen bilimleri konuları doğrultusunda, STEM temelli ders planları hazırlamaları istenmiştir. Çalışma iş birliğine dayalı bir öğrenme ortamında gerçekleşecek şekilde tasarlanmıştır. Bu sürecin sonucunda öğretmen adayları fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bir araya getirerek ders planları oluşturmuş ve sınıf ortamında sunmuşlardır. Çalışmanın STEM eğitimi ile öğretmen adaylarının eleştirel düşünme, problem çözme, disiplinler arası bakış açısı ile bakma becerilerine katkı sağlayacağı da düşünülmektedir.

1.2 Araştırmanın Önemi

Günümüzdeki eğitim sisteminin öğrencilerden beklediği bilgiyi ezberleyerek öğrenmesi değil, bilgiyi yapılandırarak öğrenmesidir (Güneş, 2015). Aynı zamanda öğrencilerin, eleştirel ve yaratıcı düşünmesi ve problem çözme becerilerinin de geliştirilmesi günümüz eğitim sisteminin hedeflerinden biridir. Bu noktada karşımıza çıkan STEM eğitimi ile öğrencilerin gerçek hayat problemlerini fark etme ve çözüm üretme becerileri önem kazanmaktadır. STEM eğitiminin verimli bir şekilde derslere entegre edilebilmesi için öğretmenlerin STEM eğitimin önemini kavramaları önemlidir.

Bu çalışma, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimi nasıl tecrübe ettikleri ve “Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I” dersi kapsamında bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri ve 21.yüzyıl becerileri üzerindeki etkilerini inceleyerek öğretmen adaylarının mesleki gelişimine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

STEM eğitiminin teorik bilgiden uygulamaya geçirilmesi, öğretmen adaylarının gelecekte sınıf ortamında daha etkili ve yenilikçi dersler planlamasına yardımcı olabilir. Aynı zamanda STEM eğitimi, öğretmen adaylarının, fen bilgisi konularını gerçek yaşam problemleri ile ilişkilendirme fırsatı sunmaktadır. Öğretmen adayları sadece fen değil; aynı zamanda teknoloji, mühendislik ve matematikle bütünleşmiş düşünme becerilerini kazanmaktadır. STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının, fen bilimleri derslerine karşı daha pozitif bir tutum geliştirerek öğretmenlik mesleğine dair özgüvenlerinin artması beklenmektedir.

Ayrıca bu çalışma, STEM eğitime yönelik uygulamalı bir model sunarak, öğretmen adaylarının iş birliği içinde çalışma, problem çözme, yaratıcı ve eleştirel düşünme gibi 21.yüzyıl becerilerini kazandırmakta etkindir. Bu beceriler, hem öğretmen adaylarının kendi mesleki gelişimleri için hem de ilerideki öğrencilerinin gelişimi açısından önemlidir. Aynı zamanda STEM eğitimi, gözlem yapma, tahmin etme, hipotez kurma gibi bilimsel süreç becerilerini geliştirmesine olanak tanımaktadır. Bu beceriler sayesinde, öğretmen adaylarının, gelecekte öğrencilerine çok yönlü bakış açısı sağlamaları kolaylaşmaktadır. Bu yönüyle çalışma, sadece öğretmen adaylarının bireysel gelişimini desteklemekle kalmayıp, uzun vadede öğrencilerin nitelikli bir STEM eğitimi almasına da katkıda bulunacaktır.

1.3 Problem Cümlesi

Bu çalışmada, “STEM eğitiminin 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimi laboratuvar uygulamaları I dersi kapsamında bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri ve 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkisi nedir?” sorusuna cevap aranmaktadır.

1.4 Alt Problemler

Araştırma kapsamında aşağıdaki alt problemler belirlenmiştir.

1. Fen öğretimi laboratuvar uygulamaları I dersinde STEM uygulamalarını kullanarak 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Fen öğretimi laboratuvar uygulamaları I dersinde STEM uygulamalarını kullanarak 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Fen öğretimi laboratuvar uygulamaları I dersinde STEM uygulamalarını kullanarak 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının 21.yüzyıl becerileri (eleştirel düşünme,

problem çözüme, yaratıcı düşünme vb.) ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

1.5 Sayıtlar

1. Kullanılan testlerin (ön test ve son test) bilimsel yaratıcılığı ölçmede geçerli ve güvenilir olduğu varsayılmaktadır.
2. Kullanılan testlerin (ön test ve son test) bilimsel süreç becerilerini ölçmede geçerli ve güvenilir olduğu varsayılmaktadır.
3. Kullanılan testlerin (ön test ve son test) 21.yüzyıl becerilerini ölçmede geçerli ve güvenilir olduğu varsayılmaktadır.
4. Öğretmen adaylarının ölçeklerde gerçek düşüncelerini aktardığı ve soruları samimiyetle cevapladıkları varsayılmaktadır.

1.6 Sınırlılıklar

1. Araştırma 2024-2025 güz dönemi ile sınırlıdır.
2. Araştırma 29 fen bilgisi öğretmen adayı ile sınırlıdır.
3. Araştırma Balıkesir ilinde yer alan bir devlet üniversitesi eğitim fakültesinin, fen bilgisi öğretmen adaylarının aldığı fen öğretimi laboratuvar uygulamaları I dersi ile sınırlıdır.
4. Araştırma 12 hafta ile sınırlıdır.
5. Araştırmada kullanılan ölçekler, Bilimsel Yaratıcılık testi, Bilimsel Süreç Becerileri testi, Çok Boyutlu 21. Yüzyıl Becerileri ölçeği ile sınırlıdır.

1.7 Kısaltmalar

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

BSB: Bilimsel Süreç Becerileri Testi

BYT: Bilimsel Yaratıcılık Testi

ÇBYYBÖ: Çok Boyutlu 21.Yüzyıl Becerileri

FeTeMM: Fen (F), Teknoloji (T), Mühendislik (M) ve Matematik (M)

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

OECD: Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-Operation and Development)

PISA: Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment)

SPSS: Statistical Package for the Social Science

STEM: Science (S), Technology (T), Engineering (E) ve Mathematics (M)

TEKNOFEST: Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali

TIMSS: Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (Trends in International Mathematics and Science Study)

TÜBİTAK: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

UNESCO: Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde STEM öğrenme yaklaşımına dair açıklamalara, Fen eğitiminde STEM'in yerine, STEM'in eğitime girişi, STEM'in Türkiye'ye girişi, STEM'e dair Türkiye'de ve yurtdışında yapılmış çalışmalarla birlikte akademik başarı, laboratuvar uygulamalarında STEM kullanımı, yaratıcılık, eleştirel düşünme, bilimsel süreç becerileri, 21.yüzyıl becerilerine dair bilgilere yer verilmiştir.

2.1 STEM Öğrenme Yaklaşımı

STEM, İngilizce bir kısaltma olup Science (Fen Bilimleri), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik) disiplinlerini ifade eder (Marrero, Gunning and Germain Williams, 2014). STEM eğitimi, bu dört disiplini tek çatı altında birleştirerek sunulan bir öğrenme yaklaşımıdır. STEM eğitiminde öğrenciler gerçek dünya problemlerine çözümler arar, eleştirel düşünür, yaratıcı fikirler bulur, yenilikçi çözümler üretir. Bu sayede 21. yüzyılın ihtiyaç duyduğu öğrenci profili oluşturulmaktadır. Böylece öğrenciler, hızla değişen dünyanın ihtiyaç haline getirdiği zorluklarla, mücadele edebilecek donanıma sahip olmaktadır.

STEM eğitimi, fen bilimlerinin kullanımını teşvik ederek öğrencilerin dünyayı anlamlandırmalarını ve günlük yaşamla ilgili problemlere yenilikçi çözüm üretmelerini sağlamaktadır. Öğrenciler doğayı anlamlandırmakta, merak uyandıran olayları keşfetmekte ve yaşam boyu öğrenmeyi destekleyen tutum geliştirmektedirler.

Fen bilimleri dersi, öğrencilerin bilimsel kavramları sorgulamalarına ve bu kavramları gözlem yoluyla anlamalarına olanak sağlamaktadır (Yılmaz, 2023). Bu sayede öğrenciler problem çözme yetenekleri kazanmakta, daha çözüm odaklı yaklaşımlar sunmaktadırlar. Bu süreçte öğrenciler kendi öğrenmelerini de yönetmektedirler. Aynı zamanda mühendislik ve teknolojinin iç içe geçmiş olduğu fen bilimlerinde, öğrencilerin bu alanlara karşı ilgisini arttırabilir, gelecekte meslek tercihleri yaparken bu alana ilgi ve yeteneği olan öğrenciler keşfedilerek yönlendirilebilir. Fen bilimleri ile öğrenciler çevresindeki olayları merak eder ve neden sorusunu sormaktadır. Bu sayede öğrencilerin merak duygusu gelişir. Aynı zamanda derse karşı olumlu tutum geliştirir ve araştırmacı bireyler olarak yetişirler.

STEM eğitiminde teknoloji kullanımı ile bilimsel bilginin günlük hayatta uygulanabilir olması sağlanmaktadır. Aynı zamanda problemleri çözmek için araştırmalar, yeni fikirler geliştirilmesine dair olanaklar yaratmaktadır. Ayrıca fen bilimlerinde deneylerin sanal ortamda yapılması, tasarımların modellenmesi, afişler tasarlama vb. teknoloji kullanımı ile mümkündür. STEM eğitiminde teknoloji, fen bilimleri, mühendislik ve matematiği birleştiren köprü görevinde yer alır. Bu disiplinler arasında entegrasyonu kolaylaştırmaktadır. Ayrıca teknolojinin hızla gelişen yapısı sayesinde öğrencilerin yenilikçi çözümler üretme yeteneklerini arttırmaktadır.

STEM eğitiminde mühendislik disiplini ise ürün tasarlama ve geliştirme sürecini kapsamaktadır. Aynı zamanda bilimi ve matematiği kullanarak gerçek dünya problemlerine yaratıcı çözümler aramaktadır, çözümleri ürüne dönüştürerek bilim, teknoloji ve matematiği birbirine bağlamaktadır. Bu sayede öğrencilerin problem çözme yeteneği gelişmekte, yaratıcılığı ve inovasyonu teşvik etmekte, gerçek hayata uygulanabilir çözümler sunmaktadır. Sonuç olarak mühendislik disiplini ile teorik bilgi pratiğe dönüşmektedir. Mühendislik projeleri ile öğrenciler yaratıcılıklarını geliştirerek eleştirel ve analitik düşünme becerilerini geliştirmektedir. Öğrenciler mühendislik tasarım basamaklarını kullanarak tasarım, planlama ve test etme aşamalarında analitik düşünme becerilerini kullanmaktadırlar (Harman ve Yenikalayıcı, 2021).

Matematik disiplini ise STEM eğitiminde ölçüm, hesaplamalar, oran-orantı, grafikler, denklemler, 2 ve 3 boyutlu modelleme, geometrik ve cebirsel yöntemler gibi temel unsurları kapsamaktadır. Süreçte projenin başarılı bir şekilde devam etmesi için önemli bir role sahiptir. Örneğin problemleri tanıma ve çözme, verilerin analizi ve yorumunda faaliyet gösterir. Yani matematik disiplini, STEM eğitiminin kilit noktasıdır. Çünkü matematik diğer disiplinleri anlama, yorumlama ve uygulamak için gerekli temel araç ve gereçleri sağlamaktadır. Matematik disiplini ile öğrencilerin, eleştirel, yaratıcı ve analitik düşünme yetenekleri güçlenmektedir. Aynı zamanda soyut kavramları somutlaştırma noktasında etkilidir.

2.2 STEM'in Eğitime Girişi

Son yıllarda değişen dünya düzeninde farklı öğrenme ve öğretme yaklaşımlarına ihtiyaç zorunluluk haline gelmiştir. Bu sebeple öğretmenlerin, öğrencilere salt içerik sunmasından ziyade çağdaş öğrenme yaklaşımlarına yönelmesi gerekmektedir. Burada karşımıza STEM

öğrenme yaklaşımı çıkmaktadır. Geleneksel eğitim sistemi, genellikle salt içerik aktarmaya yönelir, uygulamalı bir şekilde öğrenmeyi ihmal eder. Bu durumda öğrenciler yaratıcı ve eleştirel düşünme, problem çözme, muhakeme yapma gibi becerilerini geliştirmekte eksik kalmaktadır. Günümüzde var olan sorunlar incelendiğinde, çözüm arama noktasında disiplinler arası çözümler bulmak önemlidir. Aynı zamanda öğrencilerin bu bilgi ve çözümleri nasıl kullanması gerektiğini de bilmesi gerekir. STEM eğitimi dört disiplini tek çatı altında birleştirerek bu ihtiyacı karşılamada etkili bir öğrenme yaklaşımı olarak gösterilebilir. STEM eğitimi, öğrencilerin problemlere çözüm yolları bulmaları ve araştırma sorgulama yaparak öğrenmelerini sağlayarak kalıcı öğrenmeler elde etmekte etkilidir (Avan, Gülgün, Yılmaz ve Doğanay, 2019). Öğrencilerin yaratıcı ve eleştirel düşünme, araştırma-sorgulama, problem çözme, iş birliği ve muhakeme yapma gibi becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır. Bu niteliklere sahip olan bireyler, STEM eğitiminin temelini oluşturduğu 21. yüzyıl becerileriyle donatılmıştır. Günümüzde ihtiyaç duyulan insan gücünü bu doğrultuda yetiştirmek son derece önemlidir. STEM eğitimi, bireylerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmasına fayda sağlarken aynı zamanda ülkeler arasındaki rekabeti de doğrudan etkilemektedir. Bu rekabete ayak uydurmak toplumsal kalkınma için önem arz etmektedir (Arslan ve Arastaman, 2021). Gelişmiş ülkeler arasında küresel rekabet arttıkça ekonomik ihtiyaçlarla birlikte bilgi yarışları da ivme kazanmıştır. Ülkeler, bilim, teknoloji ve mühendislik alanlarında lider olabilmek için eğitim sistemlerini de reforme etmek durumunda kalmışlardır. Bununla birlikte bireylerden bilim, teknoloji ve mühendislik alanlarında yetkin olmaları beklenmektedir. Özellikle STEM alanında yetkin bireyler yetiştirmek, ülkelerin büyüme ve gelişiminin hızlanması için önem arz etmektedir. 21.yüzyıl dünyasında hızla gelişen ve hayatımıza giren dijital yenilikler, iş gücü piyasasını yeni bir hale dönüştürmüştür. Ülkelerin eğitim sistemleri de bu değişim ve gelişime ayak uydurabilmek için STEM gibi uygulanabilecek ve teknolojiyi eğitime entegre edebilecek yaklaşımlara yöneldiği gözükmemektedir (Ay ve Seferoğlu, 2020). Robotik kodlama, yapay zekâ gibi alanlardan doğan yeni mesleklerin ortaya çıkışı da eğitim reformlarının, bu yetkinlikleri kazandırmasını hedeflemektedir.

STEM, toplumların bilimsel, teknolojik ve ekonomik gelişiminde önemli bir yere sahiptir. Bu alanlar, küresel rekabeti artırmakla beraber sürdürülebilir kalkınmaya destek olmaktadır (Ayverdi, Börekci, Avcu, Girgin, Özatl, Satmaz ve Yalçınkaya Önder, 2024). Özellikle bilimin teknoloji ve mühendisliği desteklemesiyle bu sektörlerde iş gücü açığı, STEM eğitime verilen önemi ve yatırımları arttırmıştır. Gelişmiş ülkeler arasındaki rekabet,

eğitim m¼fredatlarını da etkilemiştir. Yapılan bilimsel araştırmalar, teknolojik gelişmeler, m¼hendislik uygulamaları, STEM rehberliğinde hız kazanmaktadır. STEM, sadece gelişmiş ¼lkeler arasında değil, gelişmekte olan ¼lkelerde de kalkınma ve ekonomik b¼y¼me için etkili bir faktörd¼r. STEM eğitimi merkeze alınarak ¼đrencilerin eleştirel d¼ř¼nme, problem çözme, muhakeme yapma, yaratıcı d¼ř¼nme, sorgulama yapma becerilerinin gelişimini ve ¼đrendikleri bilgileri farklı durumlara transfer etmeleri hedeflenmektedir (G¼der ve G¼rb¼z, 2018).

STEM eğitimi, kadınlar ve dezavantajlı gruplar için de fırsat alanları yaratmaktadır. ¼rneđin, UNESCO, kız çocuklarının STEM alanlarına y¼nlendirilmesi amacıyla k¼resel kampanyalar yapmaktadır (Taş ve Bozkurt, 2020). Bu sayede toplumda var olan algının ¼n¼ne geçilmek istenmekte ve kadınların bilimsel alanlara teşviği sağlanmaktadır. Erken yaşta bu kampanyalara katılan kız çocuklarının STEM eğitimini tanınması ile farklı kariyer fırsatlarını g¼rmelerine olanak tanınmaktadır. Kadınların bu gelişim ve değişime ayak uydurması için yapılan teşvik çalışmaları sayesinde, bilimsel ve teknolojik olarak ilerlemeye ¼nemli bir katkı sağlayacaktır.

Bu noktada ¼đretmenlerin STEM eğitimindeki rol¼n¼n oldukça ¼nemli olduğu g¼r¼lmektedir. ¼đretmenlerin de ¼đrenciler gibi disiplinler arası bakış açısına sahip olması, ¼đrenci merkezli eğitim anlayışını benimsemiş olmaları gerekmektedir. STEM ¼đretmenleri ¼đrencileri araştırma ve sorgulama yapmaya teşvik etmeli, ¼đrencilerin bilgiyi keşfetmesine ve öz¼m ¼retmesine olanak tanınmalı, iş birlikli ¼đrenmeyi desteklemeli, teknoloji kullanmayı bilmeli ve ¼đrenciyi bu konuda teşvik etmeli, yaratıcı ve eleştirel d¼ř¼nmeyi dersine entegre etmelidir (Acar, 2020). Bu nedenle ¼đretmen adaylarının eğitiminde STEM eğitimine daha fazla yer verilmeli, ¼đretmenlerin hizmet içi eğitimlere devam ederek bilgilerini g¼ncel tutmaları ¼nemlidir. ¼nk¼ STEM ¼đretmenleri bilgiyi sadece aktaran değil, ¼đrencilere bilgiyi nasıl kullanacağını ¼đreten rol modelidir.

STEM eğitiminin bu faydalarına bakıldığında, ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkmıştır (Kol ve Karşlı Baydere, 2023). ¼lkeler arasındaki yarışın hız kazandığı d¼nemde, ABD'nin bilim, teknoloji, m¼hendislik ve matematik alanlarında eğitimi bireylere ihtiyaı doğrultusunda STEM'in eğitime entegre edilmesi gerekmiştir (Gencer, Doğan, Bilen ve Can, 2019). ABD'de başlayan bu yeniliğin diğer ¼lkelerde benimsenerek eğitim programlarına ekledikleri g¼r¼lm¼řt¼r (Ekici, 2023). G¼n¼m¼zde birçok ¼lkenin

STEM eğitimini kullanarak öğrencileri fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına yönelik mesleklere hazırlamakta ve ekonomik büyümeye destek olmaktadır.

2.3 Fen Eğitiminde STEM'in Yeri

Fen eğitimi, öğrencilerin günlük hayatta karşılarına çıkan sorunları anlayabilmesi ve dünyayı anlamlandırabilmesi için önemli bir konumda yer almaktadır. Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda çağın ihtiyaç duyduğu yaşam becerilerine sahip ve bilimsel süreç becerilerini etkin olarak kullanabilen, teknoloji entegrasyonunu kavrayabilen, girişimci ve fen bilimleri alanında kariyer bilincine sahip bireylerin yetiştirilmesi amaçlanmaktadır (MEB, 2024).

Son yıllarda öğrencilerin fen dersine karşı motivasyonlarını sağlama, konulara karşı ilgi ve dikkatlerini çekme ya da ön bilgi düzeylerini belirleme konusunda günlük hayat problemleri, fen derslerine sıklıkla entegre edilmiştir (Yılmaz ve İnce Aka, 2022). Bu nedenle öğretmenlerin öğrencilere yeni düzeni alıştırmaları amacıyla derslerde farklı öğretim yöntem ve teknikleri kullanmaları şart olmuştur. Bu yöntem ve tekniklerden biri de STEM öğrenme yaklaşımıdır.

STEM, fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini tek çatı altında birleştirilerek sunan bir öğrenme yaklaşımıdır. STEM eğitimi ile öğrenciler, günlük hayatta karşılarına çıkabilecek problemlerin farkına varmakta, yaratıcı çözümler üretmektedir. Ayrıca her bir öğrencinin beyin fırtınası yaparak düşünme becerilerini geliştirmesine fırsat yaratmaktadır. STEM eğitimi ile fen derslerinde öğrencilerin bilgiyi ezberleyerek öğrenmesinden ziyade bilgiyi farklı durumlara transfer etmesi önemlidir. Aynı zamanda öğrencilerin gerçek dünya problemlerine çözüm aramalarına teşvik eden STEM eğitimi ile 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine katkı sağlanmaktadır. STEM eğitimi ile işlenen derslerde öğrenciler, bilimsel yöntem basamaklarını kullanarak hipotezler oluşturur, veri toplar, bu verileri analiz eder ve sonuca ulaşarak probleme bilimsel bir yanıt getirirler. Böylelikle, fen bilimleri dersleri daha verimli, etkin katılımı sağlayabilecektir. Öğrencilerin teorik bilgiyi uygulamaya dökmesi, hayal güçlerini geliştirmesi STEM eğitimi ile mümkün hale gelmektedir. Bu sebeple fen bilimleri ile STEM eğitiminin, öğrencilerin dikkat ve ilgilerini çektiği, gerçek dünya problemlerine çözüm arandığı ve motivasyonu arttırdığı bir ders olduğu görülmektedir (Bakırcı ve Kutlu, 2018). STEM eğitiminin etki alanını arttırmak için öğretim programlarının uygun şekilde düzenlenmesi ve öğretmenlerin bu yönde gereken

yeterliliklere sahip olması gerekmektedir (Aydeniz, 2017). Bu noktada öğretmenlerin gelişime açık olup öğrenme isteklerinin olması, STEM eğitiminin verimini arttıracaktır. Öğretmenin sadece alan bilgisinin iyi düzeyde olması yetersizdir. Aynı zamanda alan bilgisini nasıl aktaracağını bilmesi de son derece önemlidir. Ayrıca öğrencilerinin, problem çözme, eleştirel ve yaratıcı düşünme yetenekleri geliştirmesine katkı sağlayan, farklı bakış açıları kazandıran ve teknolojiyi etkin olarak kullanabilen, değişime açık bir eğitimci olmalıdır. Öğrencilerin de fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları arasında ilişki kurarak çevrelerindeki dünyayı keşfedip anlamlandırmaları önemlidir. Öğrencilerden teorik bilgiyi keşfederek pratiğe dönüştürmesi, öğretmenlerden ise bu süreçte öğrencilere rehberlik etmeleri beklenmektedir. Bu sayede STEM eğitimi ile sadece akademik başarı etkilenmez, aynı zamanda bireylere yaşam boyu öğrenme fırsatları da sunar (Bozdemir Yüzbaşıoğlu, Aşkın Tekkol ve Karabulut Coşkun, 2022).

Sonuç olarak fen bilimlerinin STEM eğitimi ile desteklenmesi ile öğrencilerin gelecekte seçeceği meslek alanlarına olan ilgi ve yetenekler belirlenmekte ve bu alanlara yönlendirme yapılmasına olanak tanınmaktadır. Fen bilimleri dersleri daha renkli ve dikkat çekici hale gelerek öğrencinin derse olan motivasyonu sağlanmaktadır. Gerçek dünya problemleri ile bağ kurularak disiplinler arası düşünme becerilerinin gelişimine katkıda bulunmaktadır.

2.4 STEM'in Türkiye'ye Girişi

STEM'in Türkiye'ye girişi, özellikle son yıllarda dikkat çekmeye başlamıştır. 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine katkı sağlayan STEM eğitimi ile öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bir arada düşünmesini amaçlamaktadır. Teknolojik gelişmeler ve eğitimdeki reformların hızlanmasıyla müfredata entegre edilerek öğretim programları harmanlanmıştır. Örneğin, ortaokul ve lise müfredatlarına, mühendislik tasarım becerileri dahil edilmiştir (Okulu ve Oğuz Ünver, 2021). Özellikle fen bilimleri, teknoloji tasarım ve matematik derslerinde STEM eğitim temelli çalışmalara yer verilmiştir. Bu uygulamalar ders kitaplarına eklenmiş olup öğrencilerin bu doğrultuda eğitim aldıkları görülmüştür. Bu sayede öğrencilerin disiplinler arası bakışı geliştirilmiştir. STEM eğitimin etkili ve verimli bir şekilde uygulanabilmesi adına öğretmenleri çeşitli hizmet içi programlara teşvik etmişlerdir (Çınar ve Terzi, 2021). Çünkü STEM eğitimini öğrencilere tanıtan öğretmenlerin olması gerekmektedir. Ayrıca ülkemizde STEM eğitiminin farkındalığını arttırmak için bilim fuarları ve teknoloji yarışları düzenlenmektedir. TÜBİTAK ve TEKNOFEST gibi projeler ile bu farkındalıklar güçlendirilmektedir (Güneş

Koç ve Kayacan, 2022). STEM odaklı projeler yapılarak öğrencilerin yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Okullara teknolojiyi destekleyecek akıllı tahta, tablet gibi araçlar sağlanmıştır. Dersler bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik entegrasyonu ile işlendikçe bu alanlara karşı yetenek veya ilgisi olan öğrenciler keşfedilmiştir. Sarıgül ve Çınar (2021) çalışmalarında, öğrencilerin STEM eğitimi aldıktan sonra, mühendislik ve fen bilimleri alanlarına olan ilgilerinin arttığı ve bu alanlarda kariyer inşa etme düşüncelerinin oluştuğunu görmüşlerdir.

Türkiye’de STEM eğitimin müfredata eklenmesi ile fen bilimleri dersinde mühendislik ve tasarım süreçleri ön plana çıkmıştır. Öğrencilere mühendislik tasarım süreci öğretilerek onların problemi fark etme, yenilikçi çözümler üretme, analitik düşünme becerileri kazandırılması amaçlanmıştır. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) 2016 yılında, hazırlanan kapsamlı “STEM Eğitim Raporu” ile resmi bir şekilde STEM’i tanımlamıştır. Raporunda, STEM eğitime geçilmek için önerilerde bulunulmuştur. Ardından 2017-2018 öğretim programları güncellenmiş ve STEM eğitimi programa dahil edilmiştir. Mühendislik ve tasarım becerileri müfredata eklenerek öğrencilerin problem çözme, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirebilecekleri etkinliklerle kitaplar zenginleştirilmiştir.

2024 yılında kamuoyuna sunulan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli’nde, eğitimde köklü bir değişim hedeflenmektedir. Model ile öğrenci merkezli, beceri odaklı, teknolojinin entegre edildiği çağdaş bir eğitim amaçlanmıştır. Öğrencilerin sadece akademik gelişimine değil; aynı zamanda sosyal, duygusal ve ahlaki gelişimlerine de katkı sağlamak önemlidir (MEB, 2024). Model, öğrencilerin problem çözme, iş birliği, yaratıcı ve eleştirel düşünme gibi becerilerinin gelişimini desteklemektedir. Özellikle modelde yer alan tasarım- beceri atölyeleri, STEM eğitiminin asıl amacını ortaya koymaktadır. STEM eğitimi, disiplinler arası bir bağ kurarak, öğrencilerin gerçek dünya problemlerine çözümler aramasını sağlamaktadır. Bu atölyelerle öğrencilerin soyut bilgileri somutlaştırması, teorik bilgiyi pratiğe çevirmesi mümkündür. Burada öğrenciler el becerilerini geliştirmekte, yaparak yaşayarak öğrenmektedir. Bu sebeple STEM yaklaşımı bu modelin uygulanması için önemli bir araç konumunda yer almaktadır.

Nitelikli bir eğitim sisteminin uygulanması ile ülkede yaratıcı, eleştirel ve analitik düşünebilen; problem çözme becerisi gelişmiş bireyler yetişir. Bu noktada STEM tabanlı öğretim, bilimsel ve teknolojik gelişmelere öncülük eder. Bu sayede uzun vadede toplumsal kalkınmayı sağlar.

2.5 Türkiye’de STEM Eğitiminde Yapılan Çalışmalar

Alanyazın incelendiğinde, Türkiye’de STEM eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalar özellikle son yıllarda ivme kazanmıştır. Yapılan araştırmalarda STEM eğitiminin farklı boyutları incelenerek eğitim sistemimize entegrasyonu ve etkileri ele alınmıştır. Bu bölümde ülkemizde STEM eğitimine ilişkin yapılmış çalışmaların bir kısmına yer verilmiştir.

2010 yılından itibaren ülkemizde STEM eğitimi ile ilgili makale ve tez sayısında artış olmuştur. Özellikle 2014 senesinde bu artış daha belirginleşmiştir (Çavaş, Ayar, Bula Turuplu ve Gürcan, 2020).

Öğretmen adayları ile yapılmış çalışmalar,

Bu kısımda öğretmen adayları ile yapılmış ve STEM eğitiminin farklı boyutlarını ele alan araştırmalara yer verilmiştir. Farklı araştırma yöntemlerinin etkisini inceleyebilecek araştırmalar tercih edilmiştir.

Yıldırım ve Altun tarafından 2015 yılında yayımlanan çalışmada, 83 fen bilgisi öğretmen adayı örneklem grubunu oluşturmuştur. Çalışma kapsamında öğretmen adaylarının deney ve kontrol grubu olarak ayrıldıkları ve güz dönemi boyunca çalıştıkları görülmektedir. Deney grubunda STEM eğitimiyle, kontrol grubunda ise dersler programa uygun anlatılmıştır. Araştırma sonucunda STEM eğitiminin uygulandığı deney grubu lehine anlamlı bir fark görülmüştür. Çalışmanın sonucunda STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarını geliştirme noktasında etkili olduğu tespit edilmiştir.

2019 yılında Aslan ve Bektaş tarafından yürütülen çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimine dair görüşleri incelenmiştir. Çalışmada öğretmen adaylarının fen bilimlerini diğer disiplinlerle ilişkilendirebildikleri, STEM’in ne olduğunu bildikleri ve STEM çalışmalarının arttırılmasının faydalı olacağını düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca STEM eğitimi verebilmek için alt yapı sıkıntıları ve maddi açıdan yetersizliklerinin olduğunu da ifade etmişlerdir. Çalışma sonucunda, eğitim fakültelerinde öğretmen yetiştirirken STEM eğitiminin verilmesi gerektiği öneri olarak sunulmuştur.

Ergün ve Kıyıcı (2019) çalışmalarında, 69 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adayının STEM eğitimi ile ilgili metaforik algılarını araştırmışlardır. Araştırma sonucunda öğretmen adayları geçerli 50 adet metafor üretmişlerdir. Bu üretilen metaforlarla öğretmen adaylarının STEM

eğitimi ile ilgili olumlu dűşüncelere sahip oldukları görűlműştür. Aynı zamanda STEM eğitiminin yaparak yaşıyarak öğrenme sağladığını, problemlere karşı çözüm önerisi geliştiren bireyler yetiştirmeye olanak tanıdığı ve STEM’i disiplinler arası bir yaklaşım olarak gördükleri belirlenmiştir. Ayrıca STEM eğitimi ile ilgili öğretmen adaylarının olumsuz bir düşüncelerinin olmadığı görűlműştür.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına dair farkındalık, tutum ve görüşlerini inceleyen Şahin (2019) çalışmasında, öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına dair tutum ve farkındalıklarında anlamlı ve olumlu bir artış; STEM uygulamalarına dair görüşlerde olumlu yönde değişim gözlemiştir.

Oskay Güven ve Ünal Çoban, 2024 yılında yapmış oldukları çalışmada, argümantasyon temelli STEM etkinliklerinin 4. sınıf öğretmen adaylarının argümantasyon becerileri ve STEM konularındaki yetkinlikleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda argümantasyon temelli STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerini pozitif şekilde etkilediği belirlenmiştir. Araştırmanın bir diğer sonucunda ise argümantasyon temelli STEM etkinliklerinin de STEM yeterliğini pozitif şekilde etkilediği görűlműştür.

Öğretmenler ile yapılan çalışmalar,

Bu kısımda, STEM eğitimine dair öğretmen, akademisyen ve okul yöneticilerinin farkındalık ve görüşlerini içeren çalışmalar incelenmiştir.

Karakaya, Ünal, Çimen ve Yılmaz’ın 2018 yılında yürüttükleri çalışmalarında, fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimine dair farkındalıklarını belirlemişlerdir. Bu doğrultuda ‘‘FeTeMM Farkındalık Ölçeđi (FFÖ)’’ kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimi farkındalıklarına dair cinsiyet, mesleki tecrübe, hizmet içi/kurs/seminer alma, eğitim düzeyine göre anlamlı bir fark tespit edildiği, sınıftaki öğrenci mevcudu ve görev yapılan okul türüne göre anlamlı bir fark tespit edilmediği görűlműştür.

Çınar ve Terzi’nin 2021 yılında yürüttükleri çalışmalarında, STEM ile ilgili eğitim almış öğretmenlerin görüşlerini ve yaşadıkları sorunları ortaya koymuşlardır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin, STEM yaklaşımlarının öğrencilerin, problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve disiplinler arası düşünebilme becerilerinin arttırdığı düşüncesine sahip oldukları görűlműştür. Aynı zamanda öğretmenlerin derslere teknolojiyi ve mühendislik tasarım

becerilerini entegre ettiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerin, malzeme temini sorunu, zamanı verimli kullanamama, diğer disiplinlere karşı bilgi eksikliği sorunları ile karşılaştıkları görülmüştür.

2021 yılında Gürbüz ve Kahveci tarafından yayımlanan çalışmada, fen bilgisi eğitiminde yüksek lisans yapan öğrencilerin STEM'e yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda STEM'in, öğrenciler üzerinde olumlu bir etkisi olduğu, anlamlı öğrenmeler sağladığı, problem çözme, eleştirel, yaratıcı düşünme gibi becerileri kazandırdığını düşünmektedirler. Ayrıca öğrencilerin STEM ile ilgili bilgi düzeylerinin yeterli olmadığı görülmüştür.

Taktat Ateş, Saraçoğlu ve Ateş'in (2022) yapmış oldukları çalışmada, dört farklı üniversitenin eğitim fakültesi fen bilimleri alanında çalışan altı akademisyenle görüşme tekniği kullanarak STEM eğitimi ile ilgili görüşleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin yaşam becerilerine olumlu etkisinin olduğunu, etkili öğrenme sağlandığı, STEM etkinliklerinin ilgi ve merak uyandırıcı olduğu, mesleki tecrübeleri geliştirdiği, akademik başarı ve öğrenci motivasyonlarını arttırdığı, problem çözme, karar verme, tasarım odaklı düşünme ve yaratıcı düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Aynı zamanda STEM eğitiminin çok zaman gerektirdiği, pahalı olduğu, bazı ders içeriklerine uygun olmadığı, kalabalık sınıflarda uygulama yapmanın zor olduğu, STEM'e dair bilgi seviyesinin az olduğu, iş birliğinin eksik olduğunu da belirtmişlerdir.

Ortaokul fen bilimleri ders kitaplarında bulunan STEM etkinliklerine dair öğretmen görüşlerini inceleyen Tezcan Şirin, Tüysüz ve Kaval Oğuz (2022) çalışmalarında, öğretmenlerin STEM tanımını bildikleri, ortaokul kitaplarında bulunan etkinlikleri derslerine entegre edebildikleri ve kendilerini alan bilgisi ve pedagojik alan bilgisi olarak yeterli gördükleri görülmüştür. Ayrıca kitaplardaki etkinliklerinin günlük hayatla ilişki fakat STEM eğitime uygun görmedikleri, disiplinler arası bakış açısı kazandırmadığı, etkinlikler sonunda yer alan soruların yetersiz kaldığını belirtmişlerdir. Çalışmada öneri olarak, ders saatlerinin uzatılması, okullardaki laboratuvar ortamlarının iyileştirilmesi, sınıftaki öğrenci sayısının azaltılması, kitaplarda yer alan etkinliklerin öğretim programına uygun olacak şekilde düzenlenmesi verilmiştir.

Atalay ve Öner Armağan (2023) çalışmalarında, STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimi hakkında farkındalık ve görüşlerini incelemiştir. Çalışma sonucunda öğretmenlerin STEM'in diğer disiplinlerle bağlantılı olduğunu düşündükleri görülmüştür. Öğretmenlerin STEM'i en çok basit makineler, elektrik ve enerji konuları ile bütünleştirdikleri belirlenmiştir. STEM çalışmaları ile öğrencilerin anlamlı ve kalıcı öğrenmeler kazandığını, özgüvenlerinin geliştiğini de ifade etmişlerdir. Öğretmenler ayrıca okullardaki araç gereç eksikliği, öğrencilerin ön bilgilerinin yetersizliğinden söz etmişlerdir.

Karaduman ve Eti'nin 2023 yılında yürüttükleri çalışmalarında, STEM eğitimi merkezinde görev yapmakta olan 4 eğitimcinin STEM eğitimi ile ilgili görüşlerini saptamışlardır. Çalışma sonucunda, eğitimcilerin, STEM eğitiminin özellikleri, amaçları, mevcut STEM uygulamaları, STEM eğitiminde karşılaşılan zorluklar, STEM merkezinin işleyişi, STEM eğitimiyle ilgili önerilerde buldukları görüşlerine ulaşılmıştır.

Metin, Güler ve Çevik (2023) çalışmalarında, STEM eğitimi almış 6 fen bilimleri öğretmenin 21.yüzyıl becerileri hakkında görüşlerini incelemiştir. Araştırma sonunda, öğretmenlerin STEM'i tanımlayabildikleri, kalıcı öğrenmeler sağladığını, problem çözme, eleştirel ve girişimcilik becerilerinin geliştirdiğini tespit etmişlerdir. Aynı zamanda 21.yüzyıl becerilerini en fazla teknoloji disiplini ile ilişkilendirdikleri, 21.yüzyıl becerilerinin fen eğitimine dahil edilmesinin olumlu etkilerinden ziyade olumsuz etkilerinin de olduğu belirttikleri görülmüştür. Buna sebep olarak öğretmenlerin süre, malzeme temini, konuları uyarlama sıkıntısı çektikleri belirlenmiştir.

2024 yılında Güleç Çiftçi ve Şentürk tarafından yayımlanan çalışmada, okul yöneticilerinin STEM eğitime yönelik farkındalıklarını incelemiştir. Çalışma sonucunda okul yöneticilerinin STEM eğitime karşı olumlu tutuma sahip olduğu belirlenmiştir. Gerekli araç-gereç, alt yapı, nitelikli öğretmen sağlandığı takdirde okul yöneticilerinin, STEM eğitiminde farkındalık sahibi olabilecekleri öngörülmektedir. Bu eksikliklerle birlikte okul yöneticilerinin STEM eğitiminde farkındalıklarının az olduğu görülmüştür.

Öğretmenler ve öğretmen adaylarının birlikte incelendiği çalışmalar,

Bu kısımda öğretmen ve öğretmen adaylarının birlikte yer aldığı ve STEM eğitime yönelik görüş ve farkındalıklarının incelendiği çalışmalar bulunmaktadır.

Timur ve İnançlı'nın 2018 yılında yapmış olduğu çalışmada, öğretmen adayları ve öğretmenlerin STEM eğitimi hakkındaki görüşlerine başvurulmuştur. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının öğretmenlere göre STEM eğitiminde daha fazla bilgi sahibi oldukları görülmüştür. Ayrıca hem öğretmenlerin hem de öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik öğrenme isteklerinin olduğu belirlenmiştir.

Kaya (2019) çalışmasında, fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının STEM eğitimine dair görüşlerini incelemiş ve ihtiyaç analizi yapmıştır. Çalışmada öğretmenler ve öğretmen adayları STEM eğitimi, STEM eğitiminin öğrencilere katkısı, STEM eğitimiyle ilgili kendilerini ve STEM eğitimi için gereken ortam koşullarını değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda, öğretmen ve öğretmen adaylarının birbirine yakın cevaplar verdiği görülmüştür. STEM eğitiminin olumlu yönünün oldukça fazla olduğu ve öğrenciler için bir gereksinim olduğu, kendilerinin de bu konuda eksik kaldıklarını belirtmişlerdir.

Baran, Baran, Aslan Efe ve Maskan (2020) çalışmalarında, fen bilgisi öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerini farklı değişkenler açısından incelemişlerdir. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerinin öğretmenlere göre daha düşük seviyede olduğu görülmüştür. Eğitim fakültelerinin bu konuda çalışmalarını sürdürmeleri beklenmektedir.

İlkokul ve ortaokul düzeyinde yapılan çalışmalar,

Bu kısımda ilkokul ve ortaokul düzeyinde gerçekleştirilen STEM eğitime yönelik çalışmalar yer almıştır. STEM eğitiminin öğrenci tutumu, motivasyonu, bilimsel süreç becerileri, yaratıcılık, STEM mesleklerine yönelik ilgi gibi farklı boyutlar açısından incelenmiştir. Aynı zamanda çeşitli uygulama yöntemlerinin (kodlama, oyun temelli öğrenme, tam öğrenme modeli vs.) STEM eğitime etkisi araştırılmıştır.

Yamak, Bulut ve Dündar (2014) çalışmalarında, 5.sınıf öğrencilerinin STEM etkinliklerinin, bilimsel süreç becerilerine ve fene dair tutumlarına etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve fene dair tutumlarını olumlu yönde geliştirdiklerini tespit etmişlerdir.

Gökbayrak ve Karışan (2017) çalışmalarında, 6. sınıf öğrencileri ile STEM disiplinlerine ilişkin uygulamalar yapmış ve öğrenci görüşlerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda,

öğrencilerin STEM etkinliklerinin birçok yönden fayda sağladığını ve bu alanlarda daha çok gelişim göstermek istediklerini belirtmişlerdir.

Keçeci, Alan ve Kırbağ Zengin tarafından 2017 yılında yapılmış çalışma incelendiğinde, 30 5.sınıf öğrencisi ile STEM eğitiminde öğrencilerin oyun destekli kodlama, eğlenceli fen etkinlikleri, kodlama eğitimi ile ilgili uygulamalar yapılmıştır. Eğitsel oyun destekli kodlama öğrenimi ile ilgili tutum ölçeği ve öğrenci günlükleri kullanılarak çalışma sürdürülmüştür. Araştırma sonucunda öğrencilerin eğitsel oyun destekli kodlamalarına dair anlamlı bir fark bulunmuştur. Öğrenci günlüklerinde ise öğrencilerin eğlenerek öğrendiği ve kolay buldukları görülmüştür.

2017 yılında Yıldırım ve Selvi tarafından yayımlanan çalışmada, STEM eğitimi ve tam öğrenme modelinin, yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarı, sorgulayıcı öğrenme becerileri, fen dersine dair motivasyon, STEM eğitimine yönelik tutum ve kalıcı öğrenmelere etkisini incelenmiştir. STEM eğitimin ve tam öğrenme modelinin akademik başarı ve fen dersine dair motivasyon konusunda olumlu bir etki geliştirdiği fakat STEM eğitiminin ve tam öğrenme modelinin STEM tutum ve sorgulayıcı öğrenme becerilerine karşı olumlu bir etki geliştirmediği belirlenmiştir.

Balçın, Çavuş ve Topaloğlu Yavuz (2018) çalışmalarında, ortaokul öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarını, STEM mesleklerine yönelik ilgilerini ve bunları çeşitli değişkenler açısından incelemişlerdir. Araştırma sonucunda öğrencilerin STEM'e dair olumlu tutumları olduğu görülmüştür. Öğrencilerin STEM'e yönelik tutumları ile cinsiyet, sınıf düzeyi, okullarının konumu gibi değişkenler açısından incelendiğinde aralarında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Ayrıca araştırmada öğrencilerin STEM alanlarındaki mesleklere dair olumlu tutumları olduğu görülmüştür. Öğrencilerin STEM alanlarındaki mesleklere dair ilgileri ile sınıf düzeyi değişkenleri açısından anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin STEM alanlarındaki mesleklere dair ilgileri ile cinsiyetleri, okullarının konumları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Öğrencilerin STEM'e dair tutum puanları ve STEM alanlarındaki mesleklere dair ilgi puanları arasında pozitif ve yüksek düzeyde korelasyon olduğu belirlenmiştir.

2018 yılında Benek ve Akçay tarafından yürütülen çalışmada, 5.,6., 7. ve 8.sınıf düzeyi 120 öğrenci ile STEM tasarımları ile ilgili zihinsel yapılarını STEM çizim formu kullanarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin en çok “ev işlerine yardımcı olma”

kategorisinde, en az ise “uzay” ve “lens” kategorilerinde çizim yaptıkları görülmüştür. Çizimler cinsiyet değişkenine göre incelendiğinde, kız öğrencilerin en çok “ev işlerine yardımcı olma” kategorisinde, erkek öğrencilerin ise en çok “araba” kategorisinde çizim yaptıkları görülmüştür. Aynı zamanda öğrencilerin yapmayı düşündükleri çizimler sorulduğunda ise en çok teknoloji ile ilgili, en az ise matematiği kullanarak çizim yapabileceklerini belirtmişlerdir.

Gülen ve Yaman (2018) çalışmalarında, 20 6.sınıf öğrencisinin STEM eğitiminde argümantasyon etkinliklerini nasıl kullandıklarını incelemiştir. İnceleme sonucunda öğrencilerin grup çalışmalarında iş birliği yapabildikleri, süreçte STEM disiplinlerini kullanabildikleri görülmüştür.

Gülhan ve Şahin’in 2018’de yaptığı çalışmaya göre, 5.sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 107 öğrencinin, STEM disiplinliklerindeki mesleklere dair tercihlerini ve bu tercihlerin sebeplerini araştırmışlardır. Öğrencilere gelecekte fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarından birinde meslek sahibi olmak isteyip istemediklerini nedenleri ile sorulmuştur. Veriler analiz edildiğinde, kız ve erkek öğrencilerin çoğunluğunun fen ve matematik alanlarını tercih ettiği, kız öğrencilerin çoğunun teknoloji ve mühendislik alanını istemediği, erkek öğrencilerin ise teknoloji alanını istediği fakat mühendislik alanını istemediği görülmüştür.

STEM eğitimi bağlamında yapılan araştırmalardan biri olan Gülhan ve Şahin’in (2018) çalışmasında, fen bilimleri dersine STEM uygulamalarının entegre edildiğinde öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının nasıl değişeceğini incelemiştir. Çalışmada sonucunda 5.sınıf öğrencilerinin STEM etkinliklerine yönelik bilimsel yaratıcılıklarına az etki ettiği belirlenmiştir. Aynı zamanda bilimsel yaratıcılığın katmanlarından en çok yansıtıcı düşünme katmanının gelişimine katkı sağlandığı görülmüştür.

Karakaya, Avgın ve Yılmaz 2018 yılında yapmış oldukları çalışmada, ortaokul öğrencilerinin STEM mesleklerine dair ilgilerini farklı değişkenler açısından incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin, STEM mesleklerine dair ilgilerinde cinsiyet, akademik başarı, teknoloji kullanımlarına yönelik anlamlı bir ilişki olduğu, uzun süre yaşanan konuma göre anlamlı bir ilişki görülmemiştir. Ayrıca öğrencilerin ilgi düzeylerinin en yüksek olduğu disiplinin ise teknoloji olduğu tespit edilmiştir.

Alan yazında yer alan Yıldırım ve Selvi (2018) araştırması, STEM uygulamaları üzerine önemli bulgular ortaya koymuştur. Çalışmada, 56 7.sınıf öğrencisinin fen bilimleri dersinin öğretilmesi noktasında kullanılan STEM uygulamalarına ilişkin görüşlerini incelemişlerdir. Çalışma haftada 4 saat olmak üzere toplam da 8 haftada tamamlanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin STEM uygulamalarına dair olumlu tutum geliştirdikleri, anlamlı öğrenmeler kazandıkları ve 21.yüzyıl becerilerine katkı sağladığına ulaşılmıştır.

Herdem ve Ünal'ın 2019 yılında yapmış oldukları çalışmada, ortaokulda okuyan 200 öğrencinin, bilimsel değerlere eğilim düzeyi ile STEM'e yönelik mesleklere olan ilgileri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, bu ikili arasındaki ilişkinin pozitif ve orta düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca merak ve yaratıcılık alt boyutlarının, STEM mesleklerine olan ilgiyi belirlemede etkili olduğu görülmüştür. Sınıf düzeylerine bakıldığında STEM mesleklerine olan ilgiler arasında anlamlı bir fark tespit edilmezken cinsiyete bakıldığında Mühendislik ve Teknoloji alanında anlamlı bir fark tespit edilmiştir.

Karakaya, Yantırı, Yılmaz ve Yılmaz 2019 yılında yapmış oldukları çalışmada, 4.sınıf öğrencilerinin STEM etkinliklerine dair görüşlerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, öğrencilerin STEM etkinliklerini günlük hayat problemleri ile ilişkilendirdikleri görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin dersleri, meslek tercihlerini ve iletişim becerilerini etkilediği de tespit edilmiştir. Aynı zamanda derslerin uygulanmasında zaman, bilgi yetersizliği ve malzeme eksikliği gibi bazı problemlerin de ortaya çıktığı görülmüştür.

Öner ve Özdem Yılmaz (2019) çalışmalarında, ortaokul 5., 6. ve 7.sınıflarda öğrenim görmekte olan 646 öğrencinin STEM ile ilgili problem çözme ve sorgulayıcı öğrenme becerilerinin tutum ve algıları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin problem çözme becerilerine yönelik algısı ve STEM'e dair tutumları arasında pozitif korelasyon olduğu, öğrencilerin problem çözme becerileri ile STEM algıları arasında nötr korelasyon olduğu görülmüştür. Aynı zamanda öğrencilerin sorgulayıcı öğrenme becerileri algısı ile STEM algıları arasında anlamlı bir fark bulunmamış fakat sorgulayıcı öğrenme becerileri algıları ile STEM'e dair tutumları arasında pozitif korelasyon ve anlamlı bir fark bulunmuştur.

Bahşi ve Açıkgül Fırat'ın 2020 yılında yürüttükleri çalışmalarında, STEM uygulamalarının 8.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri, bilimsel epistemolojik inançlarına ve fen ders

başarılarına etkisini incelemişlerdir. Çalışma deney grubunda STEM uygulamaları ile kontrol grubunda ise normal süreçte ilerlemiştir. Çalışma sonucunda, bilimsel süreç becerileri deney grubunun ön-son test sonuçlarında anlamlı bir fark tespit edilirken kontrol grubunun ön-son test sonuçlarında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Bilimsel epistemolojik inançlar ölçeği sonuçlarına göre ise deney ve kontrol grupları arasında ön test sonuçlarında anlamlı bir fark olmadığı fakat son testlerde deney grubu lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Fen başarı testi sonuçlarına göre ise hem deney hem kontrol grubu ön-son test sonuçlarında anlamlı bir fark görülmemiştir.

2020 yılında Bulut tarafından yayımlanan çalışmada, ortaokul öğrencilerinin STEM tutumlarını incelemiştir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin öğrenim gördükleri okul türüne göre anlamlı bir fark olmadığı fakat aylık okudukları kitap sayısına göre, projelerde faaliyet gösterip göstermediklerine göre, akademik başarılarına göre anlamlı bir fark tespit etmiştir.

Doğan, Aydın ve Kahraman (2020) çalışmalarında, STEM eğitiminin, öğrencilerin problem çözme becerilerine dair algılarını incelemişlerdir. 60 sekizinci sınıf öğrencisi ile deney ve kontrol grubu olarak haftada 2 ders saati, toplamda 6 hafta çalışmışlardır. Araştırma sonucunda, deney grubu lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Araştırmadan yola çıkılarak STEM eğitiminin derslere entegre edilmesi ile öğrencilerin bilimsel sorgulama becerileri ve problem çözme kabiliyetlerini geliştirebilecekleri sonucuna ulaşılmıştır.

Gazibeyoğlu ve Aydın'ın 2020'de yaptığı çalışmaya göre, yedinci sınıf kuvvet ve enerji ünitesini STEM eğitimi ile işleyerek öğrencilerin derse karşı tutumlarının nasıl değiştiği ve STEM eğitime dair görüşlerini belirlemişlerdir. "Fen Bilimleri Tutum Ölçeği" verileri analiz edildiğinde STEM eğitimi ile desteklenmiş deney grubu lehine anlamlı bir fark görülmüştür. Ayrıca deney grubunu öğrencilerinin eğlenerek konuları daha iyi öğrendiklerini de ifade etmişlerdir.

Kahraman ve Doğan (2020) çalışmalarında, STEM eğitiminin öğrencilerin fen öğrenmelerine dair motivasyonlarını incelemiş ve öğrenci görüşlerini belirlemişlerdir. 98 sekizinci sınıf öğrencisiyle 3 kontrol 3 deney grubu olmak üzere toplamda sekiz hafta çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, deney grubu lehine öğrencilerin, STEM eğitiminin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarını anlamlı bir şekilde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin eğlenerek öğrendiği de görülmüştür.

2020 yılında Pekbay ve çalışma arkadaşları, yedinci sınıf öğrencilerinin STEM eğitimine yönelik etkinliklere dair görüşlerini incelemişlerdir. Çalışma 6 hafta devam etmiş, ısı yalıtımı konusunda hazırlanan STEM etkinlikleri ile sürdürülmüştür. Araştırma sonucunda, etkinlikler öğrenciler tarafından eğlenceli, eğitici bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerin yaratıcılıklarını, özgüvenlerini, hayal güçlerini geliştirdiği görülmüş, öğrencileri grup çalışmasına teşvik ettiği belirlenmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin bir kısmının birlikte rahat çalışmadığı ve ürün tasarlarırken zorlandıkları görülmüştür.

Dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM etkinliklerine yönelik algılarını inceleyen Sarı ve Katrancı (2020), bu kapsamda öğrenci görüşlerine dayalı önemli veriler elde etmişlerdir. Araştırma sonucunda STEM uygulamaları ile ilgili öğrencilerin olumlu görüşlere sahip olduğu, beceri geliştirmede etkin olduğu, merak uyandırıcı, eğlenceli ve derse dair motivasyon arttırdığı görüşlerine ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin tasarım ve ürün oluşturma ve malzeme tercihi noktasında zorlandıkları da görülmüştür.

Gündüz Bahadır ve Özay Köse (2021) çalışmalarında, fen bilimleri dersine STEM eğitimin entegre edilmesi ile bilimsel yaratıcılıkların ve öğrencilerin STEM mesleklerine olan ilgilerinin nasıl değişeceğini incelemişlerdir. Deney ve kontrol grubu olarak işlenen derslerin sonucunda, bilimsel yaratıcılığın deney grubu lehine anlamlı olarak farklılaştığı görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerinin nasıl değiştiğine bakıldığında önemli bir değişim gözlenmiştir.

Kırılmazkaya 2021 yılında yapmış olduğu çalışmada, ortaokul öğrencilerinin STEM eğitimine yönelik tutum düzeylerini belirlemiş ve mühendislik anlayışlarını incelemiştir. Araştırmada karma araştırma deseni kullanılmıştır. Mühendislik anlayışları belirlemek için görüşme formu ve STEM tutum düzeylerini belirlemek için ise STEM tutum ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin STEM eğitime dair olumlu tutum geliştirdikleri, cinsiyet değişkeni açısından anlamlı bir fark bulunmadığı görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin mühendislik hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibi oldukları belirlenmiştir. Aynı zamanda öğretim programında STEM disiplinlerine daha fazla yer verilmesi gerektiğini, sınıf ve okullarda STEM köşeleri yapılması gerektiği konusunda önerilerde bulunulmuştur.

Öztürk İrtem ve Hastürk 2021 yılında yürüttükleri çalışmalarında, ortaokul öğrencilerinin bilim insanı ve mühendis algılarını belirlemişlerdir. Çalışmada 545 öğrenci "Bir Bilim

İnsanı Çiz” testine, 521 öğrenci “Bir Mühendis Çiz” testine katılım sağlamıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin bilim insanı ve mühendis cinsiyeti olarak erkek çizdikleri görülmüştür. Çalışma ortamı olarak ise bilim insanları için, laboratuvar çizdikleri belirlenmiştir. Ayrıca güncel öğretim programlarımızda STEM disiplinlerine ilişkin birçok kazanım yer almasına rağmen öğrencilerin geleneksel düşünce yapısına sahip oldukları fark edilmiştir.

2021 yılında Şanlı ve Somuncuoğlu Özerbaş tarafından yayımlanan çalışmada, 70 ortaokul öğrencisi ile çalışmışlardır. STEM etkinliklerinin, öğrencilerin tutum ve motivasyona etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin STEM eğitime yönelik tutumlarında anlamlı bir değişim olmadığı görülmüştür. Aynı zamanda STEM eğitiminin öğrencilerin araştırma yapma ve ders içi motivasyonlarında olumlu, iş birlikli çalışma, performans ve iletişime yönelik çalışmalarda anlamlı olarak bir değişim gösterilmediği belirlenmiştir. STEM eğitiminin genel olarak fen eğitime karşı öğrencilerin olumlu tutum geliştirdiği belirlenmiş fakat bu etkinin az olduğu da belirtilmiştir.

Karabulut ve Timur 2022 yılında yapmış oldukları çalışmada, ortaokul öğrencilerinin fen derslerinde yapılan STEM uygulamalarına ilişkin tutumlarını belirlemeye yönelik ölçek geliştirmişlerdir. Araştırma sonucunda geliştirilen ölçeğin geçerli ve güvenilir ölçme aracı olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Geliştirilen ölçekle öğrencilerin STEM eğitime dair tutumları incelendiğinde, cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır fakat farklı sınıf seviyelerinde anlamlı bir fark tespit edilmiştir.

STEM eğitimi alanında yapılan güncel çalışmalardan biri olan Şentürk Özkaya ve Bostan Sarıoğlan (2023) araştırmasında, 7.sınıf Kuvvet ve Enerji konusunda, var olan kütle ve ağırlık kavramlarının, STEM çemgisi ile öğretimine dair etkinlik yapmışlardır. Etkinlikte öğrenciler, gruplara ayrılıp Tinkercad aracılığıyla modeller tasarlayarak 3 boyutlu yazıcıda basmışlardır. Çalışma sonucunda, tüm grupların model oluşturabildiği ancak oluşturdukları problemi, çözmede yetersiz kaldıkları görülmüştür.

Kuvvet ve Hareket konusunun STEM temelli öğretimini konu alan Sarıca ve Bostan Sarıoğlan (2024) çalışmalarını, ortaokul 6. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, STEM eğitiminin, ortaokul öğrencilerinin akademik başarı ve yaratıcılıklarına etkisini araştırmışlardır. Deney grubundaki 25 öğrenci, STEM tabanlı öğretim, kontrol

grubundaki 20 öğrenciyle ise geleneksel öğretim yapılmıştır. Çalışma sonucunda, STEM tabanlı öğretim yapılmış deney grubunun, akademik başarılarının arttığı ve yaratıcılık düzeylerinin geliştiğine ulaşılmıştır.

Okul öncesi ve erken çocukluk dönemi çalışmaları,

Bu kısımda okul öncesi ve erken çocukluk döneminde yapılmış dört çalışma bulunmaktadır. Bu kapsamda uygulama, görüş ve alanyazındaki genel eğilimler incelenmiştir.

Akgündüz ve Akpınar 2018 yılında yapmış oldukları çalışmada STEM eğitimi öğrenci, veli ve öğretmen açısından değerlendirmişlerdir. 5 yaş grubu 20 öğrencinin katılımı ile çalışma 8 hafta sürdürülmüştür. Çalışma sonucunda, öğrencilerin fen ve matematik kazanımlarını elde ettikleri, 21.yüzyıl becerilerinin (eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, iş birliği yapma vs.) geliştiği görülmektedir. Ayrıca veli ve öğretmenlerden alınan görüşlerle birlikte de bu düşüncelerin desteklendiği görülmektedir.

Polat ve Bardak (2019) çalışmalarında STEM eğitiminin erken çocukluk döneminde kullanılmasına dikkat çekilerek, bu konuda yapılan çalışmalar incelenmiştir. Çalışma sonucunda, okul öncesi eğitiminde, STEM eğitimi ne kadar çok verilirse sonraki kademelere destek olacağı belirtilmiştir. Ayrıca STEM eğitimi ile ilgili ilköğretim ve okul öncesini kapsayan araştırmalar henüz yeterli olmadığını saptamışlardır.

Alanyazında yer alan Abanoz ve Deniz 2021 yılında yapmış oldukları çalışmada, 24 gönüllü okul öncesi öğretmenin STEM yaklaşımına uygun fen etkinlikleri hakkındaki görüşlerini incelemiştir. İnceleme sonrasında öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili bilgi sahibi olmadıkları, yöntem olarak tanımladıkları görülmüştür. Öğretmenler ayrıca, Fen etkinliklerinin yaparak yaşayarak öğrenme kazandırdığı ve bilimsel süreç becerilerini desteklediklerini belirtmişlerdir.

Bursa (2022) çalışmasında, sorgulama temelli STEM uygulamalarının okul öncesi öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini incelemiştir. Deney ve kontrol grubu şeklinde yürütülen çalışmada, deney grubuna STEM etkinlikleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, deney grubunun STEM uygulamalarının etkisi ile bilimsel süreç becerilerinin geliştiğine ulaşılmıştır.

Özel yetenekli öğrenciler ile yapılan çalışmalar,

Bu kısımda özel yetenekli öğrencilerle yürütülen STEM eğitime yönelik, uygulamalı etkinlikler içeren ve öğrencilerin farklı becerilerini geliştirmeye olanak tanıyan üç çalışma yer almaktadır.

Özçelik ve Akgündüz (2017) çalışmalarında, STEM eğitimini üstün/özel yetenekli öğrencilere uygulamışlardır. Daha önce STEM eğitimi almamış 25 üstün/özel yetenekli öğrenci ile 32 saat toplamda 2 hafta çalışılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin yaratıcı ve eleştirel düşünme, iş birliği içerisinde çalışabilme, iletişim kurma becerilerini kazandıkları görülmüştür.

Barış ve Ecevit'in 2019 yılında yürüttükleri çalışmalarında, 11 özel yetenekli öğrenci için STEM etkinlikleri geliştirmiş ve bu etkinlikleri 5 hafta, toplam 40 saat iki gruba uygulamışlardır. Çalışma sonunda, öğrencilerin bilime karşı olumlu tutum geliştirdikleri, bilimsel süreç becerilerini kazandıklarını, disiplinler arası bakış açısıyla bakabildiklerine ulaşmışlardır.

2022 yılında Kalik ve Kırındı tarafından yayımlanan çalışmada, okul dışı öğrenme ortamlarında STEM etkinliklerinin uygulanması ile üstün/ özel yetenekli öğrencilerin STEM eğitime dair tutumları ve girişimcilik becerilerini incelemiştirlerdir. Çalışma sonucunda üstün/özel yetenekli öğrencilerin STEM eğitime dair tutum ve girişimcilik becerilerinde anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

STEM eğitimi ve yöntemlerinin incelendiği çalışmalar,

Bu kısımda STEM eğitiminin uygulanmasında kullanılan farklı öğrenme ve öğretme yaklaşımlarına yer verilmiştir.

Özsoy (2017) çalışmasında, yaratıcı dramının STEM eğitimi üzerinde uygulanabilirliğini incelemiştir. Çalışma sonucunda yaratıcı dramının STEM'in uygulanma sürecinde katkı sağlayabileceği görüşüne ulaşılmıştır.

Güven, Selvi ve Benzer 2018 yılında yapmış oldukları çalışmada, 5. sınıf öğrencileri ile çalışmışlardır. Çalışma kapsamında, 7E öğrenme modeli merkezli STEM etkinliğini öğrencilerin kuvvetin ölçülmesi konusundaki kazanımlara yönelik gelişimlerini

incelemişlerdir. Bu çalışmanın sınıf başarı ortalamasını çok az miktarda arttırmış olmasına rağmen öğrencilerin akademik başarıları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir.

İçerik analizi ve alanyazın incelemeleri,

Bu kısımda, 2017- 2025 yılları arasında yayımlanmış toplam 10 çalışmaya yer verilmiş olup, bu çalışmalar, STEM eğitime yönelik alanyazın taraması ve derleme türündedir.

Çolakoğlu ve Günay Gökben'in 2017 yılında yapmış olduğu çalışmada, ülkemizdeki eğitim fakültelerindeki FeTeMM eğitimi ile ilgili yapılmış çalışmalar incelenmiş, iyileştirme noktasında önerilerde bulunulmuştur. Yapılan anketler sonucunda, eğitim fakültelerinde öğretim üyelerinin FeTeMM ile ilgili farkındalık ve ilgi düzeyleri yüksek çıkmış ama bu konuda yeterli düzeyde uygulama yapılmadığı belirlenmiş ve geliştirilmesi gerektiğine dair önerilerde bulunulmuştur.

Seren ve Veli (2018) çalışmalarında, 2005, 2013 ve 2017 fen bilimleri öğretim programları karşılaştırmışlardır. Karşılaştırırken STEM eğitiminde mühendislik uygulamaları, kazanımların STEM eğitime uygunluğu, ders saatlerinin STEM eğitime uygunluğu, programların vizyonu, disiplinler arası ilişkiler incelenmiştir. İnceleme sonucunda, fen bilimleri öğretim programlarında STEM eğitime yönelik içeriklere yeteri kadar yer verilmediği, 2017 programına fen ve mühendislik uygulamaları adı altında çalışmalar eklediği görülmüştür. Yıllara göre öğretim programlarında, kazanımlar da sadeleşmeye gidildiği, öğrenci katılımını arttırmak için ders saatlerinde artış görülmüştür. 2005 öğretim programlarında örnek etkinliklere yer verilirken, 2013 ve 2017 öğretim programlarında örnek etkinliklere yer verilmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Aydın Günbatır ve Tabar tarafından 2019 yılında içerik analizi yapılmış çalışmada, ülkemizdeki STEM alanında yayınlanan 67 makalenin bazı kriterlerine göre incelendiği görülmektedir. Bunlar, katılımcı, çalışma tür ve deseni, veri toplama araçları, değişkenler ve türleri, STEM eğitiminin görülüp görülmediği, STEM'e ayrılan vakit, hangi yaklaşımlarla derslerin işlendiği, STEM bileşenleri, gerçek hayat problemlerini tanıma, eğitime uygunluk gibi kriterlere bakılmıştır. İncelemeler sonucunda %40 öğrenciler ile %38 öğretmen adayları ile çalışıldığı, çalışmaların %50 sinin nitel durum çalışması olduğu, en çok çalışılan konuların STEM hakkındaki görüşler ve STEM eğitime karşı tutum olduğu görülmüştür. Ayrıca çalışmaların 26 tanesinde katılımcılara STEM eğitimi verildiği; bütünlük STEM

eğitimi, etkinlikler ve lme değerlendirme noktasında bu çalışmaların yetersiz kaldığı tespit edilmiştir.

Gencer vd., (2019) alışmalarında, eğitim programlarının bütünleştirilmesine yönelik alanyazın incelemeleri yapmıştır ve teorik olarak bütünleşik STEM yaklaşımlarını ele almışlardır. Çalışma sonucunda araştırmacılar tarafından bütünleşik STEM eğitimi için, disiplinlerin arasındaki bütünleşme derecesi, bütünleşme şekli ile ilgili ortak bir karara varılamamıştır.

STEM eğitimi alan yazınına tarayan avaş vd. (2020), 2010 yılından günümüze Türkiye’de yayımlanmış makale ve lisansüstü tezleri analiz etmişlerdir. İncelenen makale ve tezlerden elde edilen bulgularla lkemizde STEM eğitimine dair çalışmaların artması beklenmektedir.

Kalemkuş’un 2020 yılında yayımladığı çalışmaya göre, STEM eğitimini konu alan 2014-2019 yılları arasında yayınlanmış olan deneysel araştırmaları incelemiştir. Çalışma sonucunda, araştırmaların özellikle 2018 yılında yoğunlaştığı, çalışmalarının birçoğunun yüksek lisans tezi olduğunu tespit etmiştir. Araştırmalarının büyük çoğunluğu ortaokul öğrencileri ile yapılmıştır. Özellikle akademik başarı, problem çözme, derse karşı tutum, bilimsel süreç beceri konu alanları ile çalışılmıştır.

Fen bilimleri bağlamında STEM eğitimi üzerine 2014-2020 yılları arasında Türkiye’de yapılmış 40 ampirik çalışmayı inceleyen Eren ve Dökme (2022), alan yazına önemli katkılar sağlamıştır. İnceleme sonucunda son yıllarda fen bilimleri alanında STEM çalışmalarının artış gösterdiği, kolay ulaşılabilir laboratuvar malzemelerinin kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca teknoloji disiplini ile ilgili robotik uygulamalarının kullanımının az, kullanılan robotik uygulamaların ise içerisindeki programların az olduğu tespit edilmiştir. Mühendislik tasarım süreçlerinin tercih edildiği de belirlenmiş olup öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri, problem çözme, motivasyon, kendilerine olan güvenleri, STEM’e dayalı ilgi ve tutumların olumlu yönde olduğu görülmüştür.

Tekin Bozkurt ve Yıldırım (2023) alışmalarında, STEM eğitimi ve sınıf anahtar kelimeleri kullanılarak toplamda 16 tane tez incelenmiştir. İncelenen tezler sonucunda STEM alanında çoğu tezin yüksek lisans düzeyinde olduğu, 2018 yılından itibaren yayımlandığı görülmüştür. Ayrıca tezlerin çoğunlukla fen bilimleri alanında çalışıldığı tespit edilmiştir.

2024 yılında Gümüş ve Eroğlu tarafından yürütülen çalışmada, STEM eğitiminin fen eğitiminde akademik başarı, STEM tutumları ve STEM mesleklerine ilgilerine dair etkiyi incelenmiştir. İncelenen 86 araştırma sonucunda, STEM eğitiminin akademik başarı ve meslek ilgisi üzerinde güçlü, STEM tutumları üzerinde orta düzeyde olumlu bir etki tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, STEM eğitiminin fen eğitiminde etkili olduğunu belirtmektedir.

Batur (2025) çalışmasında, Türkiye'de 2016-2023 yılları arasında fen bilgisi eğitimi alanında yazılmış, ortaokul öğrencilerine yönelik STEM uygulamalarına dair lisansüstü tezleri incelemiştir. İncelenen tezlerin 9'u doktora, 52'si yüksek lisans tezidir. Çoğu çalışmanın 7. sınıf düzeyinde yapılmış olduğu ve en çok "Kuvvet ve Enerji" ünitesi ile ilişkili olduğu gözlenmiştir. Ayrıca STEM uygulamalarının genelde 6 haftalık planlandığı görülmüştür. Çalışmanın sonucunda doktora düzeyinde daha fazla araştırma yapılması gerektiği, 8. Sınıf düzeyine yönelik çalışmalara ve fizik dışı konulara daha fazla yer verilmesi gerektiği önerilmektedir.

2.6 Yurt Dışında STEM Eğitiminde Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde yurt dışında STEM eğitime ilişkin yapılmış çalışmaların bir kısmına yer verilmiştir.

Kennedy and Odell (2014) çalışmalarında, STEM eğitiminin küresel ekonominin etkisiyle artan önemini vurgulamışlardır. Çalışmada, STEM eğitiminin bütün öğrencileri kapsayacak şekilde uygulanmasından ve öğretmenlerin bu konularda desteklenmesinin öneminden bahsedilmiştir. Ayrıca STEM eğitiminin, disiplinler arası bakış açısı ile öğrencilerin yenilikçi düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirdiğinden söz edilmiştir.

McDonald'ın 2016 yılında yürüttüğü çalışmada, STEM eğitiminde yer alan Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerin katkısını incelemiş; STEM eğitimindeki öğrenci katılımlarını ve öğretmenlerin rolünü değerlendirmiştir. Araştırma kapsamında 237 çalışma incelenmiştir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin STEM'e dair ilgilerinin devam etmesi için ortaokul dönemlerine odaklanması gerektiğine; STEM'in öğrencilerin ilgi ve motivasyonunu arttırdığı, 21.yüzyıl becerilerini geliştirdiği ve akademik başarıyı desteklediğine; Nitelikli öğretmen yetiştirmenin, STEM eğitime fayda sağladığına ulaşılmıştır.

2017 yılında Popa and Ciascai tarafından yayımlanan çalışmada, Romanya'daki üniversitede eğitim görmekte olan öğrencilerin STEM eğitimine dair deneyimlerini, mühendislik mesleği ve becerilerine yönelik görüşlerini incelenmiştir. 110 öğrencinin katıldığı çalışmanın sonucuna bakıldığında, öğrencilerin çoğunun ortaokul ve lise dönemlerinden itibaren STEM disiplinlerinin dikkatlerini çektiğini, üniversite tercihiinde bulunurken geçmişte aldıkları STEM derslerinden etkilendikleri görülmüştür.

Bogusevschi, Muntean, Gorji and Muntean 2018 yılında yayımladıkları çalışmada, NEWTON projesi kapsamında geliştirilen teknoloji destekli STEM eğitiminin 5.sınıf öğrencilerinin üzerindeki etkisini; bilgi öğrenimi, motivasyon ve kullanım açısından değerlendirmişlerdir. Bu uygulama, Atmosfer, Jeosfer, Biyosfer ve Atmosfer olmak üzere çeşitli konuları içermiştir. Deney grubuna bu konular NEWTON projesi kapsamında geliştirilen NEWTELP üzerinden bir uzman grup tarafından sunulurken, kontrol grubuna kendi öğretmenleri tarafından geleneksel yöntemlerle sunulmuştur. Her ders öncesi ve sonrası bilgi testi uygulanmıştır. Ayrıca öğrencilerin STEM konularına dair ilgi ve motivasyonları belirlemek için de ders sonrası kullanılabilirlik ve motivasyon testleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda, teknoloji ile desteklenen derslerin öğrencilerin STEM konularına ilgi, motivasyon ve bilgi düzeylerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Tayland'daki ilkökul STEM öğretmenlerinin STEM eğitimi ve disiplinler arası öğrenme hakkındaki görüşlerini inceleyen Nuangchalerm (2018), önemli bulgular elde etmiştir. Araştırmaya 120 öğretmen katılmıştır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin STEM eğitime yönelik görüşleri okulların özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Ayrıca öğretmenlerin STEM eğitiminin etkisini daha iyi anlayabilmek için daha fazla bilgiye ihtiyaç duydukları görülmüştür.

Kiazai, Siddiqua and Waheed, 2020 yılında yayımladıkları çalışmada, STEM yaklaşımının uygulanması noktasında karşılaşılabilecek zorlukları ve öğretmen yetiştirme programının bu zorluklara ne derece müdahale edebileceğini incelemişlerdir. Çalışma örneklemini 202 öğretmen adayı oluşturmuştur. Çalışma sonucunda, STEM yaklaşımının uygulanmasında bazı zorluklarla karşılaşıldığı belirtilmiştir fakat bu zorlukların üstesinden gelme noktasında öğretmen yetiştirme programlarının önemli olduğu belirtilmiştir. Karşılaşılan zorluklar şu şekildedir: Alt yapı sorunları, öğretmen eğitimi eksikliği, zaman, öğrenci motivasyonu ve devlet desteği.

STEM eğitimine yönelik öğretmen adaylarının algılarını inceleyen Rifandi, Rahmi and İndrawati (2020), Endonezya bağlamında fen ve matematik alanına odaklanmıştır. Öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik algıları genel olarak olumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çoğu katılımcı STEM eğitimin müfredata dahil edilmesi gerektiğini belirtmiş ve STEM'in günlük hayatla ilişki olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca STEM eğitiminin derslerde uygulanması açısından zaman alacağını da belirtmişler ve bununla ilgili çözüm önerisi istemişlerdir.

Seage and Türegün (2020) çalışmalarında, sosyoekonomik düzeyi düşük bölgedeki ilkökul öğrencileri üzerinde geleneksel fen öğretimi ile harmanlanmış öğrenme yöntemlerinin STEM başarılarına etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda Harmanlanmış öğrenme yaklaşımının lehine öğrencilerin STEM başarılarında anlamlı bir artış belirlenmiştir.

Arnado, Pene, Fuentes and Astilla 2022 yılında yayımladıkları çalışmada, 71 STEM öğretmeninin fen öğretimine dair tutumları ve laboratuvar uygulamalarını gerçekleştirmelerindeki öz-yeterlilik inançlarını incelemişlerdir. İnceleme sonucunda STEM öğretmenleri, fen öğretimi ve laboratuvar uygulamalarına dair öz-yeterlilik inançlarında yüksek düzeyde özgüvene sahip oldukları, fen öğretimine dair olumlu tutumlar geliştirdikleri görülmüştür. Ayrıca STEM öğretmenlerinin laboratuvar öz-yeterlilik inançları ile fen öğretimine yönelik tutumları ve öz-yeterlilik inançları arasında düşük düzeyde pozitif bir ilişki belirlenmiştir.

2021 yılında Dare, Keratithamkul, Hiwatig and Li tarafından yayımlanan çalışmada, K-12 düzeyindeki fen bilgisi öğretmenlerinin STEM eğitimini nasıl kavradıklarını ve sınıflarında nasıl uyguladıklarını araştırılmıştır. Çalışmaya 19 öğretmen katılmıştır. Çalışma sonucunda tüm öğretmenler, STEM'in 21.yüzyıl becerilerini geliştirdiğini ve STEM'in fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri ile ilişkili olarak öğretilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Öğretmenler derslerinde STEM konularını gerçek dünya problemleri ile ilişkilendirerek kullandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmada STEM disiplinleriyle ilgili farklı fikirlere sahip olan öğretmenlerin de var olduğu görülmüştür. Bununda öğretmenlerin yüksek kaliteli mesleki gelişim deneyimleri hazırlamalarına yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

STEM eğitimi kapsamında fen bilimleri öğretmenlerinin bakış açıları ile öğrencilerin tutumlarını değerlendiren Permasari, Rubini and Nugroho (2021), önemli sonuçlar elde etmiştir. Endonezya’da sürdürülen bu çalışmanın sonucunda, fen bilimleri öğretmenlerinin, STEM eğitimini genel olarak iyi anladıkları fakat büyük çoğunluğunun derslere entegre etmediği görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin çoğunun STEM eğitimine karşı yabancı oldukları da tespit edilmiştir.

Sirajudin, Suratno and Pamuti (2021) çalışmalarında, STEM eğitimin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik etkisini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, STEM eğitimin öğrencilerin yaratıcı düşüncelerini olumlu yönde etkilediklerine ulaşılmıştır. Fakat öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerinin başlangıç seviyesine göre farklılık göstermesine rağmen test sonuçları beklentinin altında kalmıştır.

2023 yılında Lafifa, Rosana, Suyanta, Nurohman and Astuti tarafından yayımlanan çalışmada, fen öğreniminde STEM eğitiminin öğrencilerin 21.yüzyıl becerilerini geliştirmedeki etkisini belirlenmiştir. Yapılan literatür taramaları sonucunda, STEM eğitiminin, öğrencilerin iletişim, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve iş birliği gibi 21.yüzyıl becerilerini geliştirmede etkili olduğuna ulaşılmıştır. En çok ele alınan beceri ise eleştirel düşünmedir.

Martynenko, Pashanova, Korzhuev, Prokopyev, Sokolova and Sokolova (2023) çalışmalarında, STEM eğitimi ile ilgili 23 makaleyi analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, Türkiye’nin en fazla veri sağlayan ülke olduğu tespit edilmiştir. Öğretmenlerin STEM tutumları genellikle olumlu bulunmuştur. Özel okulda çalışan öğretmenlerin devlet okulunda çalışan öğretmenlere göre STEM’i daha fazla desteklediği görülmüştür. Lisans düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin STEM tutumlarının olumlu olduğu, lise öğrencilerinin orta seviye olduğu gözlenmiştir. Cinsiyetin ise STEM tutumlarında çok fazla bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Menon, Shorman, Cox and Thomas 2023 yılında yayımladıkları makalede, öğretmen adaylarının STEM öğretme öz yeterliliklerini nasıl geliştirdiklerini 3 dersin paralel işlenmesi (fen ve mühendislik, matematik ve teknoloji yöntem dersleri) ile incelemiştir. Çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının dönem başından sonuna kadar STEM öğretme öz yeterliliklerinde anlamlı olumlu artışlar göstermiştir, öğretmen adaylarının STEM öğretimi

konusunda güvenleri yükselmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının STEM hakkındaki kavramlarda ve tutumlarda olumlu değişiklikler de belirlenmiştir, Aynı zamanda üç dersin paralel işlenmesi sayesinde öğretmen adaylarının STEM öğretilerinde öz yeterliliklerinin gelişimine olumlu katkı sağlamıştır.

Thomas and Larwin (2023) çalışmalarında, STEM eğitiminin, düşük temsil edilen azınlık grupları (siyah, Hispanik ve ilk nesil öğrenciler) arasında ortaokul düzeyindeki akademik başarıya etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda ortaokulda STEM eğitimlerine katılan öğrencilerin büyük çoğunluğunun daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Özellikle düşük temsil edilen azınlık öğrencileri STEM eğitiminden daha fazla faydalanmaktadır. Fakat bu öğrencilerin STEM eğitimlerine katılmadıkları da görülmüştür. Bu sebeple başarının engellenmesi kaçınılmaz olduğu düşünülmektedir.

2024 yılında gerçekleştirilen çalışmada AlAli and Wardat, fen bilgisi öğretmenlerinin STEM uygulamalarını derslerine nasıl dahil ettiklerini ve karşılaştıkları güçlükleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, öğretmenlerin STEM eğitime karşı genellikle olumlu tutum geliştirdikleri fakat yetersiz fiziksel kaynaklar ve zaman problemleri gibi zorluklarla karşılaştıkları da görülmüştür. Aynı zamanda STEM eğitiminin öğrencilerin derse katılımını arttırdığı ifade edilmiştir.

Alanyazında yurt dışında gerçekleştirilen STEM odaklı birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların çeşitliliği göz önünde bulundurulduğunda, bu araştırmanın kendine özgü yönü, ele aldığı özel konu ve uygulama bağlamıyla alanyazına katkı sağlayacak olmasıdır.

2.7 Akademik Başarı

STEM eğitimi ile öğrencilerin sadece bilimsel ve teknik beceriler kazanması sağlanmaz, aynı zamanda akademik başarılarının da gelişimine de katkı sağlanmaktadır (Turgutalp, 2021; Cooper and Heaverlo, 2013). STEM eğitimi, teorik bilgiyi pratiğe dönüştürerek somutlaştırma, kalıcı öğrenmeler sağlama noktasında etkilidir. Çünkü öğrencilerin problem çözüme, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmektedir.

STEM eğitiminde günlük hayat problemlerine odaklanılır, öğrencilerin karmaşık problemleri analiz edip çözümlenebilir süreçte özellikle matematik ve fen bilimleri derslerinde başarıyı arttırmaktadır (Acar, Tertemiz ve Taşdemir, 2020). Aynı zamanda STEM eğitiminde öğrenciler bir problemi çözerken bilim, teknoloji, mühendislik ve

matematik alanları ile iş birliği içinde çalışmaktadır (Aslan Tutak, Akaygün ve Tezseven, 2017). Bu sayede öğrenciler, dersler arasındaki bağlantıyı keşfederek öğrenmeyi sağlar, beraberinde akademik başarıyı olumlu yönde etkilemektedir. Eleştirel ve yaratıcı düşünme gibi beceriler sayesinde öğrenciler karmaşık problemleri daha iyi kavramaktadır. STEM eğitiminde bu becerilerin geliştirilmesi de akademik başarıya katkı sağlamaktadır (Çimen, 2021; Kurt, 2019; Herdem ve Ünal, 2018). STEM eğitiminde öğrencilerin derslere aktif bir şekilde katılarak merkezde olmaları, bilgilerin hafızada kalıcılığını arttırmaktadır (Yıldırım ve Selvi, 2017). Çünkü öğrenci süreçte aktiftir, yaparak yaşayarak öğrenmektedir.

STEM eğitiminin başarıyı arttırabilmesi için sürecin iyi yönetilmesi gereklidir. Bu noktada öğretmenin niteliği ve yeterliliği önemlidir. Öğretmenlerin öğrencileri senkronize etmesi, alan bilgisi yeterliliği, ders yöntem ve teknik bilgisi, teknolojiyi etkin bir şekilde kullanması gerekmektedir (Yıldırım, 2018). Aynı zamanda müfredatın kalitesi, iyi tasarlanmış ve uygulanabilir olması, gerçek dünya problemleri içermesi önem arz etmektedir. STEM eğitiminin uygulanabilme noktasında ise okulların fiziki ihtiyaçlarının da giderilmesi gerekmektedir. Örneğin gerekli teknolojik altyapı sağlanırsa öğrencilerin akademik başarıları artacağı da düşünülmektedir (Kılınç ve Karabudak, 2024). STEM eğitiminde ailelerin bilinçli ve destekleyici olması yine öğrenci başarısının artış göstermesinde etkindir.

STEM eğitime yönelik çeşitli projeler geliştirilmektedir. Bunlardan projelerden biri de 2015 yılından itibaren TÜBİTAK ve yerel yönetimlerin çalışmalarıyla hayata geçirilen bilim merkezleridir. Bu tür merkezler, öğrencilerin STEM disiplinlerine olan ilgisini arttırmakta ve bu alanlarda kariyer yapmalarına olanak tanımaktadır (Bulut, Birgili, Koçoğlu, Gülünay ve Baş, 2024). Aynı zamanda STEM temelli anaokulları ve liseler açılması, öğrencilerin disiplinler arası bakış açısıyla bakmasını sağlayarak akademik başarıyı arttırmayı hedeflemektedir. Erken yaşta STEM eğitimi verilmesi öğrencinin bu bakış açısıyla büyümesini sağlamaktadır. Yapay zekâ, arttırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik gibi teknolojik uygulamaların kullanılması da öğrenme sürecini daha dikkat çekici ve interaktif hale getireceği öngörülmektedir (Yacan, Yacan, Türkkan, Taşdemir ve Kahmiran, 2024). Bu sayede akademik başarıyı arttırmaktadır.

PISA ve TIMSS sınavları, STEM eğitiminin etkisini inceleyen önemli bir araçtır. STEM eğitimini uygulayan ülkelerin bu sınavlardaki başarısının nedenlerinden biri, disiplinler arası bakış açısı ile günlük hayat problemlerini ele alan yapıdır. Türkiye'nin STEM eğitimine

yapacağı yatırımlar da uluslararası sınavlardaki performansı arttıracaktır. TIMSS öğrencilerin ne bildiğini, PISA ise bu bilgiler ile neler yapabildiklerini ölçmektedir (Cerit Berber, 2015). Bu durum, STEM eğitimin de temel hedefleri ile uyum sağlamaktadır. STEM, öğrencilerin bilgiyi farklı durumlara uyarlaması, problem çözme, analitik, yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Öğrenciler STEM odaklı tasarlanmış müfredatlar sayesinde erken yaşta bu becerileri kazanmaktadır. Aynı zamanda STEM yaklaşımı, eğitim müfredatlarında yaygınlaştırıldığı takdirde, bireysel ve toplumsal gelişmeyi arttırmaktadır. Dolayısıyla ulusal sınavlardaki başarıyı arttırmak için STEM eğitiminin üzerine odaklanmak önem arz etmektedir (Koyuncu ve Kırgız, 2016).

2.8 Laboratuvar Uygulamalarında STEM Eğitimi

Fen bilimlerini diğer disiplinlerden ayırt edilmesini sağlayan en önemli nokta, fen bilimlerinin deney, gözlem ve keşfe önem vermesidir. Aynı zamanda öğrencinin yaratıcı, eleştirel, sorgulayıcı yönlerini geliştirme, hipotez kurup test etme ve ortaya çıkan sonuçları yorumlama şansı vermesidir (Kırpık ve Engin, 2009). Fen bilimleri öğretiminde teorik bilgilerin pratiğe dönüştüğü, disiplinler arası entegrasyonun sağlandığı, problem durumlarına çözümler arandığı laboratuvar çalışmaları önem arz etmektedir. Laboratuvar uygulamalarında, öğrenciler soyut bilgileri somutlaştırır ve yaparak yaşayarak öğrenmeler kazanırlar (Kubat, 2015). Aktif öğrenmeyi teşvik etmekte, öğrenciyi pasif alıcıdan aktif katılımcıya dönüştürür. Bu sayede öğrencilerin, akıl yürütme, yorum yapma, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, muhakeme becerileri, problem çözme, iş birliği ve 21.yüzyıl becerilerinin gelişimine katkı sağlanır (Üçüncüoğlu ve Bozkurt Altan, 2018). Aynı zamanda öğrencilerin derse olan motivasyonu artar, ders daha dikkat çekici hale gelir (Yazıcı ve Kurt, 2018).

Öğrenciler fen bilimleri derslerinde hipotez kurma, deney tasarlama, gözlem yapma, veri toplama, verileri analiz etme ve sonuçları değerlendirme gibi bilimsel süreç becerilerini geliştirmektedir (Öztürk ve Ural Keleş, 2023). Öğrenciler beklemedikleri bir sonuç ile karşı karşıya kaldıklarında ise eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini kullanarak neden-sonuç ilişkilerini sorgular, soruna olası çözümler bulmaya çalışırlar. Bu sebeple fen bilimleri dersini laboratuvar uygulamaları ile gerçekleştirmek öğrencilere kalıcı ve anlamlı öğrenmeler sağlamaktadır (Dinçol Özgür, Odabaşı ve Erdoğan, 2017; Acarlı ve Dervişoğlu, 2018). Aynı zamanda laboratuvar ortamı, öğrencilerin grup halinde çalışmaları için

uygundur. Bu sayede öğrenciler iş birliği içinde çalışmayı öğrenirler, bilimsel tartışmalara katılabilir ve iletişim becerilerini geliştirebilirler (Ceylan ve Feyzioğlu, 2018).

Laboratuvar ortamı, STEM eğitiminin uygulanmasını kolaylaştırır. Laboratuvar çalışmalarında öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinde yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağlamaktadır. Gerçek yaşam problemlerine çözüm üretmeleri, bilimsel bilgiye dayalı hipotezler geliştirmeleri, tasarım odaklı düşünme becerilerinin geliştirilmesini hedeflemektedir. STEM eğitimi laboratuvarlarda desteklendiği takdirde, öğrencilerin 21.yüzyıl becerileri ve bilimsel süreç becerileri gelişmekte (Karslı Baydere ve Şahin Çakır, 2019) ve teknolojinin derslere entegre edildiği bir çalışma ortamı sunmaktadır. Aynı zamanda öğrenciler mühendislik tasarım süreçlerini deneyimlerler, ölçüm yaparlar ve ulaştıkları verileri matematiksel olarak analiz edebilirler. Bu sayede öğrencilerin soyut bilgileri somutlaştırdığı bir öğrenme ortamı oluşmaktadır (Kocakülah ve Savaş, 2011).

STEM derslerinin işleneceği laboratuvar uygulamalarında matematik ve problem çözme becerilerini geliştirmeye odaklanmalı ve bu farklı teknolojilerin, iş birliği içinde öğrencilere nasıl öğretileceği üzerinde durulmalıdır. Bu sayede laboratuvar uygulamaları, öğrenciler arasında fikir alışverişi sağlayarak olumlu bir sınıf ortamı oluşturulabilmekte, takım çalışmasına teşvik etmekte ve teknoloji kullanımının kolaylaştırılmasını sağlamaktadır. Tüm bunların yanı sıra, STEM laboratuvarları merak duygusunu geliştirmekte, fen bilimlerine karşı olumlu tutum sergilenmesine olanak tanımakta ve öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmesine fırsat yaratmaktadır (Böyük, Demir ve Erol, 2010). Bu sayede öğrencilerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematikle daha fazla ilgilenip motive olmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda öğrencilerin gelecekteki mesleki yaşamlarına daha donanımlı hazırlanmalarına destek olmaktadır. Sonuç olarak, laboratuvar uygulamalarının etkili uygulanması ile fen bilimleri derslerinin tamamlayıcı unsuru olmakta ve öğrencilerin 21.yüzyıl becerilerini geliştirmeyi destekleyen bir öğrenme haline gelmektedir.

Aşağıda, laboratuvar ortamında yürütülen ve öğretim sürecine katkı sağlayan bazı çalışmalara yer verilmiştir.

Sürücü, Özdemir, Bilen ve Köse (2013) yapmış oldukları çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının cinsiyet ve sınıf düzeylerine göre laboratuvar uygulamalarına yönelik tutumlarını incelemiştir. Yapılan Laboratuvar Tutum Ölçeği sonucunda, öğretmen

adaylarının cinsiyetlerine göre anlamlı bir fark belirlenmemiştir. 3.sınıf ve 1.sınıf düzeylerine göre öğretmen adaylarının tutumları incelendiğinde, 3.sınıftaki öğretmen adaylarının lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

Pekbay ve Kaptan 2014 yılında, fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar uygulamalarının etkililiği ile ilgili farkındalıklarını arttırmak için çalışmalarını yürütmüşlerdir. Bu amaçla öğretmen adaylarına farklı etkinlikler uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının farkındalıklarını arttırmak için etkili olduğuna ulaşılmıştır.

2019 yılında Karslı Baydere ve Şahin Çakır tarafından yayımlanan çalışmada, laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri öz yeterlilik inançlarına dair etkisini incelenmiştir. Deney grubunda bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamaları, kontrol grubunda ise geleneksel laboratuvar uygulamaları uygulanmıştır. Araştırmanın sonucuna bakıldığında, deney ve kontrol gruplarının bilimsel süreç becerileri öz yeterlilik inançları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Ancak bilimsel süreç becerilerine dair laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının gözlem yapma, deney tasarlama, veri yorumlama gibi becerilerinin gelişimini olumlu yönde etkilendiği belirtilmiştir.

2021 yılında yapılan çalışmada Çetin ve Cengiz, fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoloji dersinde dokular konusunu laboratuvar ortamında işlemelerinin akademik başarı ve tutumlarına etkisini araştırmışlardır. Araştırmada ön-test/son-test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubundaki öğretmen adaylarının, geleneksel yöntemlerle ders işleyen kontrol grubu lehine anlamlı bir fark görülmüştür. Bu sayede deney grubu öğretmen adaylarının daha somut öğrenmeler gerçekleştirdiği belirlenmiştir.

Yurttaş Kumlu'nun (2022) yapmış olduğu çalışmanın sonucunda, fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvarda yapılan çalışmaların faydalı olduğunu düşünmekte olduğuna ulaşılmıştır.

Akkış'ın 2024 yılında yapmış olduğu yüksek lisans tezinde, fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvarı öz yeterlik ve kaygılarını araştırmıştır. Araştırma sonucunda

laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının öz yeterliliklerinde olumlu gelişme gösterdikleri ve kaygı düzeylerinin azaldığına ulaşmıştır.

2.9 Yaratıcılık

STEM eğitiminde yaratıcılık; analitik düşünme, eleştirel düşünme ve problem çözme becerileriyle entegre edilerek öğrencilere yenilikçi çözümler üretme imkânı sunmaktadır. Geleneksel eğitim sistemlerinde dersler genellikle ezber ve tekrar üzerine kuruludur fakat STEM eğitiminde öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmesi, özgün fikirler geliştirmesi, inovatif düşünmesi önemlidir (Altunel, 2018). Geleneksel eğitim anlayışında bilgi aktarımına odaklanmakta, bilgiyi ezberleterek öğretmektedir. Dersler genellikle öğretmen merkezlidir, öğrenciler dinleyici konumunda olduğu için derslere katılımları sınırlıdır. Bütün öğrenciler aynı yöntemlerle aynı bilgiyi öğrenmektedir (Karol, 2023). Bu sebeplerden dolayı geleneksel eğitim anlayışı, öğrencileri yaratıcılığa teşvik etmek yerine standart cevaplara odaklanmakta ve yaratıcılığı sınırlamaktadır (Saraçoğlu ve Duran, 2009). Çağdaş eğitim anlayışında ise öğrenciler öğrenme sürecinde aktif rol oynamaktadır. Öğrenciler, araştırır, sorgular ve yeni fikirler üretmektedir. Öğrencilerin öğrenmeyi öğrenmesi hayat boyu sürer ve eleştirel düşünme, iş birliği, analiz etme ve yaratıcı düşünme gibi beceriler ön plandadır. Bireylerin tüm yönleriyle gelişmesini sağlar. Bu noktada geleneksel eğitim anlayışının ezberci bir sistemde olması sebebiyle yaratıcılığı engellediği görülmektedir (Özerbaş, 2011).

STEM eğitiminde öğrencilerin teorik bilgileri farklı disiplinlerle birleştirerek pratiğe dönüştürmesi beklenmektedir. Bu sayede öğrencilerin yaratıcı düşünceyi geliştirdikleri görülmektedir. Öğrencilerin farklı disiplinlerden gelen bilgileri sentezlemesi yaratıcı düşünmenin temelini oluşturur. Öğrenciler STEM eğitiminde, gerçek dünya problemlerini tespit edip çözüm ararlar, kendi projelerini tasarlar ve uygularlar, hayal güçlerini kullanarak soyut bilgileri somutlaştırır ve ürüne dönüştürerek anlamlı hale getirirler (Pekbay, Saka ve Kaptan, 2020). Bu aşamalarda yaratıcılık, STEM eğitimin önemli bir parçasıdır.

Yaratıcılık, STEM eğitimin tüm disiplinleri ile ilgilidir. Fen bilimlerinde, yeni hipotezler oluşturmak, farklı bakış açıları ile düşünmek, inovatif deneyler tasarlamak; teknolojiye, fikirlerin geliştirilmesi, sınırsız imkanlar, çeşitli programlar keşfetmek; mühendislikte, yeni ürünler tasarlamak, işlevsel yapılar inşa etmek, birbirinden farklı çözüm önerileri geliştirmek (Bozkurt Altan ve Tan, 2022); matematikte, problem çözme yöntemleri geliştirmek, esnek düşünceye yer vererek tartışmak (Gür ve Kandemir, 2006), analitik ve soyut düşünmek

yaratıcı düşünmeyi sağlamaktadır. Bu şekilde öğrenciler, derse dair olumlu tutum ve merak duygularını geliştirmektedir.

Yaratıcı düşünme ile öğrenciler farklı disiplinleri bir araya getirmektedir. Bu sayede problemlerin farkına varma ve çözüme, eleştirel düşünme, araştırma ve sorgulama becerilerini kazanmaktadır (Özkok, 2005). Yaratıcılık becerileri gelişmiş bir öğrenci sadece öğrendiği bilgiyi kullanmakla kalmaz, o bilgiyi harmanlamakta ve farklı pencerelerden bakarak çeşitli çözüm önerileri bulmaktadır. Aynı zamanda öğrendikleri bilgiyi kendi tecrübe ve bilgi birikimi ile birleştirerek özgün fikirlerde bulunmaktadırlar. Bu sayede öğrencilerin yaratıcılık becerilerinin akademik başarıyı olumlu yönde etkilediği de görülmüştür (Sarica ve Bostan Sarioğlan, 2024; Güldemir ve Çınar, 2021; Şentürk Özkaya ve Bostan Sarioğlan, 2023).

Öğretmenler öğrencilerin yaratıcılıklarını desteklemek konusunda, onları düşünmeye ve sorgulamaya teşvik etmek için çaba göstermektedir. Örneğin dikkat çekici, merak uyandıran gerçek dünya problemleri sunmakta, öğrencilerin açık uçlu projeler tasarlamalarına yardımcı olmaktadırlar. Aynı zamanda öğrencilerin kendi fikirlerini geliştirip ürün oluşturma aşamasında teşvik edilen bir öğrenme ortamı oluşturulduğunda yaratıcılık artmakta ve öğrencilerin motivasyonu sağlanmaktadır. Bu sayede farklı yetenek ve ilgilere sahip olan öğrencilerin de bireysel yaratıcılıklarının keşfedilmesine olanak tanınmaktadır.

2.10 Eleştirel Düşünme

Alanyazında eleştirel düşünme ile ilgili birçok tanım yapılmıştır. Evancho'ya (2002) göre, bireyin neye inanacağına, ne yapacağı konusunda kararlı olabilmesi, bu kararları ile ilgili çözümler yapabiliyor olması, değerlendirme sürecinde bilinçli yargılarda bulunması ve yargıları ifade edebilmesi şekline eleştirel düşünme olarak tanımlanmaktadır (Kutru ve Hasaıçebi, 2024). STEM ve eleştirel düşünme arasında ilişkiye bakıldığında ise, eleştirel düşünme, tanımdan da anlaşılacağı üzere öğrencileri bilgiyi analiz edebilme, değerlendirme, yorumlama ve çözümlenme becerilerini geliştirmeyi sağlamaktadır. STEM ise bu becerilerin gerçek hayatta uygulanabilmesini sağlamaktadır.

STEM eğitiminde öğrencilere karmaşık problemler verilir ve öğrencilerden beklenen problemlerdeki sorunları tanımlaması, bu sorunlara dair farklı çözüm yolları bulması ve uygun çözüm üzerine odaklanarak uygulama kısmına geçmesidir. Bu süreç, eleştirel

düşünmenin temel becerilerini geliştirir (Kurtuluş, Akçay ve Karahan, 2017). Bu şekilde öğrenciler, verileri analiz ederek mantıklı kararlar almayı öğrenmektedirler. STEM farklı disiplinlerin birleşimiyle öğrencilere sunulan bir yaklaşım olmasından dolayı, öğrencilerin bir problemin farklı boyutlarını inceleyerek eleştirel düşünme becerilerini geliştirme noktasında katkı sağlamaktadır. Bu sayede öğrencilerin daha derinlemesine düşüncelerine yardımcı olunmaktadır.

STEM eğitimi, öğrencilerin bilgiyi ezberleyerek öğrenmesini değil, araştırma-sorgulama, deney yapma, problem çözme becerileri ile öğrenmesini amaçlamaktadır (Ekmekci, 2022). Bu şekilde STEM eğitimi, eleştirel düşünmeyi destekleyerek öğrencilerin gerçek dünyada karşılaşılabilecekleri olası problem durumlarına yönelik çözüm bulmalarını kolaylaştırmaktadır. Eleştirel düşünme ile öğrencinin karşısına çıkan problemleri analiz etme, farklı perspektiften bakma, verileri yorumlama ve çıkarım yapma süreçleri kullanılır. Aynı zamanda akıl yürütme, karar verme, muhakeme yapma gibi becerileri de beraberinde geliştirmektedir. STEM, öğrencilerin yalnızca akademik başarılarını destekleyen bir yaklaşım değildir. Hayat boyu da kullanabilecekleri eleştirel düşünme becerilerini de kazandırır (Sönmez ve Sağlam, 2025).

Demirel'in 2024 yılında yaptığı çalışmada, öğrencilerin eleştirel düşünme özelliklerinin akademik başarıya etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda eleştirel düşünme becerisi yüksek olan öğrencilerin akademik başarısının da yüksek olduğu saptanmıştır. STEM eğitimi, eleştirel düşünme becerilerini geliştirerek öğrencilerin akademik başarısını artırma noktasında da önemli bir noktadır. Çünkü bu süreçte öğrenciler bilgiyi yapılandırarak öğrenir, mantıklı düşünme becerilerini geliştirir. Bu şekilde bilgi daha anlamlı ve kalıcı hale gelir.

2023 yılında Asal Özkan ve Sarıkaya tarafından yapılan başka bir çalışmada da mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine olumlu katkı sağladığı görülmüştür. Öğrenciler fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerindeki bilgiler harmanlanarak eleştirel düşünme süreçleri kullanılır. Bu sayede öğrencilerin derse karşı motivasyonları ve katılımları artmaktadır.

2.11 Bilimsel Süreç Becerileri

STEM eğitiminde bilimsel süreç becerileri hem temel hem üst düzeylerde gelişmektedir (Taştan Akdağ ve Güneş, 2021; Karcı, 2018; Ünal ve Aksüt, 2021). STEM'in günlük hayat problemlerine disiplinler arası çözüm arayışı, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini kullanmalarını sağlamaktadır. Bu becerilerin hem teorik hem uygulamalı olarak geliştiği görülmektedir.

Bilimsel süreç becerileri, temel bilimsel süreç becerileri ve üst düzey bilimsel süreç becerileri olarak ikiye ayrılmaktadır (Aktaş, Aktaş ve Kalaycı, 2020). Tablo 2.1' de verilmiştir.

Tablo 2.1: Bilimsel süreç becerileri

Temel Bilimsel Süreç Becerileri	Üst Düzey Bilimsel Süreç Becerileri
Gözlem yapma	Hipotez kurma
Sınıflandırma	Deney tasarlama
Ölçme	Değişkenleri kontrol etme
İletişim Kurma	Veri Analizi
Tahmin yapma	Sonuçları değerlendirme
Çıkarımda bulunma	

2.11.1 Temel bilimsel süreç becerileri

2.11.1.1 Gözlem yapma

Duyu organlarımız yardımıyla çevremizde olup biten olay ve durumlar hakkında bilgi toplama işine gözlem yapma denmektedir (Koyuncu Ünlü, 2018).

Gözlem yapma becerisi, STEM eğitiminin merkezinde yer almaktadır. STEM eğitimi, gözlem yapma becerisi sayesinde öğrencilere gerçek dünya problemlerini keşfetme, anlama, muhakeme edebilme, eleştirel bakabilme, farklı bakış açılarıyla bakabilme ve çözme fırsatı sunmaktadır.

Fen bilimlerinde gözlem yapmak deneylerin temelini oluşturmaktadır. Öğrenciler laboratuvar derslerinde bir olgu veya olayı dikkatlice gözlemlemekte ve hipotezler oluşturmaktadır. Örneğin, kullanılan zeminin sürtünme kuvvetine etkisi incelendiği bir derste, öğrenciler farklı zeminlerde hareket eden araçların belirli bir sürede ne kadar yol katettiğini gözlemler.

STEM eğitimin teknoloji boyutunda, gözlem yapma becerisi incelendiğinde, teknolojik cihazlarda, yazılım ve simülasyonlar gibi pek çok sistem aracılığı ile gözlem yapılabilir. Örneğin mikroskop ile soğan zarı hücresinin incelenmesi, yazılım veya simülasyonlar aracılığıyla sanal deneyler yapılarak fiziksel olaylar gözlemlenebilir, teleskopla yıldızları incelemek gibi birçok örnek söylenebilir.

Mühendislik projelerinde gözlem becerisine bakıldığında, problem durumlarını belirleme ve bunlara çözüm arama süreci gözlemin temelini oluşturmaktadır. Örneğin bir ev tasarımı yapılırken modelin dayanıklılığını, kullanışlılığı test edebilmek için model üzerinde gözlemlemek.

Matematikte veri toplama, verileri analiz etme ve sonuçları inceleme noktasında gözlem yapma becerisine ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin, bir fizik probleminde grafiklerdeki eğilimleri gözlemlemek bu beceriye dayalıdır.

STEM eğitiminde proje tabanlı öğrenme, laboratuvar çalışmaları, doğa gözlemleri gibi yaklaşımlarla gözlem yapma becerisi gelişmektedir. Bu sayede öğrencilerin problem çözme yetenekleri, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, disiplinler arası bağ kurma, analiz etme, muhakeme yapma, akıl yürütme becerilerinin gelişmesine katkı sağlanmaktadır.

2.11.1.2 Sınıflandırma

Nesne ve durumları birtakım özelliklerine göre ayırma ve düzenleme işine sınıflandırma denmektedir (Kavak, 2020). Bu beceri sayesinde öğrencilerin karmaşık bilgileri daha iyi anlamasına, ortak özellikleri belirlemelerine yardımcı olunmaktadır.

Fen bilimlerinde sınıflandırma becerisine bakıldığında, canlıları, maddeleri ortak özelliklerine göre gruplandırarak anlamak için etkili bir yöntemdir. Örneğin, canlıların sınıflandırılması (bakteriler, bitkiler vs.), maddenin fiziksel halleri (katı, sıvı vs.), doğal afetlerin sınıflandırılması (deprem, sel vs.)

Teknolojide sınıflandırma, araç gereç ve simülasyonların kullanım amaçlarına göre gruplandırılması. Örneğin çizim yapılabilecek uygulamaların listesi, araştırma yapılabilecek web sitelerinin listesi.

Mühendislik alanında sınıflandırma yapmak, kullanım amaçlarına göre malzemelerin gruplandırılması veya sistemlerin özelliklerine göre ayrılmasını içermektedir. Örneğin bir ev inşa edileceğinde kullanılacak malzemelerin beton, çelik, ahşap gibi gruplandırılması.

Matematik alanında sınıflandırma, sayı, şekiller arasındaki ilişkiyi anlamlandırmayı kolaylaştırmaktadır. Örneğin bir para hesabı yapılacağında aynı para miktarları gruplandırılmakta; sayılar asal, tam sayı, rasyonel, irrasyonel olarak sınıflandırılmaktadır.

STEM eğitiminde fen, teknoloji, mühendislik, matematik bir araya getirilerek sınıflandırma becerisi disiplinler arası bir bakış açısı ile ele alınmaktadır. Sınıflandırmanın bu disiplinler arasında bağ kurması ile öğrenciler hem akademik hem de günlük hayata daha etkili beceriler kazanmasını sağlamaktadır. Sınıflandırma yaparken bilgiyi organize edebilmek amacıyla kullanabilecek birçok araç ve yöntem vardır. Bunlar; kavram haritaları, tablo, grafik, zihin haritaları vs.

2.11.1.3 Ölçme

Bir nesne ya da durumun uzunluk, ağırlık, kütle, sıcaklık gibi nicel özelliklerinin ölçülerek kaydedilmesi işlemine ölçme denmektedir (Ayvacı ve Yurt, 2016).

Ölçme becerisi, gerçek dünya problemlerini anlamayı kolaylaştırmakta ve matematiksel ile analitik düşünme becerilerini desteklemektedir. Doğru ölçme araç ve yöntemlerinin kullanılmasıyla bu beceriler etkili bir şekilde değerlendirilebilir.

Ölçme işlemi, özellikle fen bilimleri ve matematik alanında tüm STEM disiplinlerinde aktif olarak kullanılacağı bir yetkinliktir. Aynı zamanda ölçme becerisi, soyut kavramların somutlaştırılması noktasında önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin fen bilimleri alanında deneyler sırasında meydana gelen olayları analiz etme, kaydetme noktasında işe yaramaktadır. Mühendislik tasarım süreçlerinde, bir yapıyı inşa ederken ölçüler kullanmak düzgün bir yapı inşa etmeye yardımcı olabilir. Ayrıca yapıların dayanıklılığını belirleme noktasında ölçme becerisine ihtiyaç duyulmaktadır.

STEM eğitiminde ölçme becerisi, öğrencilerin gerçek hayat problemlerini anlama, analiz etme ve çözme noktasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu sayede öğrencilerin disiplinler arası bakış açısıyla bakması güçlenmektedir.

2.11.1.4 İletişim kurma

İletişim kurma verileri grafik, tablo veya yazılı metinlerle ifade etme işlemidir (Arslan ve Tertemiz, 2004). Bilimsel süreçlerin her aşamasında elde edilen bulgular, sözlü, yazılı, grafiksel veya görsel araçlar yardımıyla kullanarak ifade edilmektedir. Öğrencilerin öğrendiği bilgileri, gözlemleri, veri sonuçlarını paylaşma fırsatı bulmaları kolaylaşmaktadır. Bu sayede olumlu bir sınıf iklimi oluşur; öğrenciler arasındaki iletişim ve iş birliği artar, ayrıca öğrenciler paylaşmayı öğrenir.

2.11.1.5 Tahmin yapma

Geçmişte yaşanmış durumlardan, gözlem, çıkarım ve verilerden yararlanarak gelecekte olabilecek olası durumları öngörmeye tahmin yapma denmektedir (Altınok ve Tunç, 2013). STEM eğitiminde tahmin yapma, gerçek dünya problemlerinin farkına varma ve çözüme süreçlerini güçlendirmektedir. Öğrencilerin eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmektedir. Öğrenciler bir olayın sonuçlarını yaptıkları gözlemlerden ya da var olan mevcut bilgiler ışığında tahmin etmektedirler. Mühendislik tasarım süreçlerinde ise yapılan prototipin işe yararlığı tahmin edilerek olası sorunları ve buna yönelik çözümleri önceden belirlemeye yaramaktadır. Matematiksel veriler kullanılarak da bir problemin çözümüne dair gelecekteki eğilimleri tahmin etme becerileri gelişmektedir. Teknolojik açıdan bakıldığında örneğin bir cihazın performansını öngörmek için tahmin etme becerisi kullanılmaktadır. Öğrenciler günlük hayat problemlerinin gelecekteki sonuçlarını tahmin ederek alternatif çözümler üretebilir, önlem alırlar. Bu sayede eleştirel, analitik ve yaratıcı düşünme becerileri gelişmektedir. Bu beceriyi kazandırmak, öğrencileri bilimsel yöntemlerle düşünmeye teşvik etmektedir.

2.11.1.6 Çıkarımda bulunma

Gözlemleri veya verileri inceleyerek olaylar hakkında mantıklı sonuçlar açıklama işlemine çıkarımda bulunma denmektedir (Aslan Efe, Bakır, Baysal ve Özmen, 2015).

Öğrencilerin bilimsel süreçleri anlama, çözüm üretme, analiz etme becerilerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır. Öğrenciler sadece bilgi edinmeyi değil bu bilgiyi nasıl kullanacaklarını da anlamlandırmaktadır. Fen bilimlerinde deney yapılırken gözlem ve veriler ışığında çıkarımlar yapılarak sonuca varılmaktadır. Teknolojide ise bir sistemle veya cihazla yapılan bir işlem sonucuna göre çıkarımlar yapılmaktadır. Örneğin bir fizik simülasyonu ile yapılan deney sonucunda çıkarılan sonuçlar ışığında yargılara varılmaktadır. Bu sayede teknoloji

disiplini eğitime entegre edilmektedir. Mühendislik tasarım süreçlerinde ise kullanabilecek herhangi bir materyalin yapıya etkisi üzerine çıkarımlarda bulunabilir. Çalışmalar sonucunda veriler arasındaki ilişkiler analiz edilerek sonuç çıkarma süreci de matematiğin temelini oluşturmaktadır. Çıkarımda bulunma becerisi, gözlem ve verilerin analiz sonucunda elde edilen bilgilerin anlamlandırılmasını sağlamaktadır. Bu sayede öğrenciler STEM disiplinlerinde karar verme becerisini geliştirmekte ve yaratıcı, eleştirel, analitik çözümler üreten bireyler olarak yetiştirilmektedirler.

2.11.2 Üst düzey bilimsel süreç becerileri

2.11.2.1 Hipotez kurma

Yapılan gözlemleri açıklamakta ve sınanmak üzere sınırları iyi çizilmiş doğrulanabilir veya yanlıştırabilir önermelere hipotez kurma denmektedir (Ağgöl Yalçın, 2011). Hipotez kurma, bilimsel yöntem basamaklarından biridir. Hipotez genellikle test edilebilir biçimdedir (Temiz ve Tan, 2009).

Öğrenciler, STEM eğitiminde karşılaştıkları problemleri çözebilmek için sık sık hipotez kurma yoluna başvururlar. Hipotez kurma becerisi, öğrencilerin bilgiyi aktif bir şekilde kullanarak yapılandırmalarını sağlamaktadır. Fen bilimlerinde deney ve gözlemlerden önce geçici çözüm yolları üretilmektedir. Teknolojide bir sistemin çalışıp çalışmayacağını öngörmesi konusunda hipotezler kurulmaktadır. Mühendislik tasarım süreçlerinde bir değişken ile ilgili sonuçların etkisini incelemektedir. Örneğin bir yapının inşasında kullanılan malzeme türünün yapının sağlamlılığı etkisine bakılabilir. Bir matematik probleminde modellemeler üzerinde tahminler yapmayı kolaylaştırmaktadır. Örneğin bir yol zaman grafiğinde eğim arttıkça cismin hızı artmaktadır.

Hipotez kurmanın STEM eğitimine faydalarına bakıldığında, öğrenciler tarafından bilimsel süreçlerin anlaşılmasının kolaylaştığı, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerisinin geliştiği görülmektedir. Aynı zamanda problem çözme becerilerine de olumlu etkisi vardır. Öğrenciler hipotez kurarak olayları daha iyi anlamlandırmakta, yaratıcı çözümler üretmektedir. Örneğin fen bilimlerinde bir deney tasarlamadan önce hipotez oluşturmak işleri kolaylaştırmaktadır. Bu sayede hipotez kurma becerisi, STEM alanlarında eleştirel düşünebilen, yaratıcı bireylerin gelişmesine katkı sağlamaktadır.

2.11.2.2 Deney tasarlama

Bu beceri, Őimdiye kadar olan tüm becerileri bir araya toplayan beceridir (Turan, 2015). Olay, durum veya problemleri czmek için bilimsel yöntemlere dayanarak oluŐturulan plana denmektedir.

STEM eğitimi deney tasarlama sürecinde, öğrencilerin öğrendiği bilimsel yöntemleri uygulamaları, geliştirmeleri, pratik yapmaları gerekmektedir. Eğitimde ğrencilerin, teorik bilgileri pratiğe dönüştürmesi önemlidir.

Özellikle fen bilimlerinde öğrencilerin dünyayı anlamlandırması ve keŐfetmesi için deneyler tasarlanmaktadır. Dijital ortamlarda dahi deney tasarlamak mümkündür. Bunlar için birçok yazılımlar vardır. Gerçek dünyada yapılamayacak deneylerin yazılımlar yardımıyla dijital ortamlarda yapılması kolaylık sağlamaktadır. Öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmesi, kalıcı öğrenmeler kazanmasında etkilidir. Öğrencilerin süreçte aktif olarak deneyleri kendilerinin yapması da ayrıca önemli bir etkidir.

Mühendislik tasarım süreçlerinde, yeni proje ve czmler geliştirmek için testler, deneyler yapılmaktadır. Matematikte ise modellerin ve grafiklerin doğruluğunu tespit edebilmek amacıyla farklı deneyler tasarlanmaktadır. Bu sayede soyut bilgiler somutlaŐtırılarak öğretilmektedir.

STEM eğitiminde deney tasarlanmanın faydaları incelendiğinde, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin geliştiği görülmektedir. Aynı zamanda deney tasarlama sürecinde, öğrencilerin problemlerin boyutlarına göre analiz etme, czm yolları geliştirme becerileri güçlenmektedir. Farklı olarak öğrencilerin derse karşı olumlu tutum sergilemesi, motivasyon kazanmalarını sağlayarak dersi renklendirmektedir.

2.11.2.3 Değişkenleri kontrol etme

Değişkenleri kontrol etme becerisi bilimsel araştırmaların ve deneylerin temelini oluşturmaktadır. Bir olayda mevcut değişkenleri tanımlama, sabit tutulacak ve deđiŐtireceđi değişkenleri seçme işlemine denir (Dökme, 2005). Bu beceri, öğrencilerin analitik düşünme yeteneklerini geliştirmek için kullanılmaktadır.

Bağımsız değişken, araştırmacı tarafından kontrol edilen değişkendir. Bağımlı değişken, bağımsız değişkene bağlı olarak değişen değişkendir. Sabit değişkenler, deney veya araştırma sürecinde sabit tutulan ve sonuçları etkilemeyen değişkendir (Evrekli,2010).

Örneğin farklı zeminlerde sürtünme kuvvetinin etkisini incelenen bir deneyde, zeminin türü (cam, halı, mermer, toprak vs.), deneyde değiştirilen, sürtünme kuvvetini etkileyen faktördür yani bağımsız değişkendir. Bağımlı değişken ise ölçülen değişken yani sürtünme kuvvetidir. Kontrol edilen sabit değişken ise deney sürecinde değişmeyen sabit tutulan değişkendir yani nesnenin kütlesi, uygulanan kuvvet, deney ortamı vs olabilir.

Değişkenleri kontrol etmek, öğrencilerin bilimsel araştırma sürecini anlamalarını sağlamakta, sistematik bir şekilde çalışmayı öğretmektedir. Değişkenlerin analiz edilmesi ile öğrencilerin gerçek dünyadaki karmaşık problemleri çözümlmelerine yardımcı olmaktadır. STEM'in disiplinler arası yaklaşımı, öğrencilerin problemlere farklı boyutlarını incelemesine olanak tanır. Değişkenlerin kontrol edebilme becerisi hem akademik açıdan hem de günlük hayatta deneyim kazanma noktasında öğrencileri geliştiren bir etkendir.

2.11.2.4 Veri analizi

Çalışmalar sonucunda toplanmış olan verilerin aralarındaki ilişkileri, organize edip grafiklere dökerek anlamamıza yardımcı olan işleme veri analizi denmektedir (Öner, 2025). Veri analizi öğrencilerin yaptıkları araştırma veya deney sürecinde toplanan verileri anlamlandırmalarını, yorumlamalarını sağlamaktadır.

Fen bilimlerinde, deney sonuçlarının analizi hipotezlerin geçerliliğini sınamak amacıyla gerçekleştirilmektedir. Mühendislik tasarım süreçlerinde toplanan veriler yapının güvenliğini, dayanıklılığını vs. test etmek için veri analizi yapılabilir. Bu sayede herhangi bir yerde eksik varsa keşfedilmekte ve iyileştirme yapılabilir. Matematiksel analiz yapmak, istatistiksel yöntemler kullanmak ise STEM'in tüm disiplinlerinde kullanılan temel bir araçtır. Ayrıca veri analiz sürecinde grafik ve tablolar kullanılabilir. Teknolojiden faydalanarak yazılım veya simülasyonlarla da veri analizleri yapılmaktadır.

Öğrencilerin veriler üzerinde düşünerek fikirler, çözümler üretmesi onların eleştirel, analitik ve yaratıcı düşünme becerilerini güçlendirmektedir. Aynı zamanda veri analiz sürecinde

bilimsel süreç becerileri de gelişmekte, öğrencilerin gelecekte meslek yaşamlarına hazırlık sağlamaktadır.

2.11.2.5 Sonuçları değerlendirme

Çalışmalar sonucunda elde edilen veriler ile sonuçlar sorgulanmakta, amaca ulaşıldı mı, geçerli ve güvenilir bir sonuç elde edildi mi incelenmektedir. Ayrıca alternatif çözümler üretilir mi, eksik veya hatalı yönler var mı belirlenerek bu yönde ilerlenmektedir. Öğrenciler bu aşamada projelerinin sonuçlarını sunmakta, bu sayede iletişim ve eleştirel düşünme becerileri gelişmektedir. STEM eğitiminde sonuçları değerlendirme aşaması öğrenmeyi pekiştirmekte, yenilikçi çözümler geliştirmeye olanak tanımaktadır. Aynı zamanda yaratıcı düşünme ve analitik düşünme, akıl yürütme, karar verme, problem çözme becerileri gelişmesine katkı sağlamaktadır.

Bir STEM projesinde öğrenciler, günlük hayat problemlerinin farkına vardıldıktan sonra çözüm bulma sürecine geçerler. Daha sonra prototip hazırlarlar, prototiplerini test eder ve bir sonuca varırlar.

2.12 21. Yüzyıl Becerileri

21. yüzyıl becerileri, bireylerin modern dünyada başarılı olmaları ve çağa ayak uydurabilmeleri için kazanması gereken bilgi, beceri ve tutumlara sahip oldukları becerilerdir (Önür ve Kozikoğlu, 2019). Geleneksel eğitim anlayışı, salt içerik aktarımına dayalı iken çağdaş eğitim anlayışı, bireyin edindiği bilgiyi farklı durumlara transfer etmeyi öğrenmesidir. Özellikle bilgiye erişimin oldukça kolay olduğu günümüz şartlarında bilginin yeni durumlara uyarlanabilmesi önemlidir. 21.yüzyıl becerileri sadece akademik başarıyı geliştirmeyi hedeflemez aynı zamanda bireylerin iş ve günlük yaşamlarında etkin rol oynamaktadır. Bu nedenle eğitim programlarının 21.yüzyıl becerilerini geliştirecek şekilde güncellenmesi gerekmektedir (Barası ve Erdamar, 2021). Alanyazında P21 olarak bilinen bu beceriler; öğrenme ve yenilik (inovasyon) becerileri, bilgi, medya ve teknoloji becerileri ve yaşam ve kariyer becerileri olmak üzere üç ana kategori olarak ayrılmaktadır (Özer ve Tekin Bozkurt, 2024).

Öğrenme ve yenilik (inovasyon) becerileri: Bireylerin öğrenme süreçlerini bilinçli bir şekilde yönetmeleri, edindiği bilgileri kullanabilme ve yaratıcı fikirlerin üretilmesinde öğrenme ve yenilik (inovasyon) becerileri yer almaktadır. Bu sayede bireylerin değişen

dünya düzenine kolaylıkla uyarlanması sağlanır. Bu beceriler şu şekildedir: Eleştirel düşünme ve problem çözme, iletişim, iş birliği, yaratıcılık.

Bilgi, medya ve teknoloji becerileri: Bireylerin bilgiye en doğru ve hızlı bir şekilde ulaşabilmesi için teknolojiyi iyi kullanabilmeleri gerekmektedir. Günümüzde bilgi hızla artıyor ve bu bilgiye nasıl ulaşılabileceği, nasıl değerlendirileceği önem arz etmektedir. Dijital dünyada var olabilmek için hızla gelişen teknolojiye ayak uydurmak bu açıdan oldukça önemlidir. Bu beceriler ise şu şekildedir: Bilgi, medya, bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı.

Yaşam ve kariyer becerileri: Bireylerin değişen dünya düzenine hızlıca uyum sağlaması ve kendi öğrenmesini yönetebilmesi için bu beceriler önemli hale gelmiştir. Çünkü günümüz koşullarında sadece teknik bilgi önemli değildir. Hem okul hem iş hem de günlük hayatta önem arz eden bu beceriler şu şekildedir: Esneklik ve uyumluluk, girişkenlik ve kendi kendini yönetme, sosyal ve kültürlerarası etkileşim, üretkenlik ve hesap verebilirlik, liderlik ve sorumluluk.

Günümüzdeki çocuklar, teknoloji ile doğar doğmaz tanışan, bilgisayar ve türevlerini çok kolay bir şekilde öğrenerek hayatlarına rahatlıkla entegre eden bir nesildir. 21. yüzyıl öğreneni olan yeni nesil öğrenciler, teknoloji sayesinde sağlıklı iletişim kurabilir, bilgilere kolaylıkla erişim sağlayabilir, ihtiyaçlarını karşılayabilir. Değişen dünyaya hızlıca ayak uydurup becerilerini geliştirebilirler. Sanat, bilim ve teknoloji gibi alanlarda da değişime katılabilirler.

21.yüzyıl öğretmenleri ise öğrencilere sadece salt içerik sunan değil, öğrenme öğretme süreçlerini zenginleştirir. 21.yüzyıl dünyası hızla değişmektedir. Öğretmenlerin de bu sürece uyum sağlayacak bireyleri yetiştirmesi bir ihtiyaçtır. Bu noktada öğretmenlerin değişime açık, teknoloji ile ilgili ve öğrenmeye istekli olması gerekmektedir. Aynı zamanda öğrenciyi merkeze alan bir yaklaşıma sahip olmalı, kendisi rehber konumunda olmalıdır. Rehber konumundaki öğretmen öğrenciyi tanımalı ve gelişimini izleyerek onları yönlendirmelidir.

Eğitim süreçlerinde 21.yüzyıl becerilerini merkeze alarak süreci yöneten yaklaşımların benimsenmesi eğitimi bir üst noktaya taşıyacaktır. 21.yüzyıl eğitiminde, teknolojinin

sağladığı fırsatlarla bireyler, yaşamı anlamlandırmaya yönelmiştir. Bu nedenle ülkelerin 21.yüzyıl becerilerine dair ihtiyacın karşılanabilmesi için bilim ve teknoloji alanında okur yazarlık becerilerini artıracak STEM eğitimi önem kazanmıştır (Ulutepe ve Dağ, 2024, s.392). STEM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bütünleştirerek bireylerin problem çözme, iş birliği, yaratıcı ve eleştirel düşünme gibi 21.yüzyıl becerilerini geliştirebilecekleri bir ortam sunmaktadır. Öğrenciler STEM projeleri üzerinde çalışırken bu becerileri uygulama fırsatına sahip olmaktadır. Aynı zamanda günümüzde ihtiyaç duyulan iş gücü için gerekli olan becerilerin çoğu STEM eğitimin dalları ile doğrudan alakalıdır. STEM eğitimi ile 21.yüzyıl becerileri arasındaki ilişki, çağdaş eğitim yaklaşımlarının temelini oluşturmaktadır. Öğrencileri gelecekteki mesleklerine hazırlamak ve toplumsal sorunlara çözüm üretme kabiliyetlerini geliştirmektedir. Bu sebeple 21.yüzyıl becerilerini, STEM eğitime entegre etmek son derece önem arz etmektedir. Örneğin Laçın Şimşek ve Soysal (2022) çalışmalarında STEM uygulamalarının 21.yüzyıl becerilerini geliştirme noktasında olumlu etkilere sahip olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde Çetin ve Kahyaoğlu (2018) çalışmalarında STEM temelli etkinliklerin 21.yüzyıl becerilerini arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışma da 21.yüzyıl becerilerinin gelişimi, STEM temelli laboratuvar uygulamaları ile desteklenmiş ve fen bilgisi öğretmen adaylarının bu becerilerindeki gelişim incelenmiştir.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, araştırmanın çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin analizi ve veri toplama süreçlerine dair bilgiler yer almaktadır.

3.1 Araştırma Modeli

Bu çalışma, Marmara Bölgesinde bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimi laboratuvar uygulamaları I dersi kapsamında STEM uygulamalarının bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri ve 21. yüzyıl becerilerine etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma kapsamında, tek grup ön test-son test zayıf deneysel desen kullanılmıştır.

Tek grup ön test- son test zayıf deneysel desende önce gruba ön test uygulanır sonra planlanan uygulama yapılır, gerekli işlemler gerçekleştirilir, daha sonra ise son test uygulaması yapılır. Ön test ve son test farklı zamanlarda uygulanan aynı içerikten oluşan testlerden meydana gelmektedir. Bu desen, ön test ile son test arasındaki farkın incelenmesiyle gerçekleştirilir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2024). Çalışmanın süreci Tablo 3.1 de verilmiştir.

Tablo 3.1: Çalışmanın süreci

Hafta	İçerik
1.Hafta	Ön Test Uygulaması
2.Hafta	Bitki ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme, Fotosentez, Solunum (Enerji Dönüşümleri)
3.Hafta	Hücre ve Organeller, Kalıtım
4.Hafta	Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm, Enerji Dönüşümleri, Madde Döngüleri
5.Hafta	Sistemler
6.Hafta	Astronomi
7.Hafta	Sabit Süratli Hareket, İş ve Enerji
8.Hafta	Sürtünme Kuvveti, Basınç
9.Hafta	Elektrik
10.Hafta	Madde ve Isı, Sıcaklık
11.Hafta	Optik, Ses
12.Hafta	Son Test Uygulaması

3.2 Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu, 2024-2025 eğitim öğretim yılı güz dönemi Marmara Bölgesinde bir üniversitede öğrenim görmekte olan, 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adayları oluşturmaktadır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama grubu olarak seçilmesinin nedeni, araştırmanın STEM eğitimi ile ilgili olması ve bu yaklaşımın fen bilimleri ile entegre edilmesi gerekliliğidir. Ayrıca, uygulama grubunu, araştırmacının danışman öğretim üyesinin dersindeki öğrencileri oluşturmaktadır. Bu sayede araştırma daha sistematik bir şekilde ilerlemiştir. Çalışma ‘Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları-I’ dersi kapsamında Eylül 2024- Aralık 2025 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunun genel özellikleri Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2: Fen bilgisi öğretmen adaylarının cinsiyet ve sayısal dağılımı

Cinsiyet	f	%
Kadın	25	86.2
Erkek	4	13.8
Toplam	29	100

3.3 Veri Toplama Araçları

Bu araştırmanın verileri 2024-2025 eğitim-öğretim yılı güz döneminde bir ilde üniversitede öğrenim görmekte olan 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarından toplanmıştır. Çalışma kapsamında üç ölçek kullanılmıştır. Veriler toplanmadan önce ölçekleri hazırlayan araştırmacılardan ve uygulamanın yapılacağı üniversitenin etik kurulundan gerekli izinler alınmıştır. Alınan izinler Ek C’de yer almaktadır. Çalışmada Deniz Çeliker ve Balım (2012) tarafından Türkçe’ye uyarlanmış ‘‘Bilimsel Yaratıcılık Testi’’; Savaş (2011) tarafından Türkçe’ye uyarlanmış ‘‘Bilimsel Süreç Becerileri Testi’’ ve Çevik ve Şentürk (2019) tarafından hazırlanan ‘‘Çok Boyutlu 21.Yüzyıl Becerileri Ölçeği’’ kullanılmıştır.

3.3.1 Bilimsel yaratıcılık testi (BYT)

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık düzeylerini belirlemek amacıyla Hu ve Adey’in (2002) geliştirdiği, Deniz-Çeliker ve Balım (2012)’in Türkçe’ye uyarladığı Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT) kullanılmıştır.

BYT, bireylerin farklı boyutlarda yaratıcı düşünme becerilerini ölçmeyi amaçlamakta ve toplamda yedi adet açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Hu ve Adey (2002) tarafından 160 öğrenciye uygulanarak testin Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı .89 olarak belirlenmiştir. Bu

değer testin yüksek düzeyde güvenilir olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada ise 29 öğretmen adayının ön test sonuçlarında Cronbach alfa güvenilirlik kat sayısı .667; son test sonuçlarında .666 olarak hesaplanmıştır. Her iki değer de orta düzeyde güvenilirlik göstermektedir.

BYT’nde yer alan yedi madde incelendiğinde, sıra dışı kullanımlar, problemi keşfetme, ürün geliştirme, hayal kurma, problem çözme, deney yapma ve ürün tasarlamayı amaçlamaktadır. Sorulara verilen cevapların değerlendirilmesinde ise akıcılık, esneklik ve orijinallik puanlarına bakılmıştır. BYT soruları Ek A.1 de yer almaktadır. Testin kullanımı için alınan izin ise Ek C’de bulunmaktadır.

Yedi sorudan oluşan testteki maddeleri kapsayan alt boyutlar Tablo 3.3’ de verilmiştir.

Tablo 3.3: BYT değerlendirilme alt boyutları

Madde no	BYT’deki İşlevi	BYT Değerlendirme Alt Boyutları
1	Sıra dışı kullanımlar	Akıcılık, esneklik ve orijinallik
2	Problemi keşfetme	Akıcılık, esneklik ve orijinallik
3	Ürün geliştirme	Akıcılık, esneklik ve orijinallik
4	Hayal kurma	Akıcılık, esneklik ve orijinallik
5	Problem çözme	Esneklik, orijinallik
6	Deney yapma	Akıcılık, esneklik, orijinallik
7	Ürün tasarlama	Esneklik, orijinallik

3.3.2 Bilimsel süreç becerileri testi (BSBT)

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri düzeylerini belirlemek amacıyla Kazeni’nin (2005) geliştirdiği, Savaş’ın (2011) Türkçe’ye uyarladığı “Bilimsel Süreç Becerileri Testi” (BSBT) kullanılmıştır. BSBT’i geliştirilirken, değişkenleri belirleme (7 madde), hipotez kurma (6 madde), işlevsel tanımlama (6 madde), deney tasarlama (3 madde), veri ve grafikleri yorumlama (8 madde) becerilerinden oluşmaktadır. Soru sayısını

arttırmak amacıyla ayrıca Temiz'in (2010) çalışmasından, deney tasarlama ve hipotez kurma becerilerine dair 7 adet soru eklenmiştir. Test önce 106 öğretmen adayına uygulanmış ve madde ayırt edicilik indeksi 0.20'nin altında kalan maddeler testten atılmış ve toplamda soru sayısı 30 olarak belirlenmiştir. Savaş (2011) tarafından 106 öğretmen adayına uygulanan testin güvenirlik katsayısı .70 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada ise 29 öğretmen adayının ön test sonuçlarında Cronbach alfa güvenirlik kat sayısı .533; son test sonuçlarında .732 olarak hesaplanmıştır. Ön testin güvenilir olmadığı fakat son testin orta düzeyde güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır. BSBT soruları Ek A.2 de yer almaktadır. Testin kullanımı için alınan izin ise Ek C'de bulunmaktadır. BSBT'inde yer alan maddelerin sorulara dağılımı Tablo 3.4' de verilmiştir.

Tablo 3.4: BSBT yer alan maddelerin sorulara dağılımı

Bilimsel Süreç Becerileri	Maddeler
Değişkenleri Belirleme	1, 2, 3, 4, 14, 22
Hipotez Kurma	8, 13, 16, 21, 29
İşlevsel Tanımlama	5, 24, 25, 27
Tablo ve Grafik Okuma- Yorumlama	5, 7, 11, 20, 26
Deney Tasarlama	6, 9, 10, 12, 17, 18, 19, 23, 28, 30

3.3.3 Çok boyutlu 21. yüzyıl becerileri ölçeği (ÇBYBÖ)

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerilerini incelemek amacıyla Çevik ve Şentürk (2019) tarafından geliştirilen “Çok Boyutlu 21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği” (ÇBYBÖ) kullanılmıştır.

ÇBYBÖ yer alan maddeler, 15-25 yaş grubu bireylerin 21. yüzyıl becerileri hakkında görüşlerini belirlemeye yöneliktir. Bu kapsamda ölçek, 41 madde ve 5 alt boyuttan oluşmaktadır. Bu alt boyutlar, ‘‘Bilgi ve Teknoloji Okuryazarlığı Becerileri, Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Becerileri, Girişimcilik ve İnovasyon Becerileri, Kariyer Bilinci, Sosyal Sorumluluk ve Liderlik Becerileri’’ şeklindedir. Maddelerden 34’ü olumlu, 7’si ise olumsuz ifadeler içeren ters maddelerdir. Bu ters maddeler 16, 17, 18, 19, 20, 21 ve 35. maddelerdir. Ölçek, Likert tipi bir ölçektir ve beşli derecelendirme sistemi kullanılmaktadır. Bireylerin maddelere verebileceği yanıtlar; “5= Tamamen Katılıyorum, 4= Katılıyorum, 3= Fikrim Yok, 2= Katılmıyorum, 1= Kesinlikle Katılmıyorum” şeklindedir.

Ölçekte alınabilecek en düşük puan 41, en yüksek puan ise 205'tir. Puanın yüksek olması 21.yüzyıl becerilerinin arttığını, düşük olması ise 21.yüzyıl becerilerinin azaldığını belirtmektedir.

Çevik ve Şentürk (2019) tarafından 640 öğrenciye uygulanan testin Cronbach alfa güvenilirlik kat sayısı .86 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada ise 29 öğretmen adayının ön test sonuçlarında Cronbach alfa güvenilirlik kat sayısı .932; son test sonuçlarında .928 olarak hesaplanmıştır. Her iki değer de oldukça yüksek düzeyde güvenilirlik göstermektedir. ÇBYBÖ soruları Ek A.3 de yer almaktadır. Testin kullanımı için alınan izin ise Ek C'de bulunmaktadır. ÇBYBÖ'nde yer alan madde alt boyutları ve madde sayıları Tablo 3.5' de verilmiştir.

Tablo 3.5: ÇBYBÖ madde alt boyutları ve madde sayıları

Madde Alt Boyutları	Madde Sayıları
Bilgi ve Teknoloji Okuryazarlığı Becerileri Boyutu	15 Madde
Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Becerileri Boyutu	6 Madde
Girişimcilik ve İnovasyon Becerileri Boyutu	10 Madde
Sosyal Sorumluluk ve Liderlik Becerileri Boyutu	4 Madde
Kariyer Bilinci Boyutu	6 Madde

3.4 Veri Analizi

Çalışma, 2024-2025 eğitim öğretim yılı güz döneminde gerçekleştirilmiştir. Çalışma Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları-I dersi kapsamında 3.sınıf fen bilgisi öğretmen adayları ile 12 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte 10 hafta boyunca öğretmen adayları STEM temelli ders planları hazırlayıp laboratuvarında uygulamalarını gerçekleştirmiştir. Araştırmanın yapıldığı fakülteden alınan laboratuvar kullanım izni Ek E'de bulunmaktadır.

Araştırmada kullanılan BYT, BSBT ve ÇBYBÖ'nden elde edilen verilerin analizi için SPSS 23.0 istatistik programı kullanılmıştır. Çalışma kapsamında öncelikle verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığını belirlemek için normallik testleri yapılmıştır.

Örneklem büyüklüğünün 50'den küçük olduğu durumlarda normallik hakkında karar vermek amacıyla Shapiro-Wilk testi, 50'den büyük olduğu durumlarda ise Kolmogorov-

Smirnov testi kullanılmaktadır (Büyüköztürk, 2023). Bu sebeple çalışma kapsamında (N=29) verilerin analizi için Shapiro-Wilk testi tercih edilmiştir.

Normallik testinde p değerinin yorumlanması, .05'ten büyük olduğu durumlarda verilerin normal dağıldığı, .05'ten küçük olduğu durumlarda ise verilerin normalden sapma gösterdiği şeklindedir (Büyüköztürk, 2023). Çarpıklık ve basıklık değerlerinin ise -1.96 ile +1.96 aralığında olması, verilerin normal dağıldığını göstermektedir (Can, 2024).

BYT'inden elde edilen verilerin analiz sürecinde, her öğretmen adayının verdiği yanıtlar öncelikle ham veri olarak kaydedilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının verdiği yanıtların kaç kişi tarafından tekrarlandığı belirlenmiş ve özgün, yaratıcı yanıtlar tespit edilerek analiz edilmiştir. Ardından BYT'nin belirlenen akıcılık, esneklik ve orijinallik puanlama kriterlerine göre değerlendirilmesi yapılmıştır. Sorulara verilen yanıtlar puanlanırken, araştırmayı yapan kişi ile alanında uzman bir kişinin birbirinden bağımsız olarak verdikleri yanıtlar arasında uyuma bakılmıştır. BYT soruların puanlama kriterleri Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6: BYT puanlama kriterleri

Maddeler	Puanlama Kriterleri
Soru 1,2,3,4	Üretilen her bir yanıt için 1 puan (akıcılık puanı) Önerilen her farklı uygulama için +1 puan (esneklik puanı) %5'ten daha az kişide rastlanan her bir yanıt için 2 puan, %5-%10 arası için 1 puan (orijinallik puanı)
Soru 5	%5'ten daha az kişide rastlanan her bir yanıt için 3 puan, %5 ile %10 arası kişide rastlanan yanıt için 2 puan, %10'dan fazla kişide rastlanan her bir yanıt için 1 puan (orijinallik).
Soru 6	Her yanıt için araç, yöntem ve uygulama olacak şekilde üç boyutta değerlendirme yapılır. Her boyutta öğrenci 3 puan üzerinden değerlendirilir (esneklik). %5'ten daha az kişide rastlanan her yanıt için 3 puan, %5-%10 arası yanıt için 2 puan, %10'dan daha fazla yanıt için 1 puan (orijinallik)
Soru 7	Makinenin her bir işlevi için 3'er puan esneklik. Ayrıca kapsamlı bir genel izlenime göre 1 ile 5 arasında bir orijinallik puanı

Araştırmacılar arasında puanlama güvenilirliği hesaplanırken Miles ve Huberman (1994)'ın $Güvenirlik = \frac{Görüş\ birliği}{(Görüş\ birliği + Görüş\ ayrılığı)} \times 100$ formülünden yararlanılmıştır. Güvenilir bir analiz için bu değerin en az %80 sınırını aşması gerekmektedir. Hesaplama sonucunda iki araştırmacı arasındaki veri analizinde uyum yüzdesi %89.6 olarak belirlenmiştir. Bu oran, araştırmada veri analizinin güvenilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. İki araştırmacı arasında fikir birliği sağlanamayan yanıtlar, üçüncü araştırmacı olarak bir fen eğitimi alan uzmanı tarafından analiz edilmiştir. Bu sayede tüm yanıtlar için tam fikir birliği sağlanarak analiz tamamlanmıştır.

BYT'nden elde edilen verilerinin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Shapiro- Wilk normallik testi uygulanmıştır. Test sonuçları normallik varsayımını karşılayıp karşılamadığını değerlendirmek için incelenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 3.7 de sunulmuştur.

Tablo 3.7: BYT Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları

		N	İstatistik	p	Çarpıklık	Basıklık
BYT	Ön-test	29	.953	.225	.762	.365
	Son-test	29	.844	.001	1.657	3.382

Tablo 3.7'ye göre, Shapiro-Wilk ön testi sonuçlarına bakıldığında, p değeri .225 olduğu için normal dağılıma ($p > 0.05$), Shapiro-Wilk son testi sonuçlarına bakıldığında ise p değeri .001 olduğu için normal dağılıma uygun değildir ($p < 0.05$). Ek olarak ön test sonuçlarında çarpıklık (.762) ve basıklık (.365) değerleri de -1.96 ile +1.96 arasında olduğu için normal dağılım, son test sonuçlarında çarpıklık (1.657) ve basıklık (3.382) değerleri 1.96'in üzerinde olduğu için normal dağılımdan sapma göstermektedir. Bu nedenle parametreler arası farkların değerlendirilmesinde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testinden yararlanılmıştır.

BSBT verilerinin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Shapiro- Wilk normallik testi uygulanmıştır. Test sonuçları normallik varsayımını karşılayıp karşılamadığını değerlendirmek için incelenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 3.8'de sunulmuştur.

Tablo 3.8: BSBT Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları

		N	İstatistik	p	Çarpıklık	Basıklık
BSBT	Ön-test	29	.887	.005	-.911	.724
	Son-test	29	.860	.001	-1.162	.800

Tablo 3.8'e göre, Shapiro-Wilk ön test- son test sonuçlarına bakıldığında, p değeri .05'ten küçük olduğu için veriler normal dağılmamaktadır ($p < .05$). Ek olarak ön test- son test sonuçlarında çarpıklık ve basıklık değerleri -1.96 ile +1.96 arasında olduğu için normal dağılım göstermektedir. Ancak p değeri normal dağılıma uygun olmadığı için parametreler arası farkların değerlendirilmesinde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi'nden yararlanılmıştır.

Çok Boyutlu 21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği verilerinin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Shapiro- Wilk normallik testi uygulanmıştır. Test sonuçları normallik varsayımını karşılayıp karşılamadığını değerlendirmek için incelenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 3.9' da sunulmuştur.

Tablo 3.9: ÇBYBÖ Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları

		N	İstatistik	p	Çarpıklık	Basıklık
ÇBYBÖ	Ön-test	29	.941	.107	.711	.428
	Son-test	29	.917	.025	1.098	1.138

Tablo 3.9'a göre, Shapiro-Wilk ön testi sonuçlarına bakıldığında, p değeri .107 olduğu için normal dağılıma uygun ($p > 0.05$), Shapiro-Wilk son testi sonuçlarına bakıldığında ise p değeri .025 olduğu için normal dağılıma uygun değildir ($p < 0.05$). Ek olarak ön test ve son test sonuçlarında çarpıklık ve basıklık değerleri de -1.96 ile +1.96 arasında olduğu için normal dağılım göstermektedir. Ancak son test sonuçlarına p değeri .05'ten küçük olduğu için parametreler arası farkların değerlendirilmesinde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi'nden yararlanılmıştır.

3.5 Veri Toplama Süreci

Bu araştırmada veri toplama süreci, 2024-2025 eğitim-öğretim yılı Güz dönemi'nde gerçekleştirilmiş olup katılımcılar Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü öğrencilerinden oluşmaktadır. Araştırmada kullanılan veriler, toplanmadan önce Balıkesir Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu'ndan

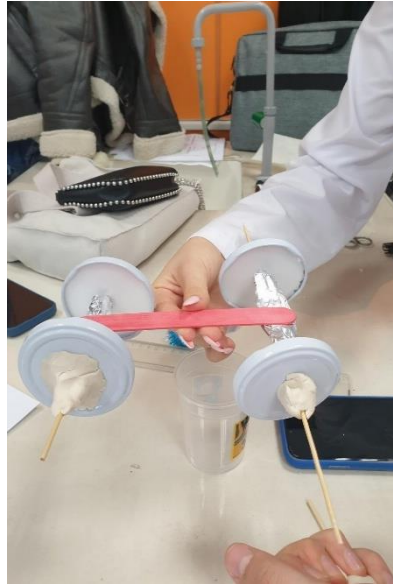
gerekli izinler alınmış ve ardından veri toplama sürecine başlanmıştır. Araştırma Etik Kurul Onay belgesi EK D’de yer almaktadır.

Araştırma, ön test- son test şeklinde yürütülmüştür. Sürecin başlangıcında öğretmen adaylarına ön test uygulaması yapılmıştır. Ardından öğretmen adaylarının 10 hafta boyunca STEM temelli ders planları hazırlayıp sunmaları sağlanmıştır. Bu süreç tamamlandıktan sonra ise son test uygulaması yapılmıştır. Veri toplama süreci laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiş ve araştırmaya katılımda gönüllülük esası dikkate alınmıştır. Ayrıca araştırmanın başında, öğretmen adaylarına çalışmanın amacı açıklanmış ve sorulara içtenlikle ve samimi yanıtlar vermelerinin beklendiği belirtilmiştir.

Öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları STEM ders planları, ortaokul fen bilimleri ders programında yer alan konular doğrultusunda hazırlanmıştır. Konular ortaokul 5., 6., 7. ve 8. sınıf düzeyinde fen bilimleri müfredatından seçilmiştir. 29 öğretmen adayı, ikişer veya üçer kişilik gruplara ayrılarak STEM konuları çerçevesinde ders planları hazırlamış ve haftada iki grup olacak biçimde her grup 60 dakika süren sunumlar gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarına ders planı hazırlama sürecinde rehberlik etmek amacıyla örnek bir ders planı şablonu sağlanmıştır. Şablonda etkinlik adı, konusu, süresi, sınıf düzeyi, anahtar kavramlar, güvenlik önlemleri ve ilgili STEM disiplinlerine yönelik öğrenme çıktıları belirtilmiştir. Dersin işleniş süreci, giriş (ön bilgileri yoklama, merak uyandırma, dikkat çekme), uygulama (problemin belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi, en uygun çözüm yolunun bulunması, prototipin yapılması ve test edilmesi) ve iletişim (değerlendirme) aşamalarından oluşmaktadır. Bu yapı sayesinde öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecini kullanarak problem çözme, yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerini deneyimlemeleri hedeflenmiştir. Örnek ders planı şablonu EK B.1’de yer almaktadır. Ayrıca öğretmen adaylarının hazırladığı örnek ders planları da EK B.2 ve EK B.3’ de yer almaktadır. Araştırmacı ve danışman öğretim üyesi, uygulama öncesi ders planlarını incelemiş, ardından uygulama sürecini takip ederek gözlem yapmışlar ve bitiminde öğretmen adaylarına dönüt vermişlerdir. Öğretmen adaylarının 8.hafta sürtünme ve basınç konularına ait grup çalışmalarına dair görseller Şekil 3.1’de, 7.hafta sabit süratli hareket konusuna ait görsel Şekil 3.2’de, 8. hafta sürtünme konusuna ait görsel Şekil 3.3’te, 11.hafta ses konusuna ait görsel Şekil 3.4’de, 12 hafta boyunca araştırmaya katılan öğretmen adayları ise Şekil 3.5’ de sunulmuştur.



Şekil 3.1: 8.hafta sürtünme ve basınç konularına ait grup çalışmalarına dair görseller



Şekil 3.2: 7.hafta sabit süratli hareket konusuna ait görsel



Şekil 3.3: 8. hafta sürtünme konusuna ait görsel



Şekil 3.4: 11.hafta ses konusuna ait görsel



Şekil 3.5: 12 hafta boyunca araştırmaya katılan öğretmen adayları

Çalışma kapsamında STEM yaklaşımına uygun olarak hazırlanan ders planlarından biri “Sıcaklık Tasarım Yolculuğu” başlıklı etkinliktir (EK B.2’ de yer almaktadır). Bu etkinlik, “Sıvıların ısınma hızlarını ve kütlelerin sıcaklık artışı üzerindeki etkilerini deneysel olarak gözlemleyerek ısı kaybını en aza indiren yaratıcı bir termos tasarımı geliştirmek” amacıyla yapılmıştır. Etkinlik, 8. sınıf Fen Bilimleri dersi kazanımlarına uygun olacak şekilde planlanmıştır. Bu sayede öğretmen adaylarının disiplinler arası beceriler geliştirmelerine olanak tanınmıştır.

Etkinlik süreci şu şekilde yürütülmüştür:

Etkinlikte, öğretmen adaylarının ısıyı tutma kapasitesini etkileyen faktörleri göz önünde bulundurarak termos tasarımları istenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adayları, termosun hangi malzemelerden yapılması gerektiği, şeklinin nasıl olması gerektiği, hangi maddelerin ısıyı daha iyi yalıtıldığını muhakeme edebilmeleri ve tasarımın ısı korunumu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir.

Önce yalıtım malzemeleri öğretmen adaylarına sunulmuş ve öğretmen adayları hangi malzemeleri seçeceğini muhakeme etmişlerdir. Sonra öğretmen adaylarının bu malzemelerden yola çıkarak kendi termos modellerini geliştirmeleri beklenilmiştir.

Öğretmen adayları tasarladıkları ürünleri teknoloji disiplini kapsamında üç boyutlu modelleme programı olan Tincercad uygulamasından dijital çizimlerini yapmışlardır. Mühendislik disiplinde, öğretmen adayları bilimsel verileri kullanarak sıcak içecekleri uzun süre sıcak muhafaza edebilecek bir termos tasarımı geliştirmişlerdir. Matematik disiplinde ise deneylerden elde edilen verileri analiz etmiş, yorumlamış, termosun boyutu ile ilgili ölçümler yapmışlardır.

Etkinliğin deneysel kısmında öğretmen adaylarına üç farklı sıvı içeren kaplar sunulmuştur: 250 ml su, 250 ml zeytinyağı, 500 ml su. Öğretmen adayları bu kaplardaki sıcaklık değişimini 0., 3., ve 5. dakikalarda gözlemleyerek, sıvı cinsinin ve miktarının sıcaklık değişimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir.

Etkinlik süresince öğrenciler eleştirel düşünme, problem çözme, muhakeme yapma, yaratıcılık, akıl yürütme ve mühendislik tasarımı gibi 21. yüzyıl becerilerini etkin bir şekilde kullanmışlardır. Etkinlik kapsamında 10. hafta Madde ve Isı, Sıcaklık konusuna dair hazırlanan örnek termos tasarımları Şekil 3.6’da sunulmuştur.



Şekil 3.6: 10. hafta Madde ve Isı, Sıcaklık konusuna dair hazırlanan örnek termos tasarımları

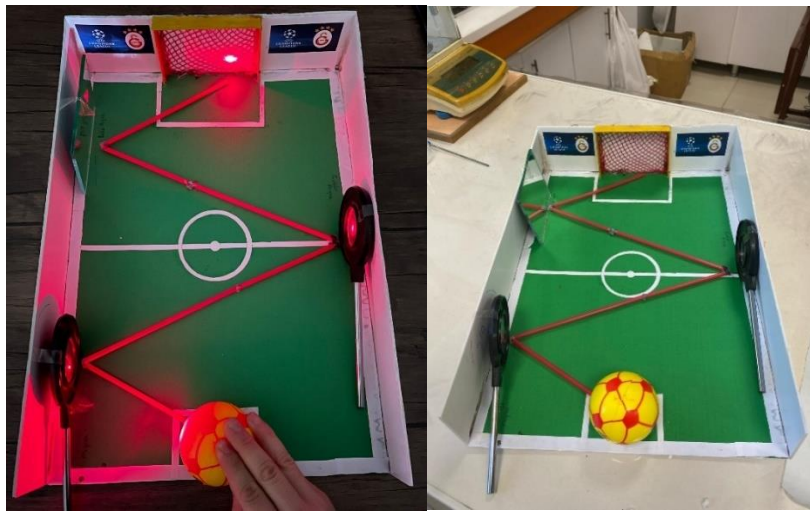
Uygulanan Ders Planı Örneği: “Ayna Futbolu: Strateji ile Kaleye!” Etkinliği (EK B.3’ de yer almaktadır.)

Bu etkinlik STEM yaklaşımına uygun olarak hazırlanan ders planlarından biri “Ayna Futbolu: Strateji ile Kaleye” başlıklı etkinliktir. Etkinlikte öğretmen adaylarının ışığın

yansıma özelliklerini anlamaları ve bu bilgileri yaratıcı bir şekilde uygulayarak problem çözme becerilerini geliştirmelerini hedeflemiştir. Etkinlik, 6. sınıf Fen Bilimleri dersi kazanımlarına uygun olacak şekilde planlanmıştır. Etkinlikte, öğretmen adaylarından ışık kaynağını (futbol topu) başlangıç noktasından aynaları kullanarak kaleye ulaştırmaları beklenmiştir. Işığın yön değiştirmesi için düz, çukur ve tümsek aynalardan stratejik bir yol haritası tasarımları istenmiştir.

Etkinlik kapsamında öğretmen adayları dört gruba ayrılmış ve ellerine yönergeler verilmiştir. Öğretmen adaylarından bu yönergeleri takip ederek iş birliği içinde problem durumuna çözüm üretmeleri istenmiştir. Her grup bir futbol sahası şeklinde tasarlanan bir karton yüzey üzerinde aynaların yansıma özelliklerini kullanarak futbol topunun içine yerleştirdikleri lazer ışığı ile kaleye ulaştıracak şekilde bir tasarım yapmışlardır. Her grubun en az bir tümsek, çukur ve düz ayna kullanması, lazer ışığının en az üç kez yön değiştirmesi görev olarak verilmiştir.

Etkinliğin teknoloji kısmında öğretmen adaylarından tasarımlarını dijital ortama aktarmak üzere Algodoo uygulamasından animasyon oluşturmaları istenmiştir. Mühendislik boyutunda ise öğretmen adaylarını mühendislik tasarım becerilerini kullanarak tasarımlarını oluşturmuşlardır. Matematik disiplininde de öğretmen adayları oluşturdukları tasarımlarda oran-orantı hesaplamaları yapmış, ölçüm, çizim ve analiz becerilerini kullanmışlardır. Böylece STEM'in tüm disiplinlerinin bütünleştiği bir öğrenme ortamı oluşmuştur. Etkinlik kapsamında 11. hafta Optik konusuna dair hazırlanan örnek futbol sahası tasarımları Şekil 3.7'de sunulmuştur.



Şekil 3.7: 11. hafta Optik konusuna dair hazırlanan örnek futbol sahası tasarımlar

4. BULGULAR

Araştırmada, STEM yaklaşımının 3. sınıf Fen bilgisi öğretmen adaylarının Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersi kapsamında bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri ve 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu bölümde, öğretmen adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT), Bilimsel Süreç Becerileri Testi (BSBT), Çok Boyutlu 21.Yüzyıl Ölçeği (ÇBYBÖ) elde edilen verilerin analizinden elde edilen bulgulara değinilmektedir.

Birinci alt probleme dair bulgular:

STEM eğitimi, 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasındaki ön test ve son test puanları arasında bilimsel yaratıcılık düzeylerinde anlamlı bir fark yaratır mı? Alt problemine cevap aranması için BYT’nden elden edilen verilerin normallik analizleri yapılmış ve normalden sapma gözükmese sebebiyle parametreler arası farkların değerlendirilmesinde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi’nden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 4.1 de yer almaktadır.

Tablo 4.1: BYT Wilcoxon işaretli sıralar testinden elde edilen bulgular

Son Test- Ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıralar Toplamı	Z	P
Negatif Sıralar	11	11.00	121.00	-1.868	.062
Pozitif Sıralar	17	16.76	285.00		
Eşit Sıralar	1				
Toplam	29				

Tablo 4.1’e göre, yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi sonucunda, ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($Z = -1.868$, $p = .062$). Bu bulgu, STEM temelli laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık puanlarında anlamlı bir değişim sağlamadığını göstermektedir.

BYT’ine ilişkin ön test ve son test puanlarının dağılımı, uygulama sürecini genel hatlarıyla ortaya koymak için betimsel olarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.2’ de yer almaktadır.

Tablo 4.2: BYT betimsel analizinden elde edilen bulgular

Test Türü	Ortalama (Mean)	Standart Sapma (SD)
Ön Test	38.69	10.43
Son Test	45.49	16.49

Tablo 4.2'e göre, yapılan betimsel analiz sonuçları ön test ve son test arasındaki farkları belirtmektedir. Ön testin ortalama puanı 38.69 (SD=10.43), son testin ortalama puanı 45.49 (SD= 16.49) olarak saptanmıştır. Bu sonucun son test ortalamasının ön testten 6.8 puan daha yüksek olduğunu göstermektedir. Fen bilgisi öğretmen adayları son testte ön teste göre daha yüksek puan almakla birlikte ön test ve son test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark ile karşılaşmamıştır.

İkinci alt probleme dair bulgular:

STEM eğitimi, 3.sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasındaki ön test ve son test puanları arasında bilimsel süreç becerilerinde anlamlı bir fark yaratır mı? Alt problemine cevap aranması için BSBT'nden elde edilen verilerin normallik analizleri yapılmıştır ve normalden sapma gözükmesi sebebiyle parametreler arası farkların değerlendirilmesinde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testinden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.3: BSBT Wilcoxon işaretli sıralar testinin analizinden elde edilen bulgular

Son Test- Ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıralar Toplamı	Z	P
Negatif Sıralar	13	14.62	190.00	-.024	.981
Pozitif Sıralar	14	13.43	188.00		
Eşit Sıralar	2				
Toplam	29				

Tablo 4.3'te, ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır. Yapılan test sonucunda, $Z = -0.024$, $p = .981$ olarak bulunmuş ve p değeri .05'ten büyük olduğu için ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı saptanmıştır. Bu bulgu, STEM temelli laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri puanlarında süreçte anlamlı bir değişim sağlamadığını göstermektedir.

BSBT'ine ilişkin ön test ve son test puanlarının dağılımı, uygulama sürecini genel hatlarıyla ortaya koymak için betimsel olarak incelenmiştir. Veriler Tablo 4.4'te yer almaktadır.

Tablo 4.4: BSBT betimsel analizinden elde edilen bulgular

Test Türü	Ortalama (Mean)	Standart Sapma (SD)
Ön Test	21.45	3.04
Son Test	21.79	4.09

Tablo 4.4'e göre, yapılan betimsel analiz sonuçları ön test ve son test arasındaki farkları belirtmektedir. Ön testin ortalama puanı 21.45 (SD=3.04), son testin ortalama puanı 21.79 (SD= 4.09) olarak saptanmıştır. Bu sonuç, son test ortalamasının ön testten 0.34 puan daha yüksek olduğunu belirtmektedir. Fakat genel puanlara bakıldığında, fen bilgisi öğretmen adaylarının ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı gözükmektedir.

Üçüncü alt probleme dair bulgular:

STEM eğitimi, 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasındaki ön test ve son test puanları arasında 21. yüzyıl becerilerinde (eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcı düşünme vb.) anlamlı bir fark yaratır mı? alt problemine cevap aranması için ÇBYBÖ'nden elde edilen verilerin normallik analizleri yapılmıştır ve normalden sapma gözükmesi sebebiyle parametreler arası farkların değerlendirilmesinde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testinden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Tablo 4.5: ÇBYBÖ Wilcoxon işaretli sıralar testinden elde edilen bulgular

Son Test- Ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıralar Toplamı	Z	p
Negatif Sıralar	13	13.69	178.00	-.264	.791
Pozitif Sıralar	14	14.29	200.00		
Eşit Sıralar	2				
Toplam	29				

Tablo 4.5'te ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır. Yapılan test sonucunda, $Z = -0.264$, $p = .791$ olarak bulunmuş ve p değeri .05'ten büyük olduğu için ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı saptanmıştır. Bu bulgu, STEM temelli laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının 21.yüzyıl becerileri puanlarında anlamlı bir değişim sağlamadığını göstermektedir.

ÇBYBÖ'ne ilişkin ön test ve son test puanlarının dağılımı, uygulama sürecini genel hatlarıyla ortaya koymak için betimsel olarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.6'da yer almaktadır.

Tablo 4.6: ÇBYBÖ betimsel analizinden elde edilen bulgular

Test Türü	Ortalama (Mean)	Standart Sapma (SD)
Ön Test	161.24	16.35
Son Test	161.69	14.77

Tablo 4.6'a göre, yapılan betimsel analiz sonuçları ön test ve son test arasındaki farkları belirtmektedir. Ön testin ortalama puanı 161.24 (SD=16.35), son testin ortalama puanı 161.69 (SD= 14.77) olarak belirlenmiştir. Bu sonucun son test ortalamasının ön testten 0.45 puan daha yüksek olduğunu göstermektedir. Ancak genel puanlara bakıldığında, fen bilgisi öğretmen adaylarının ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı saptanmıştır.

Bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri ve 21.yüzyıl becerilerine yönelik ölçümlerin karşılaştırmasında üç farklı ölçüm sonucu arasında anlamlı bir fark olup olmadığını tespit etmek amacıyla Friedman testi uygulanmıştır. İlgili testlerin bulgularına Tablo 4.7'de yer verilmiştir.

Tablo 4.7: Ölçeklere yönelik farklılıklarla ilişkin Friedman testinden elde edilen bulgular

STEM Etkinlikleri	N	Sıra Ortalaması	SD	χ^2	P	Anlamlı Fark
Bilimsel Yaratıcılık Ön Test	29	3.31				
Bilimsel Yaratıcılık Son Test	29	3.60				
Bilimsel Süreç Becerileri Ön Test	29	1.52	5	130.922	.000	Anlamlı
Bilimsel Süreç Becerileri Son Test	29	1.57				
21.Yüzyıl Becerileri Ön Test	29	5.48				
21.Yüzyıl Becerileri Son Test	29	5.52				

Tablo 4.7' de yer alan Friedman testinden elde edilen bulgulara bakıldığında, STEM temelli laboratuvar uygulamalarının Bilimsel Yaratıcılık, Bilimsel Süreç Becerileri ve 21.Yüzyıl Becerileri üzerinde anlamlı bir fark görülmektedir ($\chi^2= 130.922$, $p<.001$). Bu farkın hangi

değişkenler arasında ortaya çıktığını belirlemek için post-hoc analizler yapılması gerekmektedir.

Bilimsel Yaratıcılık, Bilimsel Süreç ve 21.Yüzyıl Becerileri üzerinde meydana gelen farkların incelendiği ön test post- hoc analizlerinden elde edilen bulgular Tablo 4.8’de yer almaktadır.

Tablo 4.8: Ölçeklerin farklarına ilişkin ön test post hoc analizinden elde edilen bulgular

Karşılaştırma		N	Sıra Ortalaması	Sıralar Toplamı	Z	P
21.Yüzyıl Becerileri- Bilimsel Yaratıcılık	Negatif Sıralar	0	.00	.00	-4.704	.000
	Pozitif Sıralar	29	15.00	435.00		
	Eşit Sıralar	0				
	Toplam	29				
Bilimsel Süreç Becerileri- Bilimsel Yaratıcılık	Negatif Sıralar	28	15.48	433.50	-4.673	.000
	Pozitif Sıralar	1	1.50	1.50		
	Eşit Sıralar	0				
	Toplam	29				
Bilimsel Süreç Becerileri- 21.Yüzyıl Becerileri	Negatif Sıralar	29	15.00	435.00	-4.705	.000
	Pozitif Sıralar	0	.00	.00		
	Eşit Sıralar	0				
	Toplam	29				

Tablo 4.8’de Friedman testi ardından hangi gruplar arasında anlamlı farklar olduğunu belirlemek amacıyla Wilcoxon Signed- Rank Testinden elde edilen bulgular sunulmuştur. Elde edilen bulgular incelendiğinde, tüm karşılaştırmalarda p değerinin .000 olduğu ve bu farkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucu ile karşılaşılmıştır ($p < .05$). Bonferroni düzeltmesi yapıldığında da her karşılaştırmanın p değeri aynı kalmıştır. Bu durum testin hala anlamlı olduğunu göstermektedir.

Bilimsel Yaratıcılık, Bilimsel Süreç ve 21.Yüzyıl Becerileri üzerinde meydana gelen farkların incelendiği son test post- hoc analizlerinden elde edilen bulgular Tablo 4.9’da yer almaktadır.

Tablo 4.9: Ölçeklerin farklarına ilişkin son test post hoc analizinden elde edilen bulgular

Karşılaştırma		N	Sıra Ortalaması	Sıralar Toplamı	Z	p
21.Yüzyıl Becerileri- Bilimsel Yaratıcılık	Negatif Sıralar	0	.00	.00	-4.707	.000
	Pozitif Sıralar	29	15.00	435.00		
	Eşit Sıralar	0				
	Toplam	29				
Bilimsel Süreç Becerileri- Bilimsel Yaratıcılık	Negatif Sıralar	29	15.00	435.00	-4.705	.000
	Pozitif Sıralar	0	.00	.00		
	Eşit Sıralar	0				
	Toplam	29				
Bilimsel Süreç Becerileri- 21.Yüzyıl Becerileri	Negatif Sıralar	29	15.00	435.00	-4.704	.000
	Pozitif Sıralar	0	.00	.00		
	Eşit Sıralar	0				
	Toplam	29				

Tablo 4.9 incelendiğinde, tüm karşılaştırmalarda p değerinin .000 olduğu ve bu farkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucu saptanmıştır ($p < .05$). Bonferroni düzeltmesi yapıldığında da her karşılaştırmanın p değeri aynı kalmıştır. Bu durumda testin hala anlamlı olduğu görülmektedir.

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar tartışılmış, elde edilen sonuçlar alan yazındaki çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Ayrıca bu konuda çalışacak araştırmacılar için önerilerde bulunulmuştur.

5.1 Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma kapsamında, STEM temelli laboratuvar uygulamalarının 3.sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri ve 21.yüzyıl becerilerine etkisi incelenmiş ve elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

5.1.1 STEM eğitiminin 3.sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık düzeylerindeki etkisine ilişkin tartışma

Çalışma kapsamında uygulanan BYT sonuçları incelendiğinde, ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak betimsel analiz sonuçları incelendiğinde, son test puanlarının ön test puanlarına göre yükseldiği görülmüştür. Bu durum her ne kadar anlamlı bir fark ortaya koymasa da STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme becerilerine katkı sağladığını göstermektedir. Aynı zamanda betimsel analiz sonuçlarında standart sapmanın artmış olduğu da gözükmemektedir. Bu da öğretmen adaylarının gelişimlerinin daha farklı seviyelerde olduğunu belirtmektedir. Yani yapılan testlerin her öğretmen adayında aynı düzeyde etkili olmadığını göstermektedir.

Alanyazın incelendiğinde, bu çalışmada elde edilen sonuca benzer çalışmalara rastlanmıştır. Çelik Keser (2021) çalışmasında, STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına etkisini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık becerilerinde anlamlı bir fark görülmemiştir. Şahin Pekmez, Aktamış ve Can (2010) çalışmalarında, öğretmen adaylarının yaratıcılık basamakları arasında anlamlı bir değişim gözlenmediği sonucuna ulaşmıştır. Ancak alanyazında STEM eğitimin bilimsel yaratıcılığı olumlu yönde etkilediğine dair birçok çalışma yer almaktadır. Doğan ve Kahraman (2021) STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık üzerindeki etkisini incelediği çalışmalarında STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılığı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Üret ve Ceylan (2021) çalışmalarında, STEM uygulamalarının 5 yaş grubu çocukların yaratıcılığını olumlu etkilediği ve bu etkinin kalıcı olduğunu belirtmişlerdir. Özkaya, Bulut ve Şahin (2022)

yayınladıkları çalışmada, STEM uygulamalarının yaratıcılık becerilerini arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Güldemir ve Çınar (2021) çalışmalarında STEM etkinliklerinin yaratıcılık becerilerini geliştirme noktasında olumlu etkisinden bahsetmişlerdir. Benzer şekilde Conradt and Bogner (2020), Hanif, Wijaya and Winarno (2019), Hebecci ve Usta (2022), Sarıca (2024) ve Şentürk Özkaya (2022) STEM yaklaşımının bilimsel yaratıcılığı olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmadan ve diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, STEM eğitiminin bilimsel yaratıcılık üzerinde anlamlı bir fark oluşturamamasında bazı faktörlerin belirleyici rol oynadığı görülmektedir. Bunlar, uygulama süresinin yeterli olamayabileceği, katılımcı sayılarının sınırlı kalabileceği, katılımcıların ön bilgilerinin yetersiz kalabileceği, ortam koşullarının uygun olmadığı, malzeme temininde yaşanan sıkıntılar, STEM'in etkili bir şekilde uygulanmasını zorlaştıran etkenler arasında yer almaktadır. Eroğlu ve Bektaş'ın 2016 yılında yayınladıkları çalışmada, fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşımı ile ilgili görüşlerini incelemişlerdir. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM'i uygulamak istedikleri fakat zaman ve malzeme açısından problem yaşadıkları için uygulama yapamadıklarını belirtmişlerdir. Bagiati and Evangelou 2015 yılında yayınladıkları çalışmada, STEM uygulamaları ile ders gerçekleştiren okul öncesi öğretmenlerinin, zaman konusunda problem yaşadıklarını belirtmişlerdir. Taktat Ateş vd., (2022) çalışmalarında, akademisyenlerin STEM'i uygulama noktasında karşılaştığı sınırlılıkları belirtmişlerdir. Bu sınırlılıklar şu şekildedir: Ders süresinin kısıtlı olması ve yetişmesi gereken yoğun müfredat. Köse ve Ataş 2020 yılında yayınladıkları çalışmada, öğretmenlerin STEM eğitimi uygulamaları sırasında, materyal eksikliği ve zaman açısından problem yaşadıkları görülmüştür. Park, Byun, Sim, Han and Baek 2016 yılında Güneş Kore'de öğretmenlere yönelik yapmış oldukları çalışmada, öğretmenlerin STEM derslerini uygularken çeşitli zorluklarla karşılaştıklarını görmüşlerdir. Bu zorluklar şu şekildedir: Ders saati süresinin kısıtlılığı, STEM derslerinin planlama ve uygulama açısından emek istemesi, okul yönetiminden gerekli desteği alamamaları, maddiyat eksikliği.

5.1.2 STEM eğitiminin 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri düzeylerindeki etkisine ilişkin tartışma

Çalışmada uygulanan BSBT'nden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Betimsel analiz sonuçlarına bakıldığında da son test puanlarının ön test puanlarına göre az miktarda da olsa yükseldiği

görülmüştür. Bu durum anlamlı farklılık ortaya koymasa dahi STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel düşünme becerilerine biraz da olsa katkı sağladığını göstermektedir. Aynı zamanda standart sapmanın son testin ön teste göre daha büyük olması, son testte öğretmen adayları arasında daha fazla çeşitlilik olduğunu göstermektedir. Fakat bu sonucun öğretmen adaylarının fikirlerinin büyük oranda aynı kaldığını da belirtmektedir.

Alanyazında araştırmadan elde edilen sonuçlar ile paralellik gösteren mevcut çalışmalar yer almaktadır. Bahşi ve Açıkgül Fırat (2020) çalışmalarında, STEM uygulamalarının 8.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri deney grubunda kendi içinde gelişim göstermesine rağmen, bu gelişim kontrol grubu ile kıyaslandığında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Ancak bu sonuçlar, alanyazındaki başka çalışmalar ile çelişmektedir. Taştan Akdağ ve Güneş (2021) çalışmalarında STEM etkinliklerinin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine olumlu etki sağladığını belirlemişlerdir. Köngül ve Yıldırım (2021) yayımladıkları çalışmada, STEM yaklaşımının 6.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ve STEM başarıları üzerinde anlamlı bir farklılık yarattığı görülmüştür. Gürsoy, Bebek ve Bülbül (2023) 2017 yılından itibaren STEM yaklaşımının bilimsel süreç becerilerine etkisini inceleyen lisansüstü tezlerin meta-analizini yaptıkları çalışmanın sonucunda STEM yaklaşımının bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Aynı şekilde, Gökbayrak ve Karışan (2017), Abanoz ve Deniz (2019), Özkul ve Özden (2020) çalışmalarında STEM'in BSB üzerinde olumlu etkileri olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bu çalışmanın sonuçları incelendiğinde, öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinde anlamlı bir değişim göstermemesinin nedeni olarak örneklem büyüklüğü, malzeme eksikliği, öğretmen adaylarının hazır bulunuşluk, motivasyon ve katılım düzeylerinin etkili olabileceği düşünülmektedir. Atalay ve Armağan (2023) yayımladıkları çalışmada öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerinin yetersiz kalması ve malzeme eksikliğinin yaşanması gibi etkenlerin, STEM eğitim sürecini olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir. Yıldırım 2018 yılında yayımladığı çalışmada, öğretmenlerin STEM eğitimini uygularken karşılaştığı sorunları belirtmiştir. Bu sorunlar, fiziki ortam, öğrenci sayısı, müfredatın uygun olmaması, grup çalışmasında öğrencilerin gürültü çıkarması ve zamanın yetersiz kalması olduğu gözükmektedir. Çınar ve Terzi (2021) çalışmalarında, STEM öğretimi sırasında öğretmenlerin, malzeme yetersizliği, zaman problemi, gürültü gibi sorunlarla karşılaştıklarını belirlemişlerdir. Meral ve Altun Yalçın 2022 yılında yayımladıkları çalışmada, STEM tabanlı öğretim yapan öğretmenlerin, zamanı ayarlama, sınıf yönetimi

zorluğu, malzeme eksikliği, altyapı problemi ve iş gücü eksikliği noktasında problem yaşadıklarını belirtmişlerdir.

5.1.3 STEM eğitiminin, 3.sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri düzeylerindeki etkisine ilişkin tartışma

Çalışmada uygulanan çok boyutlu 21. yüzyıl becerileri testi sonuçlarına bakıldığında, ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak betimsel analiz sonuçları incelendiğinde son test puanlarının ön test puanlarına göre çok az miktarda arttığı görülmektedir. Test anlamlı bir farklılık göstermese de STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının 21.yüzyıl becerilerini çok az miktarda katkı sağladığını göstermektedir. Aynı zamanda standart sapmanın son testin ön teste göre daha küçük olması, son testte öğretmen adaylarının daha benzer sonuçlar gösterdiğini belirtmektedir. Yine de aradaki farkın çok az olması sebebiyle öğretmen adaylarının fikirlerinin çoğunlukla aynı kaldığı gözükmektedir.

Alanyazın incelediğinde, bu çalışmaya benzer sonuçlara sahip çalışmalara rastlanmıştır. Sarıbaş (2023) STEM eğitiminin 21.yüzyıl becerilerinin gelişimine katkısını incelediği çalışma sonucunda öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin (iletişim, eleştirel düşünme vs.) puanlarının arttığı fakat bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığına ulaşılmıştır. Aynı zamanda bu becerilerdeki artışın kontrol grubuna göre daha fazla olduğu belirtilmiştir. Ancak alanyazında STEM etkinliklerinin 21.yüzyıl becerilerini geliştirdiği yönünde birçok çalışma yer almaktadır. Hacıoğlu (2021) çalışmasında, fen bilgisi öğretmen adaylarına 14 hafta boyunca STEM etkinlikleri eğitimi vermiş ve sonucunda STEM etkinliklerinin 21.yüzyıl becerilerini geliştirdiğine ulaşılmıştır. Stehle and Burton (2019) STEM liselerindeki öğretmenlerin ders planlarını inceleyerek 21.yüzyıl becerilerinin gelişimine dair etkisini incelediği çalışmanın sonucunda STEM liselerinin, 21.yüzyıl becerilerini desteklediğine ulaşılmıştır. Fakat öğretmenlerin öğrencilere bu becerileri kazandırması noktasında eksikleri olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Bircan ve Çalışıcı (2022), Çalışkan ve Şenler Pehlivan (2024), Fajrina, Lufri and Ahda (2020) çalışmalarında STEM uygulamalarının 21.yüzyıl becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşımlardır.

Çalışma kapsamında 21.yüzyıl becerilerinin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark göstermemesinin birden fazla olası nedeni olabilir. 21.yüzyıl becerileri (eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, problem çözme vb.) gelişim göstermesi uzun süre gerektirebilir. Bu becerilerin gelişimi, zamana yayılarak gözlenmelidir. Çünkü gelişimin daha uzun vadede

görülmesi muhtemeldir. Aynı zamanda 21.yüzyıl becerilerinin gelişim göstermemesinin nedeni, örneklem büyüklüğü, zamanın kısıtlılığı, malzeme yetersizliği, öğretmen adaylarının motivasyonu, hazır bulunuşluğu gibi etkenlere bağlı olabileceği düşünülmektedir. Akan 2023 yılında yapmış olduğu çalışmada, fiziki ortamın uygun olmaması, zaman problemi yaşamaları ve maddi yetersizliklerin var olması öğretmenlerin STEM eğitimini uygulamalarını olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Hiğde, Aktamış, Yazıcı, Özen Ünal, Arabacıoğlu, Şen ve Dalgıç (2022) çalışmalarında, STEM'in disiplinler arası bir yaklaşım olmasından kaynaklı, öğretmenlerin diğer disiplinler ile ilgili de yeterli bilgiye sahip olması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu sebeple öğretmen adaylarının da diğer disiplinlere ilişkin hazır bulunuşluklarının yetersiz kalmasının çalışmanın sonucunu etkilediği düşünülmektedir. Bozkurt Altan, Yamak ve Buluş Kırıkkaya (2016) öğretmen adayları ile STEM eğitimi üzerine yürüttükleri çalışmalarında, öğretmen adayları gruplar halinde çalışma yapmışlardır. Bu çalışmalarda her grupta bir bilgisayar olması, süreci yavaşlattığını, bu sebeple öğretmen adaylarının zaman problemi yaşadıklarını belirtmişlerdir. Güleç Çiftçi ve Şentürk (2024) çalışmalarında, okulun teknik alt yapısı ve malzeme yetersizliği gibi faktörlerden dolayı öğretmenlerin STEM eğitimini uygulamaları noktasında problem yaşadıklarını belirtmişlerdir.

5.1.4 STEM temelli laboratuvar uygulamalarına ilişkin çoklu karşılaştırma test sonuçlarının tartışılması

Çalışma kapsamında, öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri ve 21.yüzyıl becerileri düzeyindeki değişimi daha ayrıntılı incelemek ve bu beceri alanlarındaki bireysel gelişim farklarını karşılaştırmak amacıyla çoklu karşılaştırma yapılmıştır. Her üç ölçekte de ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark gözlenmiştir. Bu sonuçlar, STEM temelli laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri ve 21.yüzyıl becerilerinde birbirinden anlamlı düzeyde farklılaştığını göstermektedir. Bu sonuç, STEM tabanlı laboratuvar uygulamalarının her beceri üzerinde eşit düzeyde etki sağlamadığını, bazı becerilerde daha tutarlı veya güçlü bir etkileşim yarattığını göstermektedir. Çalışmada, betimsel analiz sonuçları incelendiğinde, en büyük artışın bilimsel yaratıcılık becerilerinde gerçekleştiği gözükmektedir. Fakat Friedman testi sonuçları incelendiğinde, öğretmen adaylarının arasında gelişim tutarlılığı yönünden en fazla gelişim 21.yüzyıl becerilerinde gerçekleşmiştir. Bu durum, bilimsel yaratıcılıkta bazı öğretmen adaylarının çok gelişmiş, bazı öğretmen adaylarının ise daha az gelişmesinden

kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir. Yani gelişimin bütün öğretmen adayları için benzer olmadığını göstermektedir.

Elde edilen bu anlamlı farklılığın hangi testlerden kaynaklandığını belirlemek için post hoc analizleri yapılmıştır. Ön test ve son test verileri arasında yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda tüm eşleştirmelerde (“bilimsel yaratıcılık- bilimsel süreç becerileri”, “bilimsel yaratıcılık-21.yüzyıl becerileri”, “bilimsel süreç becerileri- 21.yüzyıl becerileri”) anlamlı farklar gözlenmiştir. Post Hoc analizlerinde çoklu karşılaştırmalarının yol açabileceği hata riskini en aza indirmek için Bonferroni düzeltmeleri yapılmıştır. Sonuç olarak istatistiksel anlamlılık devam etmiştir. Bu durum, öğretmen adaylarının her üç beceri alanında farklı düzeyde gelişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Post hoc analizlerde elde edilen ön test puanlarında ölçekler arasında anlamlı fark bulunması dikkat çekici bir durumdur. Uygulama öncesinde anlamlı fark bulunmaması beklenirdi fakat ortaya çıkan fark, öğretmen adaylarının başlangıçta bazı beceriler yönünden birbirinden ayrıştıklarını göstermektedir. Bu durumun sebebi, öğretmen adaylarının hazır bulunuşluk ve ilgi düzeyi farklı olmasından kaynaklanabilir. Son test sonrası yapılan post hoc analizlerinden elde edilen puanlarda ölçekler arasında anlamlı bir fark çıkması, uygulamanın bazı beceriler üzerinde diğerlerine göre daha güçlü bir etki bırakmış olabileceğidir. Bu farklar, öğretmen adaylarının süreç boyunca geliştirdiği becerilerin niteliği hakkında bilgi vermektedir. 21.yüzyıl becerilerinin daha çok problem çözme, iş birliği gibi süreçleri kapsadığı düşünüldüğünde, bu becerilerin uygulamadan en çok etkilenen alanlardan biri olduğunu göstermektedir. Çünkü bu beceriler zamanla daha sağlam temeller üzerine inşa edilir.

Bu sonuçlar, STEM temelli laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri ve 21.yüzyıl becerileri üzerinde anlamlı ve bütüncül bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Post hoc analizler sonucunda elde edilen anlamlılık, STEM etkinliklerinin sadece gruba hitap etmediğini, aynı zamanda bireysel gelişimi de desteklediğini göstermektedir. Sonuç olarak STEM temelli laboratuvar uygulamalarının, fen bilgisi öğretmen adaylarının farklı becerilerini geliştirmede etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan müdahalelerin her beceri üzerinde aynı düzeyde etki yaratmadığı, bazı becerilerin gelişime daha açık olduğunu göstermektedir. Bilimsel yaratıcılıkta puan artışının fazla olması, bu becerilerinin gelişiminin hızlı ve belirgin olduğunu ifade etmektedir. Bu sonuç, bazı öğretmen adaylarında yüksek bir sıçrama olduğunu belirtmektedir. Yani tutarlı bir gelişim göstermemektedir. 21.yüzyıl becerilerinde puan artışı daha az olmasına karşın,

puanlar öğretmen adaylarının geneline daha tutarlı ve yaygın bir şekilde dağılmış olabilir. Bu durum, bireysel sıçramaları değil grup içerisindeki tutarlı değişimi göstermektedir. Bilimsel yaratıcılık, öğretmen adaylarının hayal gücünü ve özgün fikirler üretme becerilerini doğrudan gösterebileceği bir alandır. Uygun öğrenme koşulları sağlandığında kısa sürede gelişim gösterebilir. 21.yüzyıl becerileri zaman içinde davranışa dönüşerek gelişir. Bu sebeple gelişimi daha yavaştır. Bu durum farklı becerilerin gelişim hızlarının farklı düzeylerde olduğunu göstermektedir.

Çalışma sadece bir üniversitedeki belirli bir bölümde eğitim gören öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilmiştir. Bu durum örneklem çeşitliliğini kısıtlamaktadır. Örneklem büyüklüğünün az olması elde edilen sonuçların genellenebilir olmasını olumsuz etkilemektedir. Aynı zamanda öğretmen adaylarının teknoloji okuryazarlık düzeylerinin yetersiz olması, uygulama sürecini olumsuz etkilemiş olma ihtimali vardır. Ayrıca öğretmen adaylarının hazır bulunuşluk düzeylerinin yetersiz olması, okulun fiziki altyapısında yaşanan eksiklikler (malzeme yetersizliği vs.), bazı öğretmen adaylarının STEM eğitime karşı ilgi duymaması çalışmada karşılaşılan güçlükler olarak sıralanabilir. STEM eğitiminin daha uzun süreli uygulanmasının, farklı sonuçlar doğurabileceği düşünülmektedir.

Benzer şekilde Özbilen'in 2018 yılında yayımladığı çalışmada, STEM'i uygulamak isteyen öğretmenlerin, malzeme yetersizliğinden kaynaklı sıkıntı çektiklerini belirtmiştir. Yılmaz (2019) çalışmasında, STEM etkinliklerinde öğrencilerin, teknoloji disiplinini kullanmakta zorlandığını görmüştür. Tarkın Çelikkıran ve Aydın Günbatar (2017) çalışmalarında, öğretmen adaylarının STEM tasarımı esnasında, ürünün nasıl tasarlanacağı ve hangi malzemelerin kullanılacağına karar verme sırasında zorlandıklarını tespit etmişlerdir. Bu zorlukların, öğretmen adaylarının daha önce bu şekilde bir deneyim yaşamamış olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı zamanda, öğretmen adaylarının süreçte zaman sıkıntısı çektiklerini de belirtmişlerdir.

5.2 Öneriler

Bu araştırmanın sonuçlarından yola çıkarak gelecekte yapılacak çalışmalar için aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri ve 21.yüzyıl becerilerini geliştirmeleri için lisans eğitimi boyunca STEM temelli uygulamalara daha fazla

yer verilmelidir. Bu uygulamalar öğretmen adaylarının bakış açılarını genişleterek yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini destekleyecektir.

Öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri ve 21.yüzyıl becerilerinde daha anlamlı ve somut gelişimler sağlanması için çalışmaların uzun süreli, sistematik şekilde ilerleyecek şekilde planlanmalıdır. Süreçte, öğretmen adaylarına edilecek rehberlik noktasında çalışmayı yürütücü kişinin yönlendirici ve teşvik edici olması önemlidir.

STEM eğitimi sadece ürün odaklı değil ürün + süreç odaklı olmalıdır. Sadece ürün odaklı olmak, öğrencilerin yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmede yetersiz kalmaktadır. Süreç odaklı olmak ise öğrencinin problem çözme adımlarını anlamlandırması ve eleştirel düşüncesini destekleyecektir. Bu şekilde öğrencilerin gelişim süreçleri her aşamada incelenebilir.

Öğretmen eğitim programlarında STEM eğitimi ile ilgili ders içerikleri artırılmalı ve bu derslerin içeriği bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri, 21.yüzyıl becerilerini ve diğer becerileri de destekleyecek şekilde güncellenmelidir.

Gelecekte yapılacak olan çalışmalarda STEM uygulamaları farklı sınıf seviyelerine hitap edecek şekilde olmalıdır. Bu sayede STEM uygulamalarının her yaş grubuna olan etkisi incelenebilir.

Gelecekte yapılacak olan çalışmalarda farklı öğrenme yaklaşımları ile STEM uygulamaları ile entegre edilmesi, öğrencilerin farklı becerilerini geliştirmede ve öğrenme deneyimlerini zenginleştirmedeki etkileri incelenebilir.

Bundan sonraki yapılacak çalışmaların daha uzun vadeli planlanması, katılımcı kitlesinin artırılarak daha büyük örneklem grubuna ulaşılması ve veri toplama araçlarının (görüşme vs.) çeşitlendirilerek daha derinlemesine analizlerin yapılması önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR (APA)

- Abanoz, T. ve Deniz, Ü.** (2019). STEM yaklaşımına uygun fen etkinliklerinin okul öncesi dönem çocuklarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. *Turkish Studies Educational Sciences*, 14(6), 2787-2802.
- Abanoz, T. ve Deniz, Ü.** (2021). Okul öncesi dönemde STEM yaklaşımı ve bu yaklaşıma uygun fen etkinlikleri: Sahadan görüşler. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(1), 1-24.
- 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.
- Acar, D., Tertemiz, N. ve Taşdemir, A.** (2020). STEM eğitimi ile öğrenim gören öğrencilerin matematik ve fen bilimleri problem çözme becerileri ve başarıları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(12), 1-15.
- Acarlı, D. S. ve Dervişoğlu, S.** (2018). Biyoloji öğretmen adaylarının laboratuvarında rehberli sorgulamaya dayalı öğretime ilişkin görüşleri. *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi (BEST Dergi)*, 2(1), 22-34.
- Ağgül Yalçın, F.** (2011). İlköğretim 8. sınıf fen ve teknoloji öğretmen kılavuzu “maddenin yapısı ve özellikleri” ünitesinin bilimsel süreç becerileri açısından değerlendirilmesi. *İlköğretim Online*, 10(1), 378-388.
- Akan, E.** (2023). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin 21.Yüzyıl Beceri ve STEM Uygulamaları Yeterlilik Düzeylerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Akgündüz, D. ve Akpınar, B. C.** (2018). Okul öncesi eğitiminde fen eğitimi temelinde gerçekleştirilen STEM uygulamalarının öğrenci, öğretmen ve veli açısından değerlendirilmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 32(1), 1-26.
- 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.
- Akkış, T.** (2024). Laboratuvar Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Öz Yeterlilik ve Kaygılarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Aktaş, S., Aktaş, İ. ve Kalaycı, S.** (2020). Duygusal zekâ, bilimsel süreç becerileri ve fen başarısı arasındaki ilişki. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education*, 9(4), 166- 177.
- Akyıldız, T. Y.** (2020). Eğitim Yöneticilerinin STEM Eğitimi Farkındalığının Çeşitli Değişkenlere Göre Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- AlAli, R. and Wardat, Y.** (2024). Enhancing student motivation and achievement in science classrooms through STEM education. *STEM Education*, 4(3), 183–198.
- Alatlı, R.** (2014). Özel ve Genel Eğitim Öğretmenlerinin Sınıf Yönetimi Bilgileri ile Sınıf Yönetimine İlişkin Öz Yetkinliklerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Altınok, M. A. ve Tunç, T.** (2013). Bilimsel süreç becerileri bağlamında geçmiş türk fen programlarının karşılaştırmalı incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(4), 22-55.
- Altunel, M.** (2018). STEM eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve riskler. *Seta Perspektif*, 207, 1-7.
- Arnado, A. A., Pene, A. J. P., Fuentes, C. J. F. and Astilla, K. M.** (2022). Fostering sustainable STEM education: Attitudes and self-efficacy beliefs of STEM teachers in conducting laboratory activities. *International Journal of Studies in Education and Science (IJSES)*, 3(1), 54-74.
- Arslan, A. G. ve Tertemiz, N.** (2004). İlköğretimde bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(4), 479-492.
- Arslan, S. Y. ve Arastaman, G.** (2021). Dünyada STEM Politikaları: Türkiye İçin Çıkarımlar ve Öneriler. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(2), 894-910.
- Asal Özkan, R. ve Sarıkaya, R.** (2023). Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin dördüncü sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisi. *Cumhuriyet International Journal of Education*. 12(2), 318-327.
- Aslan Efe, H., Bakır, N., Baysal, Y. E. ve Özmen, S.** (2015). 5., 6., 7. ve 8. sınıf fen ve teknoloji ders kitaplarında yer alan biyoloji ünitelerinde bulunan etkinliklerin bilimsel süreç becerileri açısından karşılaştırılması. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 238-256.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Aslan Tutak, F., Akaygün, S. ve Tezseven, S.** (2017). İşbirlikli FeTeMM (fen, teknoloji, mühendislik, matematik) eğitimi uygulaması: Kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education)* 32(4), 794-816.
- Aslan, F. ve Bektaş, O.** (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamaları hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 17-50.
- Atalay, R. ve Öner Armağan, F.** (2023). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerin STEM eğitimine yönelik görüşleri. *MM-Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 83-115.
- Avan, Ç., Gülgün, C., Yılmaz, A. ve Doğanay, K.** (2019). STEM eğitiminde okul dışı öğrenme ortamları: Kastamonu bilim kampı. *Journal Of STEAM Education Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat Eğitimi Dergisi*, 2(1), 39-51.
- 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*. Erişim adresi: https://trace.tennessee.edu/utk_theopubs/17/. Erişim tarihi: 10 Şubat 2025.
- Aydın Günbatır, S. ve Tabar, V.** (2019). Türkiye’de gerçekleştirilen STEM araştırmalarının içerik analizi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 1054-1083.
- Ayvacı, H. Ş. ve Yurt, Ö.** (2016). Çocuk ve bilim eğitimi. *Çocuk ve Medeniyet*, 1(1), 15-28.
- Ayverdi, L., Börekci, C., Avcu, Y. E., Girgin, D., Özath, N. S., Satmaz, İ. ve Yalçınkaya Önder, E.** (2024). Sürdürülebilir kalkınma amaçları bağlamında STREAM yaklaşımına yönelik öğretim tasarımlarının geliştirilmesinde fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 62, 3005- 3033.
- Bagiati, A. and Evangelou, D.** (2015). Engineering curriculum in the preschool classroom: the teacher's experience. *European Early Childhood Education Research Journal*, 23(1), 112-128.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bahşi, A. ve Açıkgül Fırat, E.** (2020). STEM etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bilimsel epistemolojik inançlarına ve fen başarılarına etkisinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 1-22.
- Bakırcı, H. ve Kutlu, E.** (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9(2), 367- 389.
- Balçın, M. D., Çavuş, R. ve Topaloğlu Yavuz, M.** (2018). Ortaokul öğrencilerinin FeTeMM'e yönelik tutumlarının ve FeTeMM alanlarındaki mesleklere yönelik ilgilerinin incelenmesi. *Asya Öğretim Dergisi*, 6(2), 40-62.
- Baran, M., Baran, M., Aslan Efe, H. ve Maskan, A.** (2020). Fen alanları öğretmenleri ve öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 1-29.
- Barası, M. & Erdamar, G.** (2021). 2018 Ortaokul Türkçe dersi öğretim programının 21. yüzyıl becerileri açısından incelenmesi: Öğretmen görüşleri. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 222-242.
- Barış, N. ve Ecevit, T.** (2019). Özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde STEM uygulamaları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(1), 217-233.
- Batur, D.** (2025). Türkiye'de Fen Bilgisi Eğitimi Alanında Ortaokul Öğrencilerine Yönelik STEM Etkinlik Uygulamalarına Dayalı Lisansüstü Çalışmaların İçerik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Becker, K., and Park, K.** (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: a preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5-6), 23-37.
- Benek, İ. ve Akçay, B.** (2018). Hayal dünyamda STEM! öğrencilerin STEM alanında yaptıkları çizimlerin incelenmesi. *Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat Eğitimi Dergisi*, 2(1), 79-107.
- Bircan, M. A. ve Çalıncı, H.** (2022). STEM eğitimi etkinliklerinin ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına, 21.yüzyıl becerilerine ve matematik başarılarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 47(211), 87-119.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bogusevschi, D., Muntean, C. H., Gorji, N. E. and Muntean, G. M.** (2018). Earth course: A primary school large-scale pilot on STEM education. *EDULEARN18 Proceedings*, 3769-3777. IATED.
- Bozdemir Yüzbaşıoğlu, H., Aşkın Tekkol, İ. ve Karabulut Coşkun, B.** (2022). Sınıf öğretmenleri adaylarının STEM uygulamalarının yaşam boyu öğrenme eğilimlerine etkisi. *e- Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 9, 1134-1148.
- Bozkurt Altan, E. ve Tan, S.** (2022). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik tasarımlarının yaratıcılık ve karar verme unsurları bakımından incelenmesi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 10 (2), 442-465.
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H. ve Buluş Kırıkkaya, E.** (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Böyük, U., Demir, S. ve Erol, M.** (2010). Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına yönelik yeterlik görüşlerinin farklı değişkenlere göre incelenmesi. *TUBAV Bilim Dergisi*, 3(4), 342-349.
- Bulut, M. A., Birgili, B., Koçoğlu, M., Gülünay, O. ve Baş, F. R.** (2024). Teknoloji ve bilim merkezlerinin milli teknoloji hamlesine katkıları ve T3 vakfı örneği. *BABUR Research*, 3 (2), 117-132.
- Bulut, T.** (2020). Ortaokul öğrencilerinin STEM tutumlarının farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Asya Öğretim Dergisi*, 8(2), 17-32.
- Bursa, E.** (2022). Sorgulama Temelli STEM Etkinlikleri ile Fen Öğretiminin Okul Öncesi Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerine Olan Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Büyüköztürk, Ş.** (2023). Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı (30. Baskı). Pegem Akademi Yayınları, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F.** (2024). Bilimsel Araştırma Yöntemleri (36.Baskı), Pegem Akademi, Ankara.
- Bybee, R. W.** (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. Arlington, VA: NSTA Press.
- Can, A.** (2024). SPSS ile Bilimsel Araştırma Sürecinde Nicel Veri Analizi (12.Baskı), Pegem Akademi Yayınları, Ankara

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Cerit Berber, N.** (2015). Türkiye ve Hong Kong fizik öğretim programlarının karşılaştırılması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 9(2), 61-84.
- Ceylan, A. ve Feyzioğlu, B.** (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının genel kimya laboratuvar çevresine yönelik algılarının incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 274-297.
- Conradty, C. and Bogner, F. X.** (2020). STEAM teaching Professional development works: Effects on students' creativity and motivation. *Smart Learning Environments*, 7(26), 2-20.
- Cooper, R., and Heaverlo, C.** (2013). Problem solving and creativity and design: What influence do they have on girls' interest in STEM subject areas?. *American Journal of Engineering Education*, 4(1), 27-38.
- Çalışkan, C. ve Şenler Pehlivan, B.** (2024). STEM temelli öğretim yoluyla 21. yüzyıl becerilerinin, STEM tutumlarının ve kariyer ilgilerinin geliştirilmesi: bir ilkökul uygulama çalışması. *International Primary Educational Research Journal*, 8(2), 221-232.
- Çavaş, P., Ayar, A, Bula Turuplu, S. ve Gürcan, G.** (2020). Türkiye’de STEM eğitimi üzerine yapılan araştırmaların durumu üzerine bir çalışma. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 823-854.
- Çelik Keser, H.** (2021). STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimine Yönelik Farkındalıklarına, Bilimsel Yaratıcılıklarına ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Çetin, A. ve Cengiz, M.** (2021). Laboratuvar uygulamalarının dokular konusunda fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi. *AJER- Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 37-45.
- Çetin, A. ve Kahyaoğlu, M.** (2018). STEM temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının fen, matematik, mühendislik ve teknoloji ile 21. yüzyıl becerilerine yönelik tutumlarına etkisi. *Ekev Akademi Dergisi*, 22(75), 15-27.
- Çevik, M. ve Şentürk, C.** (2019). Çok boyutlu 21. yüzyıl becerileri ölçeği: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Cypriot Journal of Educational Science*, 14(1), 11–28.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Çınar, S. ve Terzi, S. Y.** (2021). STEM eğitimi almış öğretmenlerin STEM öğretimi hakkındaki görüşleri. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi (YYU Journal of Education Faculty)*, 18(2), 213-245.
- Çimen, B.** (2021). Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm Konusunda Uygulanan Probleme Dayalı STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin Akademik Başarı ve Farkındalığı Üzerindeki Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Çolakoğlu, M. H. ve Günay Gökben, A.** (2017). Türkiye’de eğitim fakültelerinde FeTeMM (STEM) çalışmaları. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi (İAD)*, 3, 46-69.
- Dare, E. A., Keratithamkul, K., Hiwatig, B. M. and Li, F.** (2021). Beyond content: The role of STEM disciplines, real-world problems, 21st century skills, and STEM careers within science teachers’ conceptions of integrated STEM education. *Education Sciences*, 11(11), 737.
- Demirel, O. E.** (2024). Eleştirel düşünme ve akademik başarının doğasını anlamak: fen eğitimi kapsamında bir analiz. *Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi*. 8(17), 75-86.
- Deniş Çeliker, H. ve Balım, A. G.** (2012). Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Türkçeye uyarlama süreci ve değerlendirme ölçütleri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 1–21.
- Dinçol Özgür, S., Odabaşı, Z. ve Erdoğan, Ü. I.** (2017). Öğretmen adaylarını kimya laboratuvar uygulamaları ile öğretmenlik mesleğine hazırlama. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(61), 534-550.
- Doğan, A. ve Kahraman, E.** (2021). The effect of STEM activities on the scientific creativity of middle school students. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 13(2), 1241-1266.
- Doğan, A., Aydın, E. ve Kahraman, E.** (2020). STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin problem çözme becerilerine yönelik algılarına etkisinin incelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi (ESTÜDAM) Eğitim Dergisi*, 5(2), 123-144.
- Dökme, İ.** (2005). Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) ilköğretim 6. sınıf fen bilgisi ders kitabının bilimsel süreç becerileri yönünden değerlendirilmesi. *İlköğretim Online*, 4(1), 7-17.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ekici, T.** (2023). “Farklı Ülkelerdeki STEM Uygulamaları ve Türkiye için Çıkarımlar”, <https://edusimsteam.eba.gov.tr/farkli-ulkelerdeki-stem-uygulamari-ve-turkiye-icin-cikarimlar/> (Erişim tarihi: 3 Mart 2025)
- Ekmekci, A. B.** (2022). STEM Eğitim Modelinin Ülkelerin Kalkınma ve Gelişmişlik Düzeyine Etkisinin İncelenmesi ve Singapur Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Erdamar, G., Demirkan, Ö., Saraçoğlu, G. ve Alpan, G.** (2017). Lise öğretmenlerinin yaşam boyu öğrenme eğilimleri ve eğitsel internet kullanma öz-yeterlik inançları. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(2), 636-657.
- Eren, E. ve Dökme, İ.** (2022). Fen eğitiminde kullanılan STEM uygulamalarının değerlendirilmesi. *MSKU Eğitim Fakültesi*, 9(2), 669-681.
- Ergün, A. ve Kıyıcı, G.** (2019). Fen bilgisi öğretmeni adaylarının STEM eğitimine ilişkin metaforik algıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27(6), 2513-2527.
- 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.
- Evrekli, E.** (2010). Fen ve Teknoloji Öğretiminde Zihin Haritası ve Kavram Karikatürü Etkinliklerin Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Sorgulayıcı Öğrenme Beceri Algılarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Fajrina, S., Lufri, L. and Ahda, Y.** (2020). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) as a learning approach to improve 21st century skills: A review. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)*, 16(7), 95-104.
- Gazibeyoğlu, T. ve Aydın, A.** (2020). STEM uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 724-752.
- Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K. ve Can, B.** (2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45, 38-55.
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D.** (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi (ALEG)*, 3(1), 26-40.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017).** STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- Güder, Y. ve Gürbüz, R. (2018).** STEM eğitime geçişte bir araç olarak disiplinler arası matematiksel modelleme oluşturma etkinlikleri: Öğretmen ve öğrenci görüşleri. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi, Özel Sayı*, 170-198.
- Güldemir, S. ve Çınar, S. (2021).** STEM etkinliklerinin okul öncesi öğrencilerinin yaratıcı düşünmesine etkisi. *Erken Çocukluk Çalışmaları Dergisi*, 5(2), 359-383.
- Güleç Çiftçi, D. ve Şentürk, C. (2024).** Okul yöneticilerinin STEM eğitime yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13(26), 121-155.
- Gülen, S. ve Yaman, S. (2018).** Fen bilimleri dersinde argümantasyon süreci ve STEM disiplinlerinin kullanımı; odak grup görüşmesi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 1184-1211.
- 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.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2018).** Niçin STEM eğitimi?: Ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin STEM alanlarındaki kariyer tercihlerinin incelenmesi. *Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat Eğitimi Dergisi*, 1(1), 1-23.
- Gümüş, B. ve Eroğlu, E. (2024).** Fen eğitiminde gerçekleştirilen STEM uygulamalarının farklı değişkenler açısından incelenmesi: Bir meta analiz çalışması. *Trakya Eğitim Dergisi*, 14(1), 54-74.
- Gündüz Bahadır, E. B. ve Özay Köse, E. (2021).** STEM eğitimlerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına ve STEM mesleklerine olan ilgilerine etkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi (ESTÜDAM) Eğitim Dergisi*, 6(1), 12-30.
- Güneş Koç, R. S., ve Kayacan, K. (2022).** Bilim şenlikleri ve bilim fuarları ile ilgili yapılan çalışmaların incelenmesi: Bir meta-sentez çalışması. *e- Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 9, 50-78.
- Güneş, F. (2015).** Eğitim ve zihinsel değişim. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 1-20.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gür, H. ve Kandemir, M. A.** (2006). Yaratıcılık ve matematik eğitimi. *İlköğretim Online*, 5(1),65-72.
- Gürbüz, F. ve Kahveci, I.** (2021). Fen bilgisi eğitimi yüksek lisans öğrencilerinin STEM eğitimi hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Eurasian Journal Of Teacher Education*, 2(3), 221-237.
- Gürsoy, K., Bebek, G. ve Bülbül, S.** (2023). The effect of STEM education practices on academic achievement and scientific process skills: A meta-analysis study. *Journal of Pedagogical Sociology and Psychology*, 5(3), 221-246.
- Güven, Ç., Selvi, M. ve Benzer, S.** (2018). 7E öğrenme modeli merkezli STEM etkinliğine dayalı öğretim uygulamalarının akademik başarıya etkisi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 201, 6(STEMES'18), 73-80.
- Hacıoğlu, Y.** (2021). The effect of STEM education on 21st century skills: Preservice science teachers' evaluations. *Journal of STEAM Education*, 4(2), 140-167.
- Hanif, S., Wijaya, A. F. C. and Winarno, N.** (2019). Enhancing students' creativity through STEM project-based learning. *Journal of Science Learning*, 2(2), 50-57.
- Harman, G. ve Yenikalaycı, N.** (2021). STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinliklere yönelik fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 53, 206-226.
- Hebeci, M. T. ve Usta, E.** (2022). The effects of integrated STEM education practices on problem solving skills, scientific creativity, and critical thinking dispositions. *Participatory Educational Research (PER)*, .9(6), 358-379,
- Herdem, K. ve Ünal, İ.** (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: bir meta-sentez çalışması. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 48(48), 145- 163.
- Herdem, K. ve Ünal, İ.** (2019). Ortaokul öğrencilerinin bilimsel değerlere eğilim düzeyleri ile STEM meslek alanlarına ilgileri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(1), 284-301.
- Hığde, E., Aktamış, H., Yazıcı, E., Özen Ünal, D., Arabacıoğlu, T., Şen, H. C., ve Dalgıç, E.** (2022). Homojen ve heterojen gruptaki öğretmen adaylarının STEM ürünlerinin incelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi (ESTÜDAM) Eğitim Dergisi*, 7 (1), 70-91.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hu, W. and Adey, P.** (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389–403. <https://doi.org/10.1080/09500690110098912>
- Işık, G. ve Yenice, N.** (2012). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin öğrenme stilleri ile sorgulayıcı öğrenme becerileri arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(1), 60-73.
- Kahraman, E. ve Doğan, A.** (2020). STEM etkinliklerine yönelik ortaokul öğrencilerinin görüşleri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 4(1), 1-20.
- Kahraman, E. ve Doğan, A.** (2020). STEM temelli uygulamaların ortaokul öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına etkisi. *Turkish Studies Education*, 15(4), 2691-2708.
- Kalemkuş, J.** (2020). Deneysel araştırmalarda STEM eğilimi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36, 78-90.
- Kalik, G. ve Kırındı, T.** (2022). Fen bilimleri dersinde okul dışı STEM etkinliklerinin üstün/özel yetenekli öğrencilerin STEM'e karşı tutumlarına ve girişimcilik becerileri üzerine etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 10(1), 38-63.
- Karabulut, G. ve Timur, B.** (2022). Ortaokul öğrencilerinin STEM eğitimi uygulamalarına yönelik tutum ölçeğinin geliştirilmesi ve uygulanması. *Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 169-199.
- Karaduman, B. ve Eti, İ.** (2023). Herkes için STEM: bir STEM eğitim merkezinde görev yapan eğitim personelinin STEM eğitimine ilişkin görüşleri, *Trakya Eğitim Dergisi*, 13(1), 209-225
- Karakaya, F., Avgın, S. S. ve Yılmaz, M.** (2018). Ortaokul öğrencilerinin fen-teknoloji-mühendislik-matematik (FeTeMM) mesleklerine olan ilgileri. *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 36-53.
- Karakaya, F., Ünal, A., Çimen, O. ve Yılmaz, M.** (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşımına yönelik farkındalıkları. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi/JRES*, 5(1), 124-138.
- Karakaya, F., Yantırı, H., Yılmaz, G. ve Yılmaz M.** (2019). İlkokul öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkında görüşlerinin belirlenmesi: 4. sınıf örneği. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(13), 1-14.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Karcı, M.** (2018). STEM Etkinliklerine Dayalı Senaryo Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının (STÖY) Öğrencilerin Akademik Başarıları, Meslek Seçimleri ve Motivasyonları Üzerine Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Karol, G.** (2023). Eğitim yönetimi konseptinde süreçsel eğitim metotlarının incelenmesi. *Sosyal Araştırmalar ve Davranış Bilimleri Dergisi*, 9(19), 613-623.
- Karslı Baydere, F. ve Şahin Çakır, Ç.** (2019). Bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri öz yeterliliklerine etkisi. *Online Fen Eğitimi Dergisi*, 4(2), 117-130.
- Kavak, Ş.** (2020). STEM Eğitimine Dayalı Etkinliklerin Okul Öncesi Çocukların Temel Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Kaya, G.** (2019). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının STEM Hakkındaki Görüşleri ve STEM Uygulamalarına Yönelik İhtiyaç Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Kazeni, M. M. M.** (2005). Development and Validation of a Test Integrated Science Process Skills for the Further Education and Training Learners, Master's Thesis, Pretoria University, (unpublished). <https://repository.up.ac.za/handle/2263/28959>
- Keçeci, G., Alan, B. ve Kırbağ Zengin, F.** (2017). 5. sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 1-17.
- Kennedy, T. J. and Odell, M. R. L.** (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Kesici, A.** (2009). Çağdaş Eğitim ve Eğitimde Yönetimin Önemi, Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Kılınç, İ. ve Karabudak, B.** (2024). 2023 yılında ‘‘matematik ve STEM becerilerini artırmak’’ temalı gerçekleştirilen Erasmus+ programı okul eğitimi akreditasyonu katılımcı öğretmenlerin yurtdışındaki gözlemlerinin incelenmesi. *International QMX Journal*, 3(12), 2396-2404.
- Kırılmazkaya, G.** (2021). Ortaokul öğrencilerinin STEM eğitime yönelik tutumlarının ve mühendislik anlayışlarının incelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18 (47), 193-216.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kırpık, M. A. ve Engin, A, O.** (2009). Fen bilimlerinin öğretiminde laboratuvarın yeri önemi ve biyoloji öğretimi ile ilgili temel sorunlar. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 61-72.
- Kiazai, A. N., Siddiqua, N. and Waheed, Z.** (2020). Challenges in implementing STEM education and role of teacher education programs in mitigating these challenges. *International Journal of Distance Education and E-Learning (IJDEEL)*, 5(2), 123-138.
- Kocakülah, A. ve Savaş, E.** (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının deney tasarlama ve uygulama sürecine ilişkin görüşleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(1), 1-28.
- Kol, B. D. ve Karşlı Baydere, F.** (2023). Asitler ve bazlar konusu kapsamında indikatör yapımına yönelik bir STEM etkinliği geliştirme çalışması. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 1-19.
- Koyuncu Ünlü, Z.** (2018). Ortaokul öğrencilerinin gözlem yapmaya ilişkin algıları. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 1571-1584.
- Koyuncu, A. ve Kırgız, H.** (2016). Bilim merkezlerinin öğrencilerin uluslararası sınavlardaki başarılarına etkisi. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi (İAD)*, 1(1), 52-60.
- Köngül, Ö. ve Yıldırım, M.** (2021). STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve performanslarına etkisi. *Journal of Human Sciences*, 18(2), 159-184
- Köse, M. ve Ataş, R.** (2020). Sınıf öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik görüşlerinin değerlendirilmesi. *Academy Journal of Educational Sciences*, 4(2), 103-110.
- Kubat, U.** (2015). Fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvarı kullanımını ve deneylerin yapılış şeklinin değerlendirilmesi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(17), 314-321.
- Kurt, M.** (2019). STEM Uygulamalarının 6. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına, Problem Çözme Becerilerine ve STEM'e Karşı Tutumlarına Etkisi Üzerine Bir Araştırma, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Kurtuluş, A., Akçay, A. O. ve Karahan, E.** (2017). Ortaokul matematik derslerinde STEM uygulamalarına yönelik öğretmen görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(4), 354-360.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kutru, Ç. ve Hasaebi, F.** (2024). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (atbö) destekli STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin iletişim, bilimsel yaratıcılık ve problem çözme becerileri ile eleştirel düşünme eğilimine etkisi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 59, 139-175.
- Laçın Şimşek, C. ve Soysal M. T.** (2022). Deprem temalı mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerinin akademik başarı, motivasyon, STEM'e yönelik tutum ve 21. yüzyıl becerilerine etkisi. *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 6(4), 133-157.
- Lafifa, F., Rosana, D., Suyanta, S., Nurohman, S. and Astuti, S. R. D.** (2023). Integrated STEM approach to improve 21st century skills in indonesia: A systematic review. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 3(2), 252-267.
- Marrero, M, E., Gunning, A.M. and Germain Williams, T.** (2014). What is STEM education. *Global Education Review*. 1-6.
- Martynenko, O. O., Pashanova, O. V., Korzhuev, A. V., Prokopyev, A. I., Sokolova, N. L. and Sokolova, E. G.** (2023). Exploring attitudes towards STEM education: A global analysis of university, middle school, and elementary school perspectives. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(3), em2234, 2-7.
- McDonald, C. V.** (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530-569.
- Menon, D., Shorman, D, A. A., Cox, D. and Thomas, A.** (2023). Preservice elementary teachers conceptions and self-efficacy for integrated STEM. *MDPI Education Sciences*, 13(5), 529.
- Meral, M. ve Altun Yalçın, S.** (2022). Fen bilimleri öğretmenlerinin mühendislik tasarım uygulamalarına yönelik görüşleri. *Sosyal Bilgilerde Yenilikçi Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 138-154.
- Metin, M., Güler, M. M. ve Çevik, A.** (2023). 21. yüzyıl becerileri hakkında STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri. *Studies in Educational Research and Development*, 7(1), 1- 29.
- Miles, M. B. and Huberman, A. M.** (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. Sage Publications.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Millî Eğitim Bakanlığı.** (2016). STEM Eğitimi Raporu. https://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf 04.03.2025. Erişim tarihi: 20 Ocak 2025.
- Millî Eğitim Bakanlığı.** (2024). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (3, 4, 5, 6, 7 Ve 8. Sınıflar). <https://mufredat.meb.gov.tr/>. Erişim tarihi: 20 Ocak 2025.
- Millî Eğitim Bakanlığı.** (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli. <https://tyymm.meb.gov.tr/>. Erişim tarihi: 12 Mayıs 2025.
- Nuangchalerm, P.** (2018). Investigating views of STEM primary teachers on STEM education. *Химия. Природните науки в образованието*, 2, 208-215.
- Okulu, H. Z. ve Oğuz Ünver, A.** (2021). Mühendisliğin STEM eğitimine entegrasyonunda kuramsal bir inceleme. *MSKU Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 545-558.
- Oskay Güven, Z. M. ve Ünal Çoban, G.** (2024). Argümantasyon temelli FeTeMM etkinliklerinin öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerine ve FeTeMM yeterliklerine etkisi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 60, 1394-1421.
- Öner, G. ve Özdem Yılmaz, Y.** (2019). Ortaokul öğrencilerinin problem çözme ve sorgulayıcı öğrenme becerileri algıları ile STEM'e yönelik algı ve tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 8(3), 837-861.
- Öner, İ.** (2025). Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Öğrenme Stilleri, Bilimsel Süreç Becerileri ve Fen Öğrenme Tutumları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Önür, Z. ve Kozikoğlu, İ.** (2019). Ortaokul öğrencilerinin 21. yüzyıl öğrenme becerileri. *Trakya Eğitim Dergisi*, 9(3), 627-648.
- Özbilen, A. G.** (2018). STEM eğitime yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalıkları. *Bilimsel Eğitim Araştırmaları*, 2(1), 1-21.
- Özçelik, A. ve Akgündüz, D.** (2017). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334-351.
- Özer, İ. ve Tekin Bozkurt, A.** (2024). Türkiye'de öğretmenlerin 21. yüzyıl becerileri konusunda yayımlanan lisansüstü tezlerin incelenmesi. *Medeniyet Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 28-41.
- Özerbaş, M. A.** (2011). Yaratıcı düşünme öğrenme ortamının akademik başarı ve bilgilerin kalıcılığına etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(3), 675-705.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Özkaya, A., Bulut, S. ve Şahin, G.** (2022). STEM etkinliklerinin öğretmenlerin yaratıcı tasarım becerilerine etkisinin incelenmesi. *Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 5(1),1-17.
- Özkok, A.** (2005). Disiplinlerarası yaklaşıma dayalı yaratıcı problem çözme öğretim programının yaratıcı problem çözme becerisine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 28, 159-167.
- Özkul, H. ve Özden, M.** (2020). Mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve STEM meslek ilgilerine etkisinin incelenmesi: Bir karma yöntem araştırması. *Education and Science*, 45(204), 41-63.
- Özsoy, N.** (2017). STEM ve yaratıcı drama. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 633-644.
- Öztürk İrtem, E. ve Hastürk, H. G.** (2021). STEM eğitimi için bir temellendirme: ortaokul öğrencilerinin bilim insanı ve mühendis algıları. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 10(3), 1327-1355.
- Öztürk, A., ve Ural Keleş, P.** (2023). İlkokul 3. Sınıf fen bilimleri ders kitabındaki etkinliklerin bilimsel süreç becerileri açısından incelenmesi. *Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 243-268.
- Park, H., Byun, S.Y., Sim, J., Han, H. and Baek, Y. S.** (2016). Teachers' perceptions and practices of steam education in south korea. *Eurasia Journal Of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1739-1753.
- Pehlivan, K. ve Uluçol, Ç.** (2019). STEM ve eğitimde uygulama örneklerinin incelenmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 23(3), 848-861.
- Pekbay, C. ve Kaptan, F.** (2014). Fen eğitiminde laboratuvar yönteminin etkililiği ile ilgili fen bilgisi öğretmen adaylarının farkındalıklarının artırılması: Nitel bir çalışma. *Karaelmas Journal of Educational Sciences*, 2, 1-11.
- Pekbay, C., Saka, Y. ve Kaptan, F.** (2020). Ortaokul öğrencilerinin yeşil mühendislik STEM etkinlikleri ile ilgili görüşleri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 840-857.
- Permanasari, A., Rubini, B. and Nugroho, O. F.** (2021). STEM education in Indonesia: Science teachers' and students' perspectives. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 2(1), 7-16.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Polat, Ö. ve Bardak, M. (2019).** Türkiye’de erken çocukluk döneminde STEM yaklaşımı. *International Journal of Social Science Research*, 8(2), 18-41.
- Popa, R. A. and Ciascai, L. (2017).** Students' attitude towards STEM education. *Acta Didactia Napocensia*, 10(4), 55-62.
- Rifandi, R., Rahmi, Y. L. and İndrawati, E. S. (2020).** Pre-service teachers’ perception on science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1554(1), 012062.
- Saraçoğlu, M. ve Duran, C. (2009).** Yaratıcı girişimcinin gelişiminde çevrenin rolü. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(30), 131-151.
- Sarı, D. ve Katrancı, M. (2020).** İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Turkish Journal of Primary Education (TUJPED)*, 5(2), 119-132.
- Sarıbaş, M. (2023).** STEM Yaklaşımı ile Planlanan Coğrafya Derslerinin Öğrencilerin Tutum ve 21. Yüzyıl Becerilerine Etkisi, Doktora Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Sarıca, E. (2024).** STEM Temelli Öğretimin Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarılarına ve Yaratıcılıklarına Etkisi: Kuvvet ve Hareket Ünitesi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Sarıca, E. ve Bostan Sarıoğlu, A. (2024).** STEM temelli öğretimin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına ve yaratıcılıklarına etkisi: Kuvvet ve Hareket ünitesi örneği. *Trakya Eğitim Dergisi*, 14(3), 1700-1718.
- Sarıgül, M. ve Çınar, S. (2021).** Mühendislik tasarım odaklı fen bilimleri eğitiminde öğrencilerin meslek tercih ve algılarındaki değişim. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(3), 888-908.
- Savaş, E. (2011).** Akran Öğretimi Destekli Bilimsel Süreç Becerileri Laboratuvar Yaklaşımının Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Savran Gencer, A. (2015).** Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: fırıldak etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(1), 1-19.
- Seage, S.J. and Türegün, M. (2020).** The effects of blended learning on STEM achievement of elementary school students. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 6(1), 133-140.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Seren, S. ve Veli, E.** (2018). 2005 yılı itibariyle değişen fen bilimleri dersi öğretim programlarında STEM eğitime yer verilme düzeylerinin karşılaştırılması. *Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat Eğitimi Dergisi*, 1(1), 24-47.
- Sirajudin, N., Suratno, J. and Pamuti.** (2021). Developing creativity through STEM education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 012211.
- Sönmez, B. ve Sağlam, M.** (2025). Düşünme eğitimi dersinin eleştirel ve yaratıcı düşünme becerileri üzerindeki etkisi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 15(1), 294-328.
- Stehle, S. M. and Peters-Burton, E. E.** (2019). Developing student 21st century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 2-15.
- Sürücü, A., Özdemir, H., Bilen, K. ve Köse, S.** (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuara yönelik tutumları. *International Journal of Social Science*, 6(2),843-852.
- Şahin Pekmez, E., Aktamış, H. ve Can, B.** (2010). Fen laboratuvarı dersinin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 93-112.
- Şahin, B.** (2019). STEM Etkinliklerinin Fen Öğretmeni Adaylarının STEM Farkındalıkları, Tutumları ve Görüşleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Şanlı, M. ve Özerbaş Somuncuoğlu, D. H.** (2021). STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutumuna ve fene yönelik motivasyonlarına etkisi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(3), 136-154.
- Şentürk Özkaya, Ö.** (2022). Kuvvet ve Enerji Ünitesinin STEM Çemgisi ile Öğretiminin Öğrencilerin Yaratıcılık, Üstbilişsel Farkındalık ve Akademik Başarılarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Şentürk Özkaya, Ö. ve Bostan Sarıoğlu, A.** (2023). Kütle ve ağırlık kavramlarının STEM çemgisi ile öğretime yönelik bir etkinlik örneği. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 11 (1), 205-224.
- Taktat Ateş, Y., Saraçoğlu, S. ve Ateş, H.** (2022). Fen eğitimi alanındaki akademisyenlerin STEM eğitimi inançları. *Araştırma ve Deneyim Dergisi (Adeder)*, 7(1), 1-18.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tarkın Çelikkıran, A. ve Aydın Günbatar, S.** (2017). Kimya öğretmen adaylarının FeTeMM uygulamaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi (YYU Journal Of Education Faculty, 14(1)*, 1624-1656.
- Taş, B. ve Bozkurt, E.** (2020). Türkiye’de STEM alanındaki toplumsal cinsiyet eşitsizlikleri araştırma ve izleme raporu. *Uçan Süpürge*, 1-68.
- Taştan Akdağ, F. ve Güneş, T.** (2021). 7. sınıf elektrik ünitesinde yapılan STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 10(2)*, 24-36.
- Tekin Bozkurt A. ve Yıldırım A.** (2023). STEM eğitimi ve sınıflardaki uygulamaları hakkında bir doküman analizi çalışması. *Artuklu İnsan ve Toplum Bilim Dergisi, 8(1)*, 160-172.
- Temiz, B. K.** (2010). Bilimsel süreç becerilerini ölçmede içerik seçiminin önemi. *eJournal of New World Science Academy, 5(2)*, 614–628.
- Temiz, B. K. ve Tan, M.** (2009). Lise 1. sınıf öğrencilerinin değişkenleri belirleme ve hipotez kurma becerileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 17(1)*, 195-202.
- Tezcan Şirin, G., Tüysüz, M. ve Kaval Oğuz, E.** (2022). Ortaokul fen bilimleri ders kitaplarında yer alan etkinliklerin STEM etkinliklerine uygunluğuna dair öğretmen görüşleri. *Van YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi, Şubat Özel Sayı*, 354-386.
- Thomas, D. R. and Larwin, K. H.** (2023). A meta-analytic investigation of the impact of middle school STEM education: where are all the students of color?. *International Journal of STEM Education, 10(43)*, 2-25.
- Timur, B. ve İnançlı, E.** (2018). Fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi hakkındaki görüşleri. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi, 1(1)*, 48-66.
- Turan, F.** (2015). Ortaokul 8.Sınıf Fen ve Teknoloji Öğretim Programı Çerçevesinde Ders Kitabının Bilimsel Süreç Becerileri Açısından Karşılaştırılması ve Bilimsel Süreç Becerilerinin Uygulanabilirliğine Yönelik Öğretmen Görüşleri, Yüksek Lisans Tezi, Ahi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Turgutalp, E.** (2021). 8. Sınıf Basınç Konusunda STEM Öğretme- Öğrenme Modelinin Uygulanmasının Öğrenci Başarısına ve Girişimcilik Becerisine Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Türk, N.** (2019). Eğitim Fakültelerinin Lisans Programlarına Yönelik Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Öğretim Programının Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Ulutepe, N. ve Dağ, F.** (2024). *Türkiye’de ilkökul düzeyinde yapılan STEM yaklaşımı araştırmalarında 21. yy becerilerine yönelik teknolojinin kullanım biçimi üzerine alanyazın taraması*. XI. International Eurasian Educational Research Congress, 392.
- Üçüncüoğlu, İ. ve Bozkurt Altan, E.** (2018). Fen bilimleri öğretmen adayları için STEM odaklı laboratuvar uygulamaları: “Sağlıklı Yaşam” etkinliği. *International Journal of Humanities and Education*, 4(9), 329-347.
- Ünal, M. ve Aksüt, P.** (2021). 4-6 yaş çocuklarına etkinlik temelli STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. *Erken Çocukluk Çalışmaları Dergisi*, 5(1), 109-134.
- Üret, A. ve Ceylan, R.** (2021). Exploring the effectiveness of STEM education on the creativity of 5-year-old kindergaten children. *European Early Childhood Education Research Journal*, 29(6), 842-855.
- Yacan, A., Yacan, S., Türkkan, R. Y., Taşdemir, E. ve Kahmıran, M.** (2024). Yapay zekâ destekli öğrenci takip sistemlerinin öğrenme sürecine etkisi. *International QMX Journal*, 3(12), 2297-2307.
- Yağan, S. A.** (2022). Öğrenci merkezli yöntem, teknik ve stratejilerin öğrenci tutumuna etkisi: Bir meta analiz çalışması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(33),294-323.
- Yamak, H., Bulut, N. ve Dünder, S.** (2014). 5. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yazıcı, M. ve Kurt, A.** (2018). Ortaokul fen bilimleri dersinde laboratuvar kullanımının öğretmen ve öğrenci görüşleri doğrultusunda incelenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(25), 295-320.
- Yıldırım, B.** (2018). STEM uygulamalarına yönelik öğretmen görüşlerinin incelenmesi. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 42-53.
- Yıldırım, B. ve Altun Y.** (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yıldırım, B. ve Selvi, M.** (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(2), 183-210.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M.** (2018). Ortaokul öğrencilerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(STEMES'18), 47-54.
- Yılmaz, C. N.** (2019). STEM Eğitiminin 10. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarıları, STEM ve Fizik Tutumları Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Yılmaz, M. ve İnce Aka, E.** (2022). Sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersinde sürdürünme kuvveti konusunu günlük yaşamla ilişkilendirebilme düzeyleri. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 228-248.
- Yılmaz, Ö.** (2023). Dijital Çözümlerle Yenilikçi Fen Öğretimi: Öğrenme Ortamları ve Teknolojiler, Özgür Publications, Gaziantep, 89-125.
- Yurttaş Kumlu, G.D.** (2022). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Ortamına Yönelik Görüşleri. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13(1), 481-501.

EKLER

EKLER

EK A: Ölçekler

EK A.1: Bilimsel yaratıcılık testi

BİLİMSEL YARATICILIK ÖLÇEĞİ

Ad-Soyadı:

Cinsiyet: () Kadın ()

Erkek

Sevgili Öğretmen Adayı,

Bu test sizin fen bilimlerindeki yaratıcılığınızı ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Soruların tek bir doğru cevabı yoktur. Sizden istenilen her bir soruya doğru bir cevap üretirken hayal etmeniz ve düşünmeniz; mümkün olduğunca çok, soruyu çeşitli yönlerden ele alan ve daha önce kimsenin aklına gelmemiş özgün cevaplar üretmenizdir. Bilimsel yaratıcılık puanınızın hesaplanmasında sorulara verdiğiniz cevapların sayısı, çeşitliliği ve özgünlüğü dikkate alınacaktır.

Teşekkürler.

- 1. Bir cam parçasını bilimsel olarak hangi farklı şekillerde kullanabileceğinizi lütfen aşağıya yazınız. Örneğin; deney tüpü yapımı**
- 2. Eğer bir uzay gemisi ile seyahat edip farklı bir gezegene gitme imkânınız olsa, hangi bilimsel soruları araştırmak istersiniz? Lütfen merak ettiğiniz soruları düşünerek bu gezegene dair yazabildiğiniz kadar çok soru yazın. Örneğin, gezegende yaşayan herhangi bir canlı var mı?**
- 3. Sıradan bir bisikleti daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapmak mümkün olsaydı neler yapardınız? Lütfen yazınız. Örneğin, karanlıkta görülebilmesi için tekerlekleri fosforlu yapardım.**

- 4. Eğer yerçekimi kuvveti olmasaydı sizce dünyada neler olurdu? Örneğin insanlar havada uçuyor olurlardı.**
- 5. Bir kareyi en fazla kaç farklı yöntem kullanarak dört eşit parçaya bölebilirsiniz? Aşağıya çizip gösteriniz.**
- 6. Size iki tür peçete verilseydi hangisinin daha iyi olduğunu nasıl test edersiniz? Bunu yapmak için lütfen aklınıza gelen tüm yöntemleri, kullanacağınız araçları ve basit bir anlatımla nasıl bir yol izleyeceğinizi yazınız.**
- 7. Lütfen bir elma toplama makinesi tasarlayınız. Tasarladığınız makinenin resmini çizerek, her parçanın adını ve ne tür bir işlevi olduğunu belirtiniz.**

EK A.2: Bilimsel süreç becerileri testi

BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ TESTİ (BSB TESTİ)

Sevgili Öğretmen Adayı,

Aşağıda görmüş olduğunuz test sizlerin, *değişkenleri belirleme, değişkenleri kontrol etme, hipotez kurma, işlemsel tanımlama, grafik okuma, verileri yorumlama, deney tasarlama* becerilerinizi ölçmek amacıyla oluşturulmuştur. Toplanan veriler bu araştırma dışında başka bir amaçla kullanılmayacak olup kişisel bilgiler gizli tutulacaktır ve paylaşılmayacaktır. Araştırmanın amacına ulaşabilmesi ve gerçek verilere dayandırabilmesi için soruların dikkatle okunup, içtenlikle eksiksiz olarak doldurulması büyük önem taşımaktadır. Her soru için cevap anahtarına işaretleme yapmanız rica olunur. Lütfen cevap anahtarına birden fazla seçenek işaretlemeyiniz. Testi yanıtlama süresi 35 dakikadır. *Lütfen bütün maddelere cevap veriniz.*

Teşekkürler.

Öğrencinin

ADI SOYADI:.....

CEVAP ANAHTARI

	A	B	C	D
1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	A	B	C	D
11	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	A	B	C	D
21	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
23	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
24	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
25	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
26	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
27	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
28	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
29	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
30	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1. Nida, fasulyeyi yetiştirmek için 3 çeşit toprağın (killi, kumlu, humuslu) hangisinin en iyi olacağını bilmek istemektedir. Fasulye fidelerini eşit büyüklüklerde ve içlerinde farklı toprak çeşidi olan saksılara ekti. Saksılar güneşli bir pencerenin önüne yerleştirildikten sonra, onlara aynı miktarda su verildi. Fasulye bitkileri 10 günün sonunda incelendi ve büyümelerindeki farklılıklar kaydedildi. **Fasulye filizlerinin büyüme oranlarındaki farklılıkları hangi faktörün oluşturduğunu düşünöyorsunuz?**

- A. Kullandıkları güneş miktarı
- B. Kullanılan toprak tipi
- C. Ortam sıcaklığı
- D. Bitkilerdeki klorofil miktarları

2, 3 ve 4. sorular aşağıdaki araştırmaya dayalıdır.

Tahsin soğuk kışın domateslerinin büyümesini nasıl etkileyeceğinden kaygılanıyor. Sıcaklığın domates bitkisinin büyüme oranına etkisini araştırmaya karar veriyor. Domates fidelerini 4 özdeş saksı, aynı toprak tipi ve aynı miktarlarda suyla dikiyor. Saksılar farklı sıcaklıklardaki, farklı cam kaplara yerleştiriliyor: Bunlardan biri 0°C, diğer 10°C, bir diğer oda sıcaklığı ve dördüncü ise 50°C sıcaklıktadır. 14 günün sonunda domates bitkilerinin büyüme oranları kaydediliyor.

2. **Bu araştırmada sıcaklıktaki değişimlerin ne gibi bir etkisi vardır?**

- A. Mevsimlerdeki farklılık
- B. Kullanılan su miktarındaki farklılık
- C. Domates bitkisinin büyüme oranındaki farklılık
- D. Farklı saksılardaki toprak türlerinin farklılığı

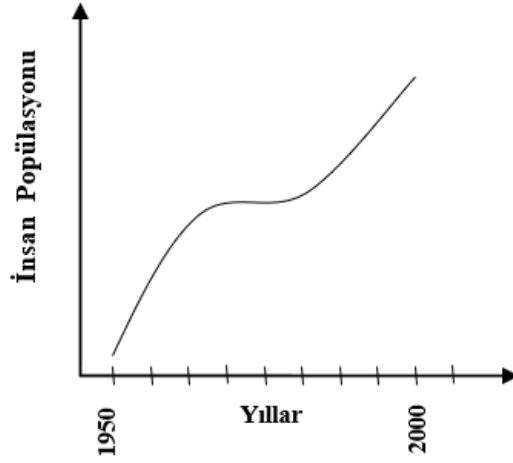
3. **Yukarıdaki deneyde araştırılmakta olan faktör/faktörler:**

- A. Sıcaklıktaki değişim ve kullanılan toprak türü
- B. Sıcaklıktaki değişim ve domates bitkisinin büyüme oranı
- C. Domates bitkisinin büyüme oranı ve kullanılan su miktarı
- D. Kullanılan toprak türü ve domates bitkisinin büyüme oranı

4. **Bu araştırmada sabit tutulan faktör aşağıdakilerden hangisidir?**

- A. Zaman ve domatesin büyüme oranı
- B. Domates bitkisinin büyüme oranı ve kullanılan su miktarı
- C. Toprak türü ve kullanılan su miktarı
- D. Sıcaklık ve kullanılan toprak türü

5. Aşağıdaki grafik 1950'den 2000 yılına kadar insan popölasyonundaki değişikliği göstermektedir.

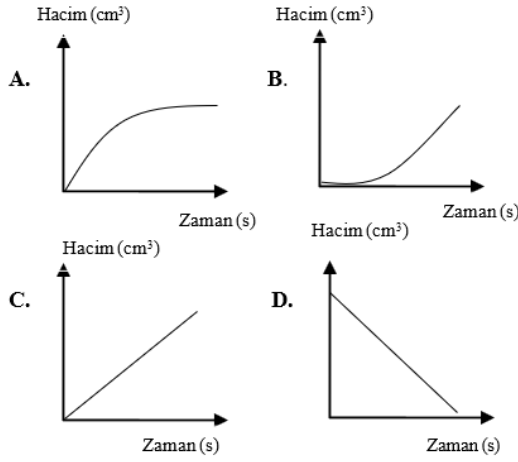


Aşağıdakilerden hangisi grafiği en iyi şekilde tanımlamaktadır?

- A. Yılların artışı ile insan popülasyonu da artmıştır.
 - B. Yılların artışı ile insan popülasyonu artmış sonra azalmış daha sonra yine artmıştır.
 - C. Yılların artışı ile insan popülasyonu ilk önce artmış sonra aynı kalmış ve tekrar artmıştır.
 - D. Yılların artışı ile insan popülasyonu artmış ve sonra aynı kalmıştır.
6. Temel, bir futbol topundaki hava basıncı ne kadar fazla ise, vurduğunda o kadar uzağa gideceğini düşünmektedir. Bunu araştırmak için, birkaç top ve basınç göstergeli pompa kullanır. **Temel bu fikrini nasıl test etmelidir?**
- A. Toplara aynı noktadan farklı kuvvetlerle vurarak.
 - B. Farklı hava basınçlı toplara aynı noktadan vurarak.
 - C. Aynı hava basınçlı toplara yerden farklı açılarla vurarak.
 - D. Farklı hava basınçlı toplara, farklı noktalardan vurarak.
7. Sevinç magnezyum ile seyreltik hidroklorik asidin reaksiyona girdiği bir araştırma yürütüyor. Reaksiyonda üretilen hidrojen miktarını her saniye kaydediyor. Sonuçlar aşağıdaki gibidir.

Zaman(sn)	0	1	2	3	4	5	6	7
Hacim(cm ³)	0	14	23	31	38	40	40	40

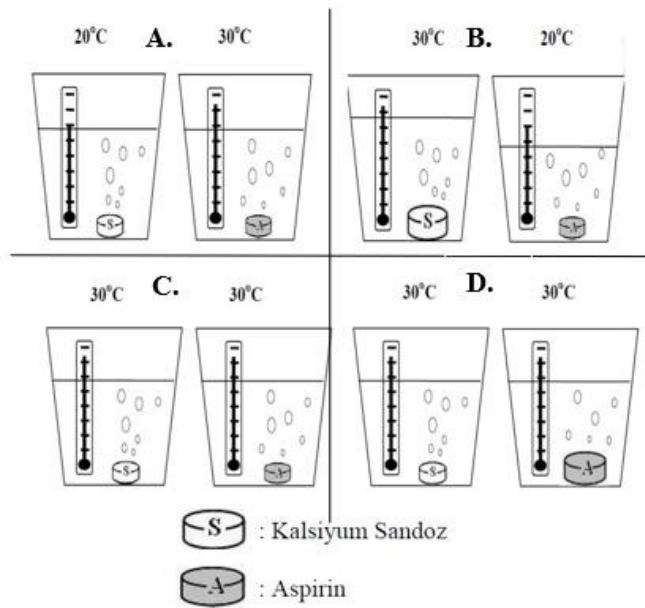
Yukarıdaki sonuçları doğru bir şekilde gösteren grafik aşağıdakilerin hangisidir?



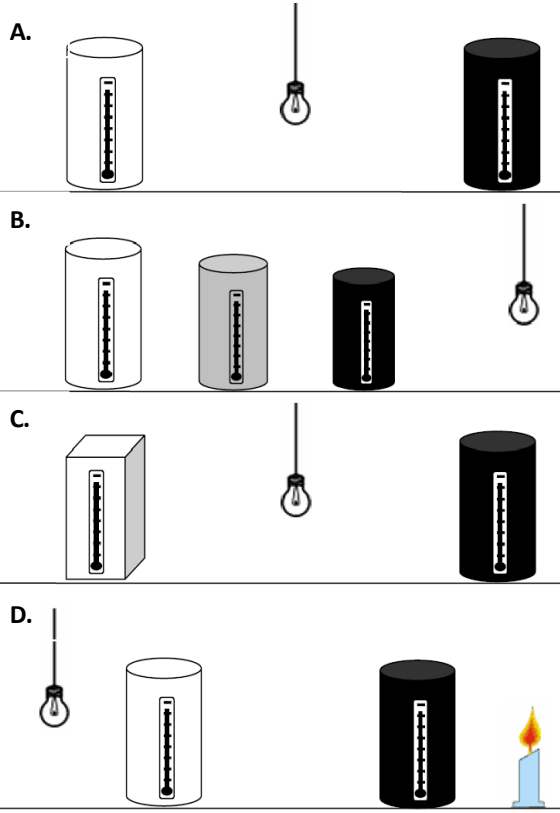
8. Bir çiftçi tavuklarını kümeste besliyor. Bazı tavukların diğerlerinden daha fazla yumurtladığına fark ediyor. Başka bir çiftçi tavuklara verilen yem ve su miktarı ile tavukların ağırlığının, yumurtladıkları yumurta sayısını etkilediğini söylüyor. **Aşağıdakilerden hangisi tavukların yumurtladıkları yumurta sayısını etkileyen muhtemel faktörlerden biri değildir?**

- A. Tavukların yumurtladığı kümesin büyüklüğü
 B. Tavukların ağırlığı
 C. Tavuklara verilen yem miktarı
 D. Tavuklara verilen su miktarı

9. **“Kalsiyum sandoz tableti, aspirin tabletine göre suda daha hızlı çözünür.”** hipotezini test etmek için aşağıda verilen deney düzeneklerinden hangisi en uygun olanıdır?



10. “Işıktaki bırakıldıklarında koyu renkli cisimler açık renkli cisimlere göre daha çok ısınır.” hipotezini test etmek için aşağıda verilen deney düzeneklerinden hangisi en uygun olanıdır?



11. Bir biyoloji öğretmeni sınıfına, ışık şiddeti ile bitkinin büyüme oranı arasındaki ilişkiyi göstermek istiyor. Bir araştırma yürütüp aşağıdaki sonuçları elde ediyor.

Işık Şiddeti (Kandil)	Büyüme Oranı (cm)
250	2
800	5
1000	9
1200	11
1800	12
2000	15
2400	13
2800	10
3100	5

Aşağıdakilerden ifadelerden hangisi bu sonuçların ne gösterdiğini doğru bir şekilde tanımlar?

- A. Işık şiddeti artarsa, bitkinin büyümesi de artar.
B. Bitkinin büyümesi artarsa, ışık şiddeti azalır.
C. Bitkinin büyümesi artarsa, ışık şiddeti önce artar sonra azalır.
D. Işık şiddeti artarsa, bitki büyümesi önce artar sonra azalır

12. Aşağıda önerilen deney tasarımlarından hangisi “Buz, suda havada olduğundan daha hızlı erir.” hipotezini test etmek için en uygun olanıdır?

- A. Kütleleri eşit, şekilleri aynı olan iki buz kalıbı alınır. Birinci buz kalıbı, 40 °C sıcaklıktaki suda, ikinci buz kalıbı ise 20 °C sıcaklıktaki havada erimeye bırakılır. Buzların tamamen eriyip sıvı hale gelmesi için geçen süreler ölçülür. Bu süreler karşılaştırılır.
- B. Şekilleri aynı, birisi 25 gram, diğeri 50 gram kütleli iki buz kalıbı alınır. 25 gramlık buz kalıbı 20 °C sıcaklıktaki suda, 50 gramlık buz kalıbı ise aynı sıcaklıktaki havada erimeye bırakılır. Buzların tamamen eriyip sıvı hale gelmesi için geçen süreler ölçülür. Bu süreler karşılaştırılır.
- C. Kütleleri eşit, şekilleri aynı olan iki buz kalıbı alınır. Birinci buz kalıbı, 20 °C sıcaklıktaki suda, ikinci buz kalıbı ise 20 °C sıcaklıktaki havada erimeye bırakılır. Buzların tamamen eriyip sıvı hale gelmesi için geçen süreler ölçülür. Bu süreler karşılaştırılır.
- D. Şekilleri aynı birisi 25 gram, diğeri 50 gram kütleli iki buz kalıbı alınır. Her iki buz kalıbı da 20 °C sıcaklıktaki havada erimeye bırakılır. Buzların tamamen eriyip sıvı hale gelmesi için geçen süreler ölçülür. Bu süreler karşılaştırılır.

13. Doktorlar, belli bakteriler, bir fareye enjekte edilirse, bunun farede ciddi belirtilere (semptom) ve ölüme yol açtığını bildirmektedir. Farenin hücreleri, mikroskop altında incelendiğinde bakterilerin, farenin tüm vücuduna yayılmadığı, sadece hastalıklı bölgede kaldığı gözlenir. Bu yüzden farenin ölümüne bakterilerin değil, onların ürettikleri ciddi zehirli kimyasalların neden olduğu düşünülmektedir. **Aşağıdaki ifadelerden hangisi, farenin ölümüne sebebine olası bir açıklama getirmektedir?**

- A. Farenin ölümüne, fareden alınan ve mikroskopta incelenen hücreler sebep olmuştur.
- B. Bakteriler farenin vücudunun tamamına yayılmamış ancak hastalığın bulaştığı yerde kalmıştır.
- C. Bakteriler tarafından üretilen zehirli kimyasallar, fareyi öldürmüştür.
- D. Fare gelişen ciddi semptomlar nedeniyle ölmüştür.

14. Bir radyo reklamında ABC'nin, diğer deterjanlardan daha fazla köpük ürettiği iddia ediliyor. Cemal bunu doğrulamak istiyor. Eşit miktarlardaki suyu, 4 leğenin içine koyarak, her birine birer kap farklı toz deterjan (Biri ABC) ekliyor. Her bir kabı çalkalıyor ve birinin daha köpüklü olduğunu gözlemliyor. **Aşağıdaki hangisi toz deterjanın köpük üretimine etki eden muhtemel faktörlerden değildir?**

- A. Suyu karıştırmak için harcanan zaman
- B. Yapılan karıştırma miktarı
- C. Kullanılan leğenin tipi
- D. Kullanılan toz deterjanın markası

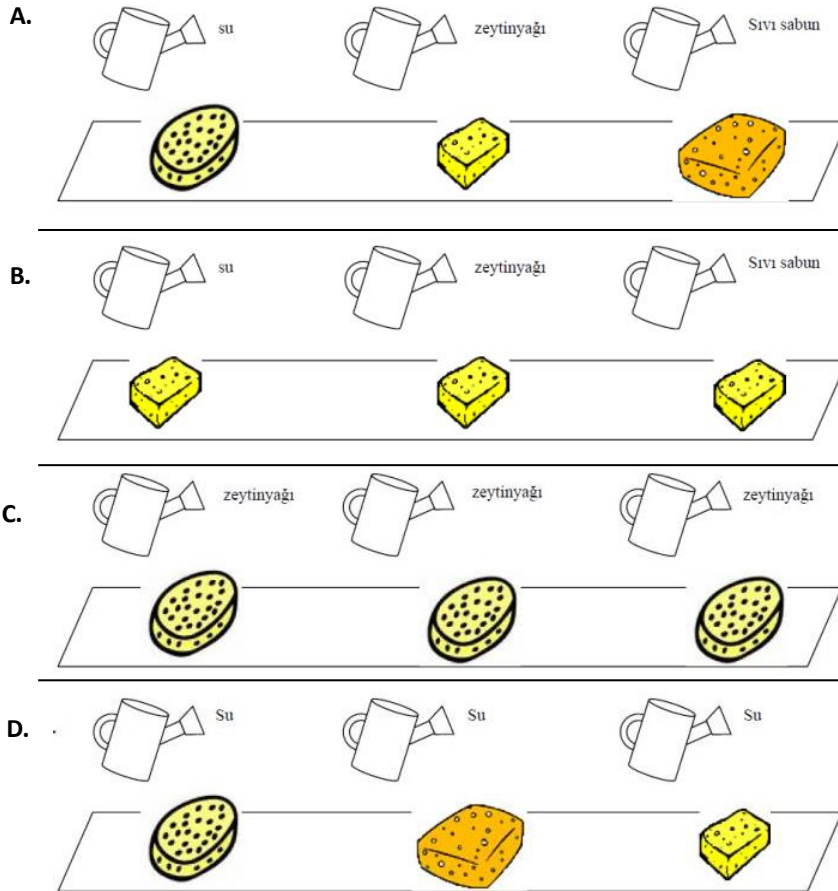
15. Bir fen bilgisi öğretmeni öğrencilerine mıknatısın çekme gücünü göstermek istemektedir. Farklı şekillerde ve boyutlarda mıknatıslar kullanır. Her bir mıknatısın çektiği demir tozlarının ağırlığını tartar. **Bu araştırmada mıknatısların çekme gücü nasıl belirlenmiştir?**

- A. Mıknatısların çektikleri demir tozlarının ağırlıkları ile
- B. Kullanılan mıknatısların boyutları ile
- C. Demir tozlarını çekmek için kullanılan mıknatısların ağırlığı ile
- D. Kullanılan mıknatısların şekilleri ile

16. Bir çiftçi ürettiği mısır miktarını arttırmak istemektedir. Ürettiği mısır miktarını etkileyen faktörler üzerinde çalışmaya karar verir. **Çiftçi aşağıdaki fikirlerin hangisini test edebilir?**

- A. Ürettiği mısır miktarı ne kadar fazla olursa, yıl içinde o kadar fazla kar yapar.
- B. Kullandığı gübre miktarı ne kadar fazla olursa, o kadar çok mısır üretir.
- C. Yağan yağmurlar ne kadar fazla olursa, gübreleme o kadar verimli yapılır.
- D. Ürettiği mısır miktarı ne kadar fazla olursa, mısır fiyatları o kadar ucuzlar.

17. **“Bir süngerin emebileceği sıvı miktarı sıvının cinsine bağlı olarak değişir.” hipotezini test etmek için aşağıda verilen deney düzeneklerinden hangisi en uygun olmalıdır?**



18. Aşağıda önerilen deney tasarımlarından hangisi “Kütlesi büyük olan cisimler daha yavaş ısınırlar.” hipotezini test etmek için en uygun olanıdır?

- A. Başlangıç sıcaklıkları eşit olan, aynı cins maddeden yapılmış, kütleleri bir birinden farklı üç cisim alınır. Birinci cisim 3 dakika, ikinci cisim 6 dakika, üçüncü cisim de 9 dakika boyunca ısıtılır. Son sıcaklıklar ölçülüp karşılaştırılır.
- B. 10°C’de 10 gram kütleli demir, 20°C’de 20 gram kütleli bakır ve 30°C’de 30 gram kütleli gümüş cisimler alınır. Tüm cisimler özdeş ısı kaynaklarıyla eşit sürede ısıtılırlar. Son sıcaklıklar ölçülüp karşılaştırılır.
- C. Başlangıç sıcaklıkları eşit olan, aynı cins maddeden yapılmış, kütleleri bir birinden farklı üç cisim alınır. Tüm cisimler özdeş ısı kaynaklarıyla eşit sürede ısıtılırlar. Son sıcaklıklar ölçülüp karşılaştırılır.
- D. Başlangıç sıcaklıkları ve kütleleri eşit olan, aynı cins maddeden yapılmış üç cisim alınır. Tüm cisimler özdeş ısı kaynaklarıyla eşit sürede ısıtılırlar. Son sıcaklıklar ölçülüp karşılaştırılır.

19. Hobi olarak gül yetiştiren Ayşe'nin 6 kırmızı, 6 beyaz gül fidesi vardır. Bir arkadaşı, fidelerin sabah güneşi alırsa daha fazla çiçek açacaklarını söyler. Böylece Ayşe, gül fidelerinin öğlen güneşi yerine sabah güneşi alınca daha fazla çiçek açacaklarını düşünür. Ayşe, arkadaşının fikrini denemek için aşağıdakilerden hangisini yapmaz?

- A. Bütün fidelerini sabah güneşine bırakır. Her fidenin açtığı çiçek sayısını sayar. Bunu 4 ay sürdürür. Sonra her gül çeşidi için açılan çiçek miktarının ortalama değerini bulmalı
- B. Bütün fidelerini 4 ay boyunca sabah güneşine bırakır. Bu süre boyunca açan çiçekleri sayar. Sonra bütün çiçekleri 4 ay boyunca öğlen güneşine bırakır. Bu süre boyunca açan çiçekleri sayar.
- C. Beyaz güllerinin 3 tanesini sabah, geri kalan 3 beyaz gülü de öğlen güneşine bırakır. 4 ay boyunca açan çiçek miktarlarını her fide için sayar.
- D. Beyaz ve kırmızı fidelerin 3'er tanesini sabah güneşine, geri kalanları ise öğlen güneşine bırakır. Her fide için açan çiçek miktarlarını 4 ay boyunca sayar.

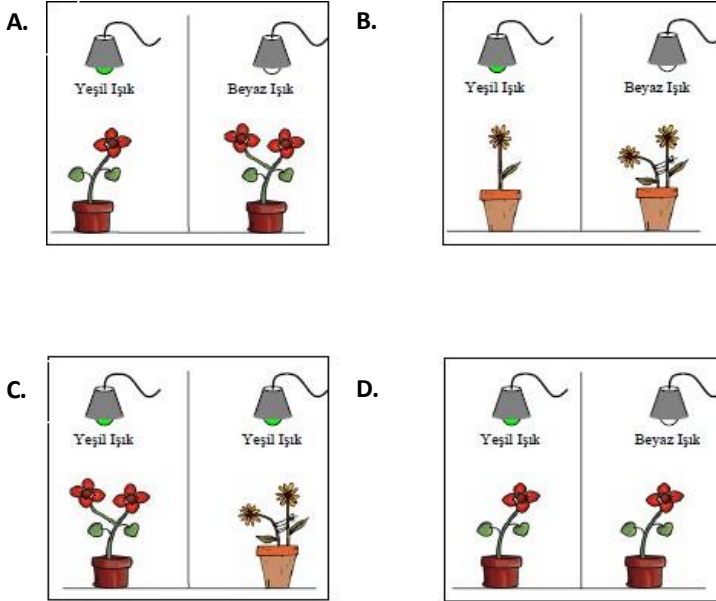
20. Avcılık federasyonu, aşırı avlanmasını önlemek için Atatürk Barajındaki, Aynalı Sazanların ortalama boylarını bilmek istiyor. Bir araştırma yürütüyorlar ve araştırma sonuçları aşağıdaki grafikte görülmektedir.



Bulabileceğiniz en uzun Aynalı Sazan boyutu hangisidir?

- A. 75- 79 cm
- B. 40- 44 cm
- C. 20- 79 cm
- D. 45- 49 cm

21. Bir okul bahçivanı 7 farklı futbol sahasındaki çimleri biçmektedir. Her hafta farklı bir sahayı biçmektedir. Çimler genellikle bazı sahalarda diğerlerinden daha uzundur. Bahçivanın otların uzunluklarının neden farklı olduğu hakkında bazı tahminler yapar. **Aşağıdakilerden hangisi çimlerin uzunluklarının farklı olması hakkında test edilmeye uygun bir açıklamadır?**
- A. Daha fazla su alan sahaların çimleri daha uzundur.
 B. Kısa çimenleri olan sahalarda futbol oynamak için daha uygundur.
 C. Sahada ne kadar çok taş varsa, çimleri kesmek o kadar zor olur.
 D. Daha fazla karbondioksit soğuran sahalarda daha uzun çimenler vardır.
22. Murat suyun kaynaması için geçen zamanın neyin belirlediğini bilmek istiyor. Aynı miktarlardaki suyu farklı boyutlarda ve farklı maddelerden yapılmış (kil, çelik, alüminyum ve bakırdan) kaplara boşaltıyor. Kaplara aynı miktarda ısı vererek her kaptaki sıvının kaynaması için geçen süreyi ölçüyor. **Bu araştırmada aşağıdakilerden hangisi suyun kaynama süresini etkilemektedir?**
- A. Kabin şekli ve su miktarı
 B. Kaptaki su miktarı ve verilen ısı miktarı
 C. Kabin boyutu ve tipi
 D. Kabin tipi ve kullanılan ısı miktarı
23. **Bitkiler yeşil ışık altında daha hızlı gelişirler.**” hipotezini test etmek için aşağıda verilen deney düzeneklerinden hangisi en uygun olanıdır?



24. Bir araştırmacı, çocuklara verilen vitamin miktarındaki artışın, büyümelerinde bir artışa sebep olup olmayacağını öğrenmek istiyor. **Araştırmacı, çocukların büyüme hızlarını nasıl ölçebilir?**
- A. Verilen yaştaki çocuğun söyleyebildiği kelime sayısını sayarak.
 B. Çocuğa verilen vitamin miktarını ölçerek.
 C. Çocuğun hareketlerini ölçerek.
 D. Çocuğu her hafta tartarak

25. Miray, etin, salatalığın, lahananın ve mısır tanelerinin içerdiği su miktarını ortaya çıkarmak istiyor. Yiyeceklerin her birini ince ince doğruyor ve dikkatlice her birinden 10'ar gram ölçüyor. Sonra her birini tabağa koyarak, kapları 100 °C'ye ayarlanmış fırına veriyor. Her 30 dakikada bir her yiyeceğin kütlesini ölçerek, bu işlemi yiyeceğin kütlesinin değişmediği ardışık iki ölçüme kadar devam ettiriyor. Sonra her bir yiyeceğin içerdiği su miktarını belirliyor. **Bu deneyde her yiyecekteki su miktarı nasıl ölçülmüştür?**
- A. Her bir örnek 100 °C'ye ısıtılıp su buharlaştırılarak
B. Her yiyecek 30 dakikada bir ölçülüp son kütle belirlenerek.
C. Araştırma başında ince ince doğranıp 10'ar gram ölçülerek.
D. Her yiyeceğin başlangıç ve son kütleleri arasındaki fark bulunarak.

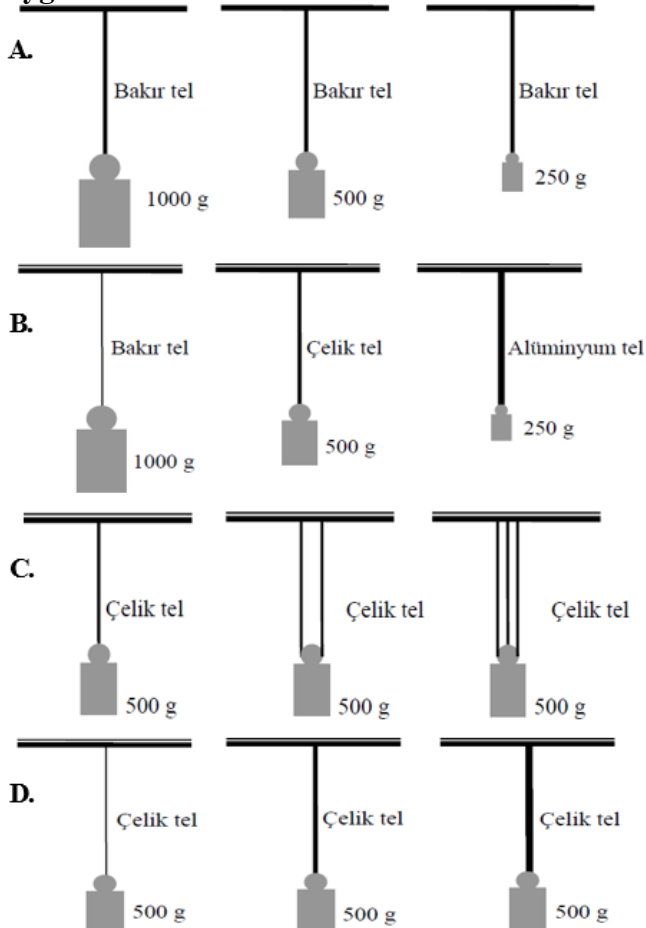
26. Mazotu depoya pompalamak için 5 farklı hortum kullanılıyor. Her hortum için özdeş depolar kullanılıyor. Aşağıdaki tabloda, her hortum tarafından pompalanan mazot miktarlarına ilişkin sonuçlar görülmektedir.

Hortumun Çapı (mm)	Dakikada Pompalanan Mazot Miktarları (litre)
8	1
13	2
20	4
26	7
31	12

Aşağıdaki ifadelerden hangisi hortumun boyutunun, dakikada pompalanan mazot miktarına etkisini tanımlar?

- A. Hortum ne kadar geniş olursa, o kadar mazot pompalanır.
B. Pompalanan mazot miktarı ne kadar fazlaysa, pompalamak için harcama süre o kadar fazladır.
C. Hortumun çapı ne kadar küçükse, mazot o kadar hız pompalanır.
D. Hortumun çapının pompalanan mazot miktarı üzerinde etkisi vardır.
27. Tuğrul, arkadaşlarına, suyun içinde bulunduğu kabın, kaynarken kaybedilen su oranını etkilediğini göstermek istemektedir. Aynı maddeden yapılmış farklı büyüklüklerdeki kaplara aynı miktarlarda su doldurmuştur. Kapların hepsine aynı miktarda ısı vermiştir. 30 dakika sonra, her bir kapta kalan su miktarını ölçmüştür. **Bu araştırmada kaybolan su oranı nasıl ölçülmüştür?**
- A. Isıtıldıktan sonra her kabın içerisinde kalan su miktarlarını ölçerek
B. Suyu 30 dakika kaynatmak için farklı büyüklüklerde kaplar kullanılarak
C. Her kaptaki suyu kaynatmak için geçen süreyi belirleyerek
D. Verilen süre içerisindeki suyun ilk ve son miktarları arasındaki farkı belirleyerek
28. Bir motor tamircisi, bir arabanın yüksek hızda sürüldüğünde daha fazla benzin kullandığını ortaya çıkarmak istiyor. **Bunu araştırmanın en iyi yolu hangisidir?**
- A. Birkaç şoföre arabayı hızlı sürdüklerinde bir saat içinde ne kadar yakıt kullandıklarını sorar ve ortalama saatlik benzin tüketimini bulur.
B. Kendi arabasını birkaç sefer farklı hızlarda sürer, ve her seferinde saatlik yakıt tüketimini kaydeder.
C. Arabasını, bir hafta yüksek hızda ve başka bir hafta da düşük hızda sürmeli ve her durumdaki benzin tüketimini kaydetmelidir.

- D. Farklı sürücülerden aynı uzaklıkları, farklı hızlarda birkaç kere sürmelerini ister ve her turda kullandıkları benzin miktarını kaydeder.
29. Bir fen sınıfı bitkilerin boyunu etkileyebilecek faktörleri test etmek istiyor. Işık miktarı, nem miktarı, toprak tipi ve sıcaklığın değişimini test edilebilecek faktörler olarak görüyorlar. **Aşağıdaki ifadelerin hangisi bitki boyunu etkileyen faktörü belirlemekte test edilebilir olmalıdır?**
- A. Sıcaklıktaki bir artış bitkinin boyunun uzamasına sebep olacaktır.
B. Güneş ışığındaki bir artış bitki neminde bir azalmaya sebep olacaktır.
C. Işıқта bırakılan bir bitki, karanlıkta bırakılan bir diğerinden daha yeşil olacaktır.
D. Kumlu toprakta bırakılan bir bitki, killi toprakta bırakılandan daha çok su kaybeder.
30. ***Bir telin kalınlığı arttıkça, yük taşıyabilme kapasitesi de artar.*** hipotezini test etmek için aşağıda hazırlanan deney düzeneklerinden hangisi en uygun olmalıdır?



EK A.3: Çok boyutlu 21.yüzyıl becerileri ölçeği

ÇOK BOYUTLU 21. YÜZYIL ÖLÇEĞİ

Adı Soyadı:

Cinsiyet: Kadın () Erkek ()

Sevgili Öğretmen Adayı,

Bu ölçek öğretmen adaylarının, 21.yüzyıl becerilerinin ne düzeyde olduğunu tespit etmek amacıyla düzenlenmiştir. Ölçekler ile toplanan veriler bu araştırma dışında başka bir amaçla kullanılmayacak olup kişisel bilgiler gizli tutulacaktır ve paylaşılmayacaktır. Araştırmanın amacına ulaşabilmesi ve gerçek verilere dayandırabilmesi için ölçek maddelerinin dikkatle okunup, içtenlikle eksiksiz olarak doldurulması büyük önem taşımaktadır. *Lütfen bütün maddelere cevap veriniz.* Tabloda yer alan yatay sütunda hazırlanan yargılar yer almaktadır. Her yargının ne düzeyde yeterli olduğunu dikey sütunda yer alan düzeyleri kullanarak belirtiniz (Kesinlikle katılmıyorum, Katılmıyorum, Ne Katılıyorum Ne katılmıyorum, Katılıyorum, Kesinlikle Katılıyorum).

Teşekkürler.

Çok Boyutlu 21. Yüzyıl Ölçeği

		Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Ne Katılıyorum Ne Katılmıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
Bilgi ve Teknoloji Okuryazarlığı Becerileri	Öğrenmeye karşı meraklıyım.					
	Yeni ve farklı fikirleri dinlemeyi severim.					
	Mevcut bilgiler dışında yeni bilgiler edinmeye yönelik çaba gösteririm.					
	Ülkemizde ve dünyada meydana gelen yenilikleri takip ederim.					

	Dünyadaki değişim ve yeniliklere yönelik fikir sahibiyim					
	Çeşitli kaynakları takip ederek farklı bilgiler ve fikirler edinirim.					
	Güvenilir kaynaklardan araştırma yaparak yeni bilgiler edinmeyi severim.					
	Günlük hayatta ne tür bilgilere ihtiyaç duyduğumu fark ederim.					
	İhtiyaç duyduğum bilgiye doğru kaynaklardan ulaşıyorum.					
	Elde ettiğim bilgilerin doğruluğunu farklı kaynaklardan araştırırım.					
	Edindiğim ve doğruluğuna emin olduğum bilgileri günlük hayatımda etkili bir şekilde kullanırım.					
	Doğruluğuna emin olduğum bilgileri çevremdekilere aktarırım.					
	Yazılı, işitsel ve görsel kaynakları düzenli takip ederim.					
	TV programlarının öncesinde programın hangi kitleye hitap ettiğini belirten akıllı işaret sembollerinin anlamlarını bilirim.					
	Teknolojide meydana gelen gelişmeleri yakından takip ederim.					
Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Becerileri	Bana anlatılan her bilginin doğru olduğuna inanırım.					
	Benim gibi düşünmeyen kişilerle arkadaşlık yapmak istemem.					
	Beni eleştiren insanlardan hoşlanmam.					
	Okuduğum her bilginin doğru olduğunu kabul ederim					
	Öğrendiğim konular üzerinde hiç düşünmeden konuşurum.					

	Karşılaştığım sorunlarla mücadele etmek yerine sorunu görmezden gelirim.					
Girişimcilik ve İnovasyon	Çalışmalarımı genellikle istekli, coşkulu ve enerjik bir şekilde sürdürürüm.					
	Karşılaştığım olumsuz durumları fırsata dönüştürürüm.					
	Zamanı iyi planlar ve yönetirim.					
	Yaptığım çalışmalarda farklı ürünler ortaya koyarım.					
	Karmaşık ve zor işlerle uğraşmayı severim.					
	Yoğun bir merak duygusuyla her şeyi gözlemler ve incelerim.					
	İnsanların hayatını kolaylaştıracak yöntem ve teknikler üzerine düşünürüm.					
	Alışılmışın dışında, yeni ve yararlı fikirleri üretir ve uygularım					
	Gelecekte dünyada ortaya çıkabilecek ihtiyaçlar hakkında düşünür ve buna yönelik araştırmalar yaparım.					
	Geliştirdiğim ürünleri çevremdekilere rahatlıkla sunarım.					
Sosyal Sorumluluk ve Liderlik	Farklı kültürlerden insanlarla iletişim kurmaya çalışırım.					
	Grup çalışmalarında genellikle grubun lideri olarak görev yaparım.					
	Kendimle birlikte çevremdeki kişilerin yeteneklerini geliştirmelerini katkıda bulunurum.					
	Grup çalışmalarının zaman kaybı olduğunu düşünürüm.					
Kariyer Bilinci	Bana verilen görevi başarıyla yerine getirmek için gayret gösteririm.					
	Gelecekte sahip olmak istediğim mesleğe ilişkin bir kararım vardır.					

Mesleklerin özelliklerini araştırarak kendime en uygun mesleği belirlemeye çalışırım.					
Gelecekte yapacağım meslekte başarılı olmayı isterim.					
Hayatımın bu evresinde aldığım kararların, geleceğime yön vereceğinin farkındayım.					
Kişisel gelişimime ve gelecekteki kariyerime katkı sağlayacak fırsatları değerlendiririm (Staj, kurs, kongre, seminer, eğitim vb.).					

EK B: Örnek ders planları

EK B.1: Ders planı şablonu

DERS PLANI ŞABLONU

Etkinlikle ilgili Temel Bilgiler	
Öğrenci İsimleri:	
Öğrenci Numaraları:	
Grup Adı:	
Etkinliğin Adı:	
Etkinliğin Konusu:	Etkinliğin Süresi: 60 dakika
Etkinliğin Sınıf Düzeyi:	
Anahtar Kavramlar:	
Güvenlik Önlemleri:	
Etkinlikle ilgili Kazanımlar	
Etkinliğin Fen Bilimleri Dersi Kazanımları:	
Etkinliğin Matematik Dersi Kazanımları:	
Etkinliğin Teknoloji-Tasarım Dersi Kazanımları:	
Etkinliğin Görsel Sanatlar Dersi Kazanımları:	

Kullanılan Öğretim Strateji, Yöntem-Teknikleri: STEM (kullanmak istediğiniz diğer teknikler)

Etkinlikte Kullanılan Malzemeler:

Dersin İşlenişi

Giriş- Ön Bilgileri Yoklama ve Merak Uyandırma

Dikkat Çekme/ Güdüleme/ Gözden Geçirme

Uygulama (Mühendislik Tasarım Süreci)

Problemin ya da ihtiyacın belirlenmesi

Olası çözümlerin geliştirilmesi

En uygun çözümün belirlenmesi

Temel Araç-Gereç Materyal ve Kaynaklar	
Prototipin Yapılması ve Test Edilmesi	
İletişim (Değerlendirme)	
(Değerlendirme soruları veya rubrik hazırlanabilir.)	

EK B.2: 1.Örnek öğretmen adaylarının hazırladığı ders planı

DERS PLANI ŞABLONU

Etkinlikle ilgili Temel Bilgiler
Öğrenci İsimleri: Öğrenci Numaraları: Grup Adı: Sıcaklık Dedektifleri
Etkinliğin Adı: Sıcaklık Tasarımı Yolculuğu
Etkinliğin Konusu: Sıvıların ısınma hızlarını ve kütlelerin sıcaklık artışı üzerindeki etkilerini deneysel gözlemlerle inceleyerek, ısı kaybını en aza indirmek için yaratıcı bir termos tasarımı geliştirme. Etkinliğin Süresi: 40 dakika
Etkinliğin Sınıf Düzeyi: 8.sınıf
Anahtar Kavramlar: Sıcaklık, ısı, kütlelerin etkisi, bağımsız değişken, bağımlı değişken, kontrol edilen değişken, yaratıcılık ve tasarım, ısı koruma, deneysel süreç, gözlem.
Güvenlik Önlemleri: Bu etkinlikte güvenliği sağlamak için ısı ocağı ve cam termometre kullanımına özel önlemler alınmalıdır. Öncelikle, ısı ocağı yanıcı olduğundan, öğrenciler ateşe yaklaşırken dikkatli olmalı ve yalnızca öğretmen gözetiminde kullanılmalıdır. Ocağın çevresinde yanıcı maddeler bulundurulmamalı, alev açık bırakılmamalıdır. Cam termometreler kırılmaya karşı hassas olduğundan, öğrenciler termometreyi dikkatli kullanmalı ve bir yüzeye çarpmaktan kaçınılmalıdır. Kırılma durumunda cam parçalarına dokunulmamalı, öğretmene haber verilmelidir. Ayrıca, sıcak sıvılarıyla çalışırken yanık riski olduğundan öğrencilerin sıvılara doğrudan temas etmemesi sağlanmalıdır. Deney alanı düzenli tutulmalı, ısı ocağı kullanımı sırasında yangın söndürücü veya su dolu bir kap hazır bulundurulmalıdır. Deney süresince öğretmen, güvenlik kurallarını sürekli gözlemlemeli ve öğrencilerin dikkatini güvenli çalışmaya yönlendirmelidir.
Etkinlikle ilgili Kazanımlar
Etkinliğin Fen Bilimleri Dersi Kazanımları: F.8.4.5.1. Isınmanın maddenin cinsine, külesine ve/ veya sıcaklık değişimine bağlı olduğunu deney yaparak keşfeder. a. $Q=m.c.\Delta T$ bağıntısına girilmez. b. Bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenler örneklerle açıklanır.

Etkinliğin Matematik Dersi Kazanımları:

M.1.3.5.2. En az üç özdeş kaptaki sıvı miktarını karşılaştırır ve sıralar.

M.3.3.5.3. Olayların oluş sürelerini karşılaştırır.

M.5.3.1. Temel geometrik çizimler için matematiksel araç ve teknolojiden yararlanabilme.

M.6.6.1. Bir olayın olasılığını gözleme dayalı tahmin edebilme.

M.7.3.4.1. Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümünü çizer.

M.7.3.4.2. Farklı yönlerden görünümüne ilişkin çizimleri verilen yapıları oluşturur.

M.7.7.2. Aynı deneye ait olayların eşit olasılıklı olma durumlarını değerlendirebilme.

M.8.7.1. Gerçek yaşamda karşılaşılabileceği bir olayın olasılığına ilişkin farklı olasılık yaklaşımlarından (öznel, deneysel, teorik) uygun olanı belirleyerek karar verebilme.

Etkinliğin Teknoloji-Tasarım Dersi Kazanımları:

TT.7.A.2.2. Sanat/ tasarım elemanlarını bir ürün üzerinden gösterir.

TT.7 B.1.5. Tasarım geliştirme kriterlerini söyler.

TT.7 B.1.7. Tasarımı oluşturmak için gerekli aşamaları açıklar.

TT.7 B.1.10 Taslak, model, maket ve prototip kavramlarını örnekleyerek açıklar.

TT.7. B.2.1. Tasarımı için taslak çizim yapar.

TT. 8. B. 1. 2. Taslak çizimlerini bilgisayar yardımıyla üç boyutlu görsellere dönüştürür.

TT. 8. C. 3. 1. Mühendislik ve tasarım ilişkisini ifade eder.

TT. 8. C. 3. 3. Mühendislik tasarım sürecindeki sınırlılıkları değerlendirir.

TT. 8. C. 3. 4. Mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir ürün tasarlar.

TT.7 C.2.3. Ergonomik bir ürün tasarlar.

TT.7.D.1.4. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.

Kullanılan Öğretim Strateji, Yöntem-Teknikleri:

STEM öğrenme yaklaşımı, problem çözme, tartışma, işbirlikli öğrenme, soru-cevap, anlatım, mühendislik tasarım basamakları.

S Öğrenciler, farklı sıvıların ısınma süreçlerini karşılaştırarak maddenin cinsinin, kütlelerinin ve sıcaklık değişiminin ısınmaya etkisini keşfetmiştir.

Deney sırasında gözlem yapma, veri toplama ve sonuç çıkarma gibi bilimsel becerilerini kullanmışlardır. Günlük hayatta karşılaştıkları olayları bilimsel bilgilerle açıklayarak bilimsel düşünme yeteneklerini geliştirmişlerdir.

T Öğrenciler, Tinkercad kullanarak 3D modelleme yaparak termos tasarımlarını dijital ortamda oluşturacak, deneysel verileri toplarken termometre gibi ölçüm araçları kullanacak ve Kahoot gibi dijital araçlarla bilgilerini eğlenceli bir şekilde test ederek öğrenme sürecini daha interaktif ve etkili hale getireceklerdir; böylece teknoloji, bilimsel keşiflerin yapılmasında ve bilgilerin pekiştirilmesinde önemli bir rol oynar.

E öğrencilerin öğrendikleri bilgileri yaratıcı bir şekilde uygulamalarını sağlar. “Yaratıcı Termos Tasarımı” etkinliği ile öğrenciler, bilimsel verileri kullanarak sıcak içecekleri uzun süre sıcak tutabilecek termoslar tasarlarlar. Bu süreç, mühendislik tasarımı ve problem çözme becerilerini geliştirir.

M Deneyde her dakikada ölçülen sıcaklıkları tabloya kaydedip, bu verileri analiz ederek veri işleme ve yorumlama becerilerini geliştirmişlerdir. Farklı sıvıların sıcaklık değişimlerini kıyaslayarak ölçme ve karşılaştırma yapmışlardır. Termos tasarımında malzeme miktarı ve şekil üzerine çalışarak oran, boyut ve miktar hesaplamalarını uygulamışlardır.

Etkinlikte Kullanılan Malzemeler: Silindir strafor, pamuk mendil, yapıştırıcı, balonlu naylon, alüminyum folyo, su şişesi, karton, makas, bant, kumaş, renkli kalemler, köpük kartonpiyer, ispirto ocağı, cam kap, termometre, yağ, su

Dersin İşlenişi

Giriş- Ön Bilgileri Yoklama ve Merak Uyandırma

Öğretmen sınıfa gülümseyerek girer, içten bir selamla öğrencilerini karşılar ve “Herkesin günü nasıl geçti?” diye sorar. Öğrenciler birer birer cevap verirken, sınıfta samimi bir hava oluşur. Öğretmen: “Herkesin kahvaltıda ne içtiğini bir düşünün... Sıcak çay mı, kahve mi, yoksa bir bardak süt mü? Peki, bir termosun içinde hangisi daha uzun süre sıcak kalır?” diye sorar. Öğrenciler, farklı fikirlerini paylaşırken sınıfta samimi bir atmosfer oluşur. Öğrencilerin ilgisini daha da artırmak için öğretmen sorar: “Sizce su, süt veya zeytinyağı gibi sıvılar aynı hızda mı ısınır? Hangisi daha çabuk kaynar veya hangisi daha yavaş ısınır?” Sınıftan farklı tahminler gelir; bazıları mutfakta gözlemlediklerini paylaşır, bazıları da bilimsel fikirler öne sürer.

Öğretmen, öğrencilerin önceki bilgilerini hatırlamalarını sağlamak için şu soruları sorar: “Bir maddeyi ısıttığımızda sıcaklığının artıp artmayacağını belirleyen faktörler nelerdir?” Ardından “Evde yemek yaparken hangi sıvıların daha hızlı ısındığını gözlemlediniz?” Son olarak “Bağımsız değişken ve bağımlı değişkenin ne olduğunu hatırlıyor musunuz?” Bu sorularla öğrenciler, kendi deneyimlerinden yola çıkarak bilgiler paylaşır. Öğretmen, bu cevapları toparlayarak konunun temel kavramlarını açıklar. Öğretmen, konuyu günlük hayata bağlayan bir açıklama yapar:

“Birazdan, mutfağınızda gördüğünüz malzemelerle bir deney yapacağız! Su ve zeytinyağını aynı koşullarda ısıtıp hangisinin daha hızlı ısındığını birlikte

gözlemleyeceğiz. Ayrıca farklı miktarda su kullanarak kütleinin sıcaklık artışına etkisini de inceleyeceğiz.” Ardından, öğrencilerden tahminlerde bulunmalarını ister:

“Sizce 250 mL su mu daha hızlı ısınır, yoksa aynı miktarda zeytinyağı mı? Peki, miktarını iki katına çıkarırsak ne olur?” Bu sorularla öğrencilerin merakı daha da artar. Öğretmen, deney yönergesi ve gözlem tablosunu dağıtarak etkinlik hazırlıklarını başlatır. Sınıfta bir araştırma atmosferi oluşur.

Dikkat Çekme/ Güdüleme/ Gözden Geçirme

Öğretmen, öğrencilerin dikkatini toplamak için neşeli bir şekilde der ki: “Bugün, ısınma sürecini keşfedeceğiz ve bunun nasıl maddenin cinsine, kütleisine ve sıcaklık değişimine bağlı olduğunu göreceğiz! Hazır mısınız?” Sınıf, heyecanla bu yeni keşif için hazır olduğunu hisseder. Öğretmen, deneysel bir yaklaşım benimsediğini ve öğrencilerin hem bilimsel verileri inceleyecek hem de farklı maddelerin nasıl ısındığını gözlemleyeceklerini duyurduğunda, öğrenciler aralarındaki konuşmaları kesip dikkatle öğretmeni dinlemeye başlar. İlk olarak, öğretmen sınıfı beş gruba ayırır. Önceden hazırlanmış olduğu deney ile ilgili gözlemlerini içeren bir yönerge verir bu yönerge içerisinde yapılacak deney ile ilgili gözlem tablosu ve sorular vardır. Gözlem tablosunda sıvıların başlangıç sıcaklıklarından başlayarak 5. Dakikaya kadar olan sıcaklığını gösteren boşluklar vardır. Öğretmen artık deneye başlamak için hazırdır. Öğretmen “Şimdi, bu deneyi yaparken hangi maddede sıcaklık artışının daha hızlı olduğunu görmek için süreyi başlatacağız. Ama unutmayın, maddenin cinsine ve kütleisine bağlı olarak bu artış farklı olacak!” der çünkü öğrencilerin daha dikkatli gözlemler yapması gereklidir. Öğretmen deneyde kullanılacak malzemeler hakkında öğrencilere bilgi verir ve deneyine başlar. Üç tane Özdeş cam kap ve Özdeş ısıtıcılar çıkartır. İlk kaba 250 mL su ikinci kaba 250 mL zeytinyağı üçüncü kaba ise 500 mL su koyar. Öğretmen bu sıvıların başlangıç sıcaklıklarını termometre yardımı ile ölçer ve sınıftaki öğrencilere duyurur öğrenciler ise gözlem tablosunda başlangıç sıcaklıkları olan yeri doldurur. Bu deney eşit sürede yapılacaktır vereceğimiz süre 5 dakikadır. 3. ve 5. dakikalardaki sıcaklıkları ölçmek için öğrenciler çağrılır. Belirtilen dakika için seçilen öğrenciler termometre yardımıyla bu dakikalardaki sıcaklıkları ölçerler ve sınıftaki diğer arkadaşlarına duyururlar. Gruplar bu ölçümleri dinleyerek gözlem tablosundaki boşlukları doldururlar. Deney sonunda bu tablodan hareketle verilen soruları grup olarak hep birlikte düşünüp tartışarak doldurmaları istenir. Daha sonra her gruptan bir kişinin doldurdukları yönergeyi okuması istenir. Öğretmen her gruptaki

fikirleri dinledikten sonra genel bir çıkarımda bulunur ve bir sonraki etkinlik olan “Yaratıcı Termos Tasarımı” etkinliğine geçer.

Öğretmen: “Bir araştırma merkezinde çalışıyorsunuz ve göreviniz, sıcak içecekleri en uzun süre sıcak tutabilecek bir termos tasarlamak. Ancak burada önemli olan, sadece bilimsel veriler değil, tamamen yaratıcı bir tasarım yapmak! Farklı malzemeleri ve şekilleri kullanarak hayalinizdeki termosu oluşturun. Amacımız, bir termosun nasıl çalıştığını ve ısının nasıl korunması gerektiğini anlayarak en yaratıcı tasarımı ortaya koymak. “der ve buradaki tasarım öğrencilerin hayal gücüne bırakılmıştır. Sonra öğretmen etkinlik için gereken malzemeleri kendi masasının üzerine çıkartır. Daha sonra öğrencilere hazırladığı yönergeleri dağıtır. Herkesin bu yönergeyi incelemesini ister. Daha sonra öğretmen yönergede yazan tüm malzemelerin kısaca özelliklerinden bahseder. Öğrenciler bu malzemelerin özelliklerini kendi aralarında düşünerek ve tartışarak nasıl bir tasarım yapacaklarına karar verirler. Ardından her gruptan öğrenciler gelerek tasarımlarında kullanılacak malzemeleri özgürce istediği gibi seçer. Şimdi öğrenciler hayal güçlerini kullanarak termoslarını tasarlamaya başlayabilirler. Öğretmen grupların arasında dolaşarak öğrencilerin ne gibi şeyler yaptıklarını gözlemler. Öğrencilere verilen süre bittikten sonra her gruptan bir öğrencinin sözcü olması istenir ve tahtaya çıkartılır. Grupça düşündükleri ve yaptıkları tasarımı diğer sınıf arkadaşlarına anlatır ve sunar. Daha sonra öğretmen her gruba tasarladıkları termoslar için teşekkür eder.

Uygulama (Mühendislik Tasarım Süreci)

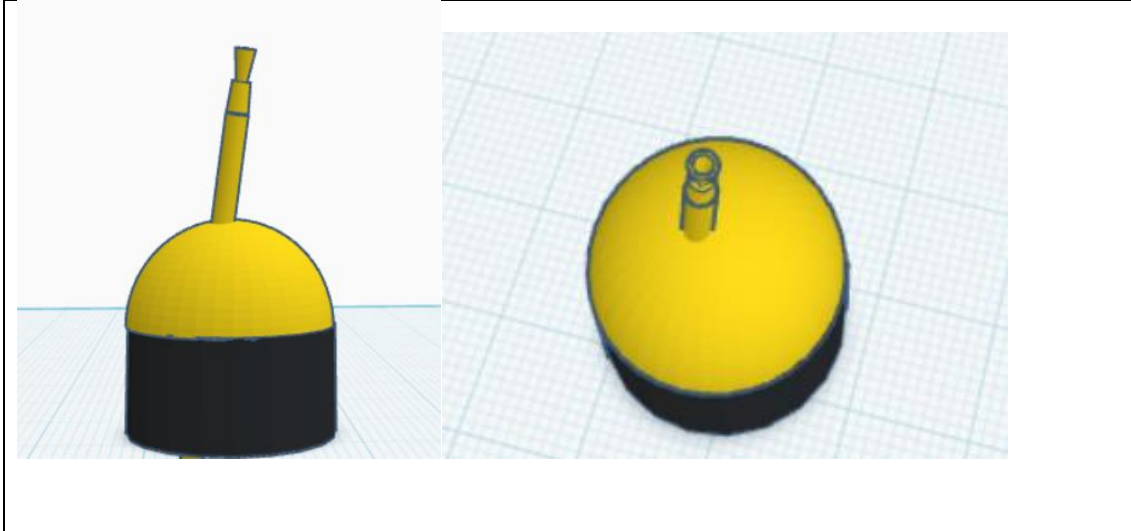
Problemin ya da ihtiyacın belirlenmesi	Bu aşama, öğrencilerin tasarımlarına başlamak için çözmeleri gereken sorunu anlamalarını sağlar. Öğrenciler, sıcak içecekleri uzun süre sıcak tutabilecek bir termos tasarlamakla görevlendirilir. Bu süreçte, termosun ısıyı tutma kapasitesini etkileyen faktörler üzerinde düşünmeye başlarlar. Öğrenciler, termosun hangi malzemelerden yapılması gerektiğini ve şeklinin nasıl olması gerektiğini tartışarak sorunu tanımlarlar. Hangi malzemeler daha iyi ısı yalıtımı sağlar? Termosun şekli, ısının korunmasında nasıl bir rol oynar? Bu sorular,
---	---

	<p>öğrencilerin günlük yaşamdan örnekler kullanarak çözüm aramalarına yol açar. Öğrenciler, bilimsel düşünme becerilerini geliştirerek, tasarımlarını istedikleri gibi yaratarak farklı yollarla çözüm üretirler.</p>
Olası çözümlerin geliştirilmesi	<p>Problemi anladıktan sonra, öğrenciler farklı çözüm önerileri geliştirmeye başlarlar. Bu aşamada, termosun içindeki sıcaklığın korunması için hangi malzemelerin kullanılacağını tartışır. Farklı malzemelerin ısı tutma kapasitesini incelerler ve her birinin avantajlarını tartışarak hangi malzemenin daha iyi ısı yalıtımı sağlayacağını belirlemeye çalışırlar. Öğrenciler, termosun şekli hakkında fikirler üretirler; örneğin, iç kısmında hava boşlukları kullanmanın daha iyi bir ısı yalıtımı sağlamak için nasıl etkili olacağına dair çözümler geliştirirler. Bu süreçte, öğrenciler hayal güçlerini kullanarak çeşitli tasarım fikirleri oluşturur ve her tasarımın daha verimli olabilmesi için üzerinde değişiklikler yaparak pratik çözüm önerileri geliştirirler.</p>
En uygun çözümün belirlenmesi	<p>Bu aşamada, öğrenciler geliştirdikleri tasarımlar arasında en uygun olanı belirlerler. Öğrenciler, ısı yalıtımını etkileyen farklı malzemeler ve tasarımlar arasından, bilimsel düşünme ve mantıklı analizler yaparak en verimli çözümü seçerler. Bu aşama, öğrencilerin bilimsel veriler ışığında mantıklı ve yaratıcı kararlar alabilmelerini sağlar. Tasarımlarını değerlendirirken, hangi malzemelerin daha iyi ısı yalıtımı sağladığını belirlemeye çalışırlar, ancak burada test</p>

yapmadan sadece fikirler ve gözlemlerle en uygun çözümleri tartışarak belirlerler.

Prototipin Yapılması ve Test Edilmesi

Her grup, termos tasarımını tamamladıktan sonra, ellerindeki malzemelerle bu tasarımı somut hale getirir. Şişeler, alüminyum folyo, pamuk, balonlu naylon, karton gibi materyalleri kullanarak termoslarının fiziksel modelini oluştururlar. Prototip yapım aşamasında, termoslarının tasarladıkları özellikleri (örneğin iç katman, yalıtım malzemeleri, dış koruma) tam olarak yansıtması ve grup içinde kararlaştırılan işlevleri yerine getirmesi hedeflenir. Bu süreçte gruplar, malzemeleri doğru ve yaratıcı bir şekilde bir araya getirerek tasarımlarını gerçeğe dönüştürür. Prototipler tamamlandığında, öğretmen her grubu sırayla termoslarını sınıfa tanıtmaya davet eder. Sunum sırasında gruplar, termoslarının tasarımıyla ilgili aldıkları kararları açıklar ve bu kararların nedenlerini anlatır. Örneğin, bir grup alüminyum folyo kullanarak ısıyı yansıtmayı amaçladığını belirtirken, başka bir grup pamukla yalıtımı güçlendirmeyi hedeflediğini ifade edebilir. Öğretmen, termosların hayal edilen tasarıma ne kadar uygun olduğunu gözlemler ve öğrencilerin yaratıcılıklarını nasıl somutlaştırdıklarını değerlendirir. Test aşaması, sunumlar sırasında gerçekleşir. Gruplar, hem kendi prototiplerini değerlendirme fırsatı bulur hem de diğer grupların çözümlerinden yeni fikirler edinir. Bu süreç, öğrencilerin tasarımlarını yeniden düşünmelerine, farklı bakış açılarına görmelerine ve iş birliği içinde öğrenmelerine olanak tanır. Öğrenciler daha sonra Tinkercad kullanarak termoslarının dijital modellerini tasarlar. Bu, öğrencilerin fikirlerini somutlaştırmalarını ve tasarımlarının tüm ayrıntılarını görsel olarak incelemelerini sağlar. Dijital modelleme, öğrencilere mühendislik tasarım süreçlerini dijital ortamda keşfetme fırsatı sunar. Ayrıca, tasarımlarındaki değişiklikleri anında görebilir ve iyileştirebilirler. Sonuç olarak, her termos modeli, öğrencilerin yaratıcı fikirlerini somut bir şekilde ifade ettikleri bir ürün haline gelir ve bu süreç onların problem çözme becerilerini pekiştirir.



İletişim (Değerlendirme)

(Değerlendirme soruları veya rubrik hazırlanabilir.)

Etkinliğimizin sonunda, öğrencilerin öğrendiklerini pekiştirmeleri ve anlamalarını ölçmek için Kahoot üzerinden kısa bir quiz düzenleyeceğiz. Bu quiz, öğrencilerin sıcaklık, ısıtma süreçleri, bağımsız ve bağımlı değişkenler gibi temel kavramları ne kadar iyi anladıklarını değerlendirecek. Sorular, günlük yaşamdan örneklerle desteklenerek öğrencilerin bilgilerini gerçek dünyada nasıl uygulayabileceklerini göstermelerine olanak tanıyacak.

Kahoot, öğrencilere eğlenceli bir ortamda geri bildirim almayı ve öğrenme süreçlerini gözden geçirmeyi sağlar. Ayrıca, öğrencilerin grup içindeki etkileşimlerini artırarak iş birliği yapmalarına yardımcı olur. Bu oyunla hem bireysel olarak hem de grupça öğrencilerin kavrayış seviyelerini gözlemleyerek hangi konularda daha fazla desteğe ihtiyaç duyduklarını belirleyeceğiz.

Bu tarz bir değerlendirme, öğrencilerin katılımını artırır ve öğrenme süreçlerini daha etkileşimli hale getirir.

<https://create.kahoot.it/share/sicaklik/2ecca61c-3574-4cff-abe5-b7ef1009ea1a>

EK 1. YÖNERGE 1.

ZAMAN(DK)	KAP1 (250 ml su)	KAP2 (250 ml zeytinyağı)	KAP3 (500 ml su)
0			
3			
5			



Hangi maddenin sıcaklığının daha fazla arttığını gözlemleyin.



Aynı cins sıvılarda (250 ml ve 500 ml) , kütleinin sıcaklık artışı üzerindeki etkisini karşılaştırın.



Sıcaklık değişiminin maddelerin cinsine ve kütleisine göre nasıl farklılık gösterdiğini analiz edin.



Yaptığımız deneyde bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken veya değişkenler nelerdir, örneklerle açıklayınız.

EK 2. YÖNERGE 2

Etkinlik adı: “Yaratıcı Termos Etkinliği”

Etkinliğin amacı:

Bu etkinlikte, bir termosun sıcak içecekleri nasıl daha uzun süre sıcak tutabileceğini anlamak için yaratıcı bir tasarım geliştireceksiniz. Amacımız sadece bilimsel verileri kullanmak değil, aynı zamanda hayal gücünüzü ortaya koyarak özgün bir termos tasarlamaktır.

Basamaklar:

1. Hazırlık:

• Grup arkadaşlarınızla bir araya gelin ve tasarımınızı planlamadan önce etkinlik masasında bulunan malzemelerin özelliklerini dikkatlice inceleyin.

- Malzemelerin hangi işlevi görebileceğini tartışın:
- Yalıtım (ısının korunması)
- Dış kaplama (koruyucu ve estetik görünüm)
- İç kaplama (sıvının tutulduğu alan)

2. Malzeme Seçimi:

- Her grup tasarımına uygun malzemeleri belirleyerek masadan gerekli miktarda alın.
- Malzemeleri kullanırken israf etmemeye dikkat edin ve paylaşımı önemseyin.

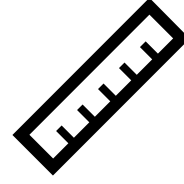
3. **Tasarım:**

- Hayal gücünüzü kullanarak termosunuzu tasarlamaya başlayın.
- Termosunuzun nasıl çalışacağını, hangi malzemelerin hangi işlevi göreceğini grup içinde tartışarak kararlaştırın.

4. **Sunum:**

- Grup sözcüsü, termosun tasarımında kullanılan malzemeleri, bu malzemelerin işlevlerini ve termosun çalışma prensibini sınıf arkadaşlarına açıklayacak şekilde hazırlık yapar.
- Sunum sırasında termosunuzu tanıtarak yaratıcılığınızı ifade edin.

(Malzemeler ve işlevleri arka sayfada yazmaktadır.)



Malzemeler	Amaç ve kullanım alanları
Silindir strafor	Isı yalıtımı sağlamak için içi veya dış kaplama malzemesi olarak kullanılabilir.
Pamuk mendil	İç yüzeyli yumuşak bir tabaka oluşturabilir veya dolgu malzemesi olarak yalıtım sağlayabilir.
Yapıştırıcı	Malzemeleri bir arada tutmak ve tasarımın sağlanmasını da artırmak için kullanılır.
Balonun naylonu	Hava boşlukları sayesinde yalıtımı güçlendirmek için kullanılır.
Alüminyum folyo	Isıyı yansıtıcı özelliği ile iç kaplamalı veya yalıtım tabakasında kullanılır.
Su şişesi	Sıvının sunulacağı ana yapı olarak kullanılır.
Karton	Dış kaplama veya destek malzemesi olarak tasarıma dahil edilebilir.
Makas	Malzemelerin kesilip şekillendirilmesinde kullanılır.
Bant	Malzemeleri birleştirmek ve yapıyı sabitlemek için kullanılır.
Kumaş	Hem dış kaplama hem de dekoratif bir görünüm sağlamak için kullanılabilir.
Renkli kalemler	Tasarıma estetik bir dokunuş katmak için dış kaplamada kullanılır.
Köpük karton bir yer	Hafifliği ve yalıtımı özellikleri sayesinde iç veya dış kaplamada kullanılabilir.

EK B.3: 2.Örnek öğretmen adaylarının hazırladığı ders planı

DERS PLANI ŞABLONU

Etkinlikle ilgili Temel Bilgiler
Öğrenci İsimleri: Öğrenci Numaraları: Grup Adı: Optik Tasarımcılar
Etkinliğin Adı: Ayna Futbolu - Stratejiyle Kaleye!
Etkinliğin Konusu: Işığın Yansıması ve Ayna Çeşitleri Etkinliğin Süresi: 40 dakika
Etkinliğin Sınıf Düzeyi: 6. Sınıf
Anahtar Kavramlar: Yansıma, gelen ışın, yansıyan ışın, yüzey normali, gelme açısı, yansıma açısı, düz ayna , çukur ayna, tümsek ayna, soğurma
Güvenlik Önlemleri: Aynalar kırılabilir olduğu için dikkatli kullanılmalıdır. Kırılma durumunda öğretmen hemen müdahale etmeli ve kırık parçalar güvenli bir şekilde toplanmalıdır. Küçük yaş grupları için aynaların kenarları bantlanabilir veya koruyucu bir kaplama ile kaplanabilir. Makas ve diğer kesici aletler güvenli bir şekilde kullanılmalıdır. Küçük yaş grupları için yuvarlak uçlu makaslar tercih edilmelidir.
STEM KAZANIMLARI: Bu dersin sonunda öğrenciler, S Günlük hayattaki ayna çeşitlerine ilişkin bilimsel çıkarımlar yapabilecek. T Ayna çeşitlerini kullanarak bir problem çözümüne yönelik tasarım yapabilecek. E Ayna çeşitlerinin özelliklerini dikkate alarak bir yol haritası tasarlayabilecek. M Işığın yansıma açısını ölçer ve değerlendirebilecek.
Etkinlikle ilgili Kazanımlar
Etkinliğin Fen Bilimleri Dersi Kazanımları: FB.6.4.2.1. Günlük hayattaki ayna çeşitlerine ilişkin bilimsel çıkarım yapabilme. FB.6.4.1.1. Işığın farklı yüzeylerdeki yansıma olaylarına ilişkin bilimsel çıkarım yapabilme.
Etkinliğin Matematik Dersi Kazanımları:

M.6.1.7.1: Çoklukları karşılaştırmada oran kullanır ve oranı farklı biçimlerde gösterir.

M.7.3.4.1: Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümünü çizer.

M.1.3.1.3. Bir nesnenin uzunluğunu standart olmayan ölçme birimleri türünden tahmin eder ve ölçme yaparak tahminlerinin doğruluğunu kontrol eder.

M.2.2.1.4. Uygun bilgi ve iletişim teknolojileri ile yapılacak etkileşimli çalışmalara yer verilebilir.

M.5.3.1. Temel geometrik çizimler için matematiksel araç ve teknolojiden yararlanabilme

Etkinliğin Teknoloji-Tasarım Dersi Kazanımları:

TT.7.B.1.1: Tasarım sürecinin bir problem tanımlama ve çözüm önerme süreci olduğunu söyler.

TT.7.B.1.3: Belirlediği probleme yönelik geliştirdiği çözüm önerisini paylaşır.

TT.7.D.1.4: Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.

TT. 8. B. 1. 2. Taslak çizimlerini bilgisayar yardımıyla üç boyutlu görsellere dönüştürür.

TT. 8. C. 3. 1. Mühendislik ve tasarım ilişkisini ifade eder.

TT. 8. C. 3. 3. Mühendislik tasarım sürecindeki sınırlılıkları değerlendirir.

TT. 8. C. 3. 4. Mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir ürün tasarlar

Kullanılan Öğretim Strateji, Yöntem-Teknikleri: STEM (kullanmak istediğiniz diğer teknikler)

Bilimsel Gözlem, Eleştirel düşünme ,Çözümleme ,Yapılandırma , STEM öğrenme yaklaşımı, problem çözme, tartışma, işbirlikli öğrenme ,soru-cevap, anlatım, mühendislik tasarım basamakları

Etkinlikte Kullanılan Malzemeler:

Etkinlik 1:

1 adet ayna, 1 adet çukur ayna, 1adet tümsek ayna, 1 adet kırmızı lazer (futbol topunun içine yerleştirilecektir), büyük bir karton (futbol sahasının zeminini hazırlamak için),1 adet fotoblok, renkli dil çubukları (kale yapmaları için), 1 adet silikon, portakal filesi (kalenin arka filesini yapmak için), renkli kalemler, cetvel, makas

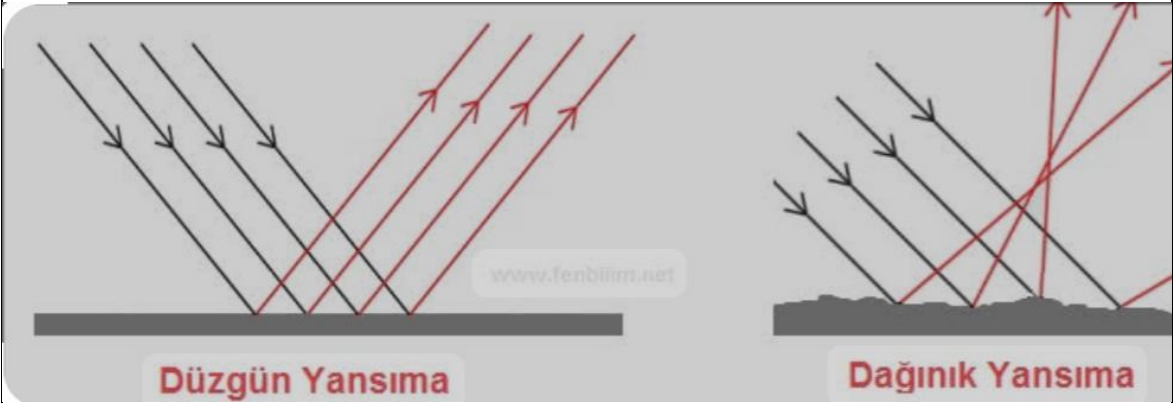
Etkinlik 2:

Mum(2 tane), cam, çakmak

Dersin İşlenişi

Giriş- Ön Bilgileri Yoklama ve Merak Uyandırma

Öğretmen derse geldiğinde ilk olarak öğrencilere selam verir ve günlerinin nasıl geçtiğini sorar. Öğrencilerin cevaplarını aldıktan sonra yeni konu olan ışığın yansıması ve renkler konusuna giriş yapar. Öğretmen derse şu sözler ile başlar. **“Sizce karanlıkta iyi görememizin sebebi nedir?”** Öğretmen gelen cevapları dinler ve yeni bir soru yönlendirir. **“Deniz ve okyanusları mavi görmemizin sebebi sizce ne olabilir.”** Öğretmen gelen cevapları dinledikten sonra şu açıklamayı yapar. **“Güneş, ampul gibi ışık kaynağından çıkan ışık herhangi bir yüzeye çarpıp geri döner işte bu olaya ışığın yansıması denir. Pekiz sizce ışığın yansıması olayı kaçaya ayrılır?”** Öğretmen öğrencilerden gelen cevapları dinledikten sonra şu şekilde açıklama yapar. **“Işığın yansıması olayının düzgün yansıma ve dağınık yansıma olarak ikiye ayrıldığını söyler ve düzgün yansıma ile dağınık yansımanın neler olduğunu açıklar. Düzgün yansıma da ışığın, pürüzsüz bir yüzeye çarptığında, tüm ışınların aynı yönde geri döndüğünü; Dağınık yansıma da ise ışığın pürüzlü bir yüzeye çarptığında, ışınların farklı yönlere saçıldığını söyler.**



Daha sonra bir deney ile devam eder. İki mumu masa üzerine yerleştirir. Araya iki muma da eşit uzaklıkta olacak şekilde cam koyulur. Bir mumu yakılır ve diğer mumun yanıyor gibi gözüküp gözükmediğine bakılır.



Öğrenciler ile kısa bir durum değerlendirilmesi yapıldıktan sonra diğer konumuz olan aynalar konusuna giriş yapılır. Öğretmen ilk olarak öğrencilere şu soruyu sorar.

"Günlük yaşamda aynaları nerelerde kullanıyoruz?" Gelen cevapları dinledikten sonra **"Peki sizce kaç çeşit ayna vardır?"** Diye başka bir soru daha yönlendirir. Öğrencilerin verdiği cevapları değerlendirir ve 3 çeşit ayna olduğunu ve bunların da düz, tümsek ve çukur aynalar olduğunu açıklar. Son olarak ise **"Düz, çukur ve tümsek aynaların özelliklerini hatırlıyor musunuz?"** diye bir soru yönlendirir ve öğrencilerden gelen cevapları dinledikten sonra öğretmen şu açıklamaları yapar.

Öğretmen, düz aynayı sınıfa gösterir ve bir nesneyi aynanın önüne koyar ve öğrencilere şu soruyu yöneltir. **"Sizce bu aynada görüntü nasıl görünüyor? Boyutunda bir değişiklik var mı?"**

Öğretmen öğrencilerden gelen cevapları dinler ve **"Düz ayna görüntüyü net ve aynı boyutta gösterir."** Diye açıklar.



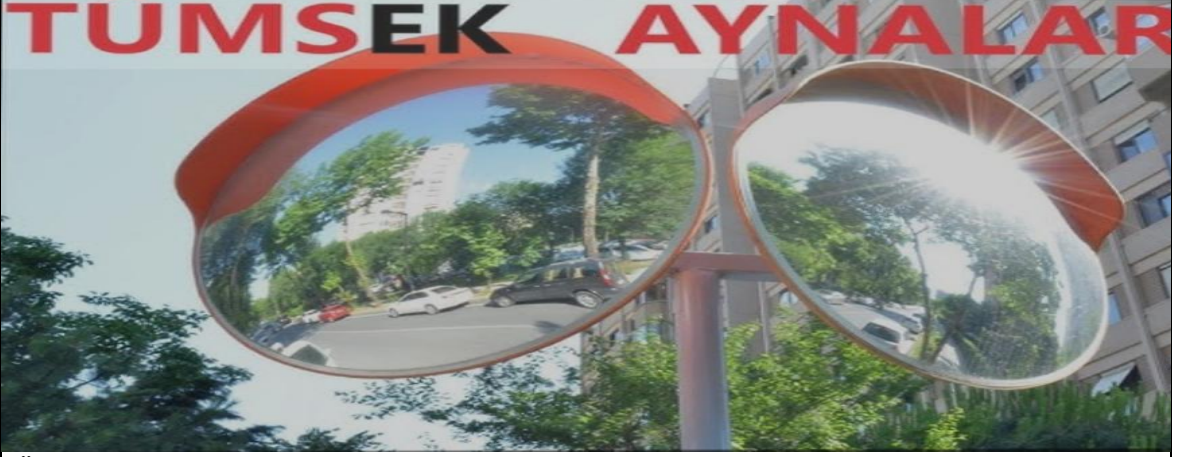
Aynı şekilde çukur aynayı alır ve aynı nesneyi aynanın önüne koyar.

Nesneyi aynaya yaklaştırıp uzaklaştırarak görüntünün nasıl büyüdüğünü veya küçüldüğünü gösterir ve çukur aynanın özelliğini açıklar. “**Çukur ayna ışığı toplar bu yüzden de nesneyi daha büyük bir şekilde gösterir.**” Daha sonra ise öğrencilere bir soru yöneltir. “**Peki sizce çukur aynayı günlük hayatta nerelerde kullanıyoruz.**” Öğrencilerin verdiği örnekleri dinler ve eğer çok örnek verilmez ise öğretmen de birkaç örnek söyler.



Öğretmen son olarak ise aynı nesneyi bu sefer tümsek aynanın önüne koyar ve nesnenin boyutunun nasıl değiştiği gözlemlenir. Gözlemler sonucu görüntünün küçüldüğü ve geniş bir alanı gösterdiği anlaşılır. Bu durumda öğretmen şu soruyu yöneltir. “**Sizce tümsek aynada görüntü neden küçülür?**” Öğretmen gelen cevapları dinledikten sonra sebebini açıklar. “**Çünkü tümsek aynaya paralel gelen ışınlar aynaya çarptıktan sonra**

dağılarak yansır.” Ve bir soru daha yönlendirir. “Peki sizce tümsek aynayı günlük hayatta nerelerde kullanırız?” Öğretmen öğrencilerin verdiği örnekleri dinler ve eğer az örnek verildi ise kendisi de birkaç örnek verir.



Öğretmen daha sonra ise yapacağı etkinliğe geçer ve sınıf düzenini etkinliğe göre ayarlar.

Dikkat Çekme/ Güdüleme/ Gözden Geçirme

Öğretmen, öğrencilerin derse olan ilgilerini çekmek, meraklarını arttırmak ve güdülemek amacıyla bir kaç fotoğraf ve video gösterir.





<https://images.app.goo.gl/J8Z7VW5y9WqM2kJV9>

Uygulama (Mühendislik Tasarım Süreci)

Problemin ya da ihtiyacın belirlenmesi

Öğretmen bu aşamada sınıfı 4 gruba ayırır. Her gruba EK-1 de yer alan yönerge dağıtılır. Her grup yönerge doğrultusunda istişare ederek ve

	<p>gerekli noktalarda tartışarak istenilen sonucu elde etmeye çalışır.</p> <p>Öğrencilere şu görev verilir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Futbol topunu (ışık kaynağını) başlangıç noktasından kaleye ulaştırmak için bir yol haritası tasarlayın." • "Aynaları, topun (ışığın) yönünü değiştirmek için kullanın." • "Yol boyunca engelleri aşmak için aynaların özelliklerinden faydalanın."
<p>Olası çözümlerin geliştirilmesi</p>	<p>Öğrencilerin bu aşamada öncelikle problem durumuna ilişkin olası çözümleri geliştirmesi istenir. Bu aşamanın yönergedeki adımları takip ederek yapılması istenir. Ardından grupların problemin olası çözümleri için fikir alışverişi yaparak futbol topunu(ışığı) kaleye ulaştırmaları istenir.</p>
<p>En uygun çözümün belirlenmesi</p>	<p>Grupların geliştirdikleri fikirler doğrultusunda hazırladıkları etkinlikler sınıfa sunulur ve en uygun çözüm yolları belirlenir. Yönergede yer alan değerlendirme kriterlerine göre her grup diğer sınıf arkadaşları ve öğretmenleri tarafından değerlendirilir. En iyi grup ödüllendirilir.</p> <p>(Bu sayede öğrenciler fikirlerini kendileri geliştirdikleri için gösterip yapmaktan ziyade hayal güçleri ile kendileri bir sonuca ulaşmaya çalışır. Grup içerisinde fikir alışverişi olur. Grup üyeleri beyin fırtınası yaparak en iyi sonuca ulaşmaya çalışır. Ayrıca grup içerisinde yardımlaşma ve dayanışma da gerçekleşir.)</p>
<p>Temel Araç-Gereç Materyal ve Kaynakla</p>	

Etkinlik 1:

1adet düz ayna

1adet çukur ayna

1adet tümsek ayna

1adet kırmızı lazer (futbol topunun içine yerleştirilecektir)

Büyük bir karton (futbol sahasının zeminini hazırlamak için)

1adet fotoblok

Renkli dil çubukları (kale yapmaları için)

1adet silikon

Portakal filesi (kalenin arka filesini yapmak için)

Renkli kalemler, cetvel, makas

Etkinlik 2:

Mum(2 tane)

Cam

Çakmak

Prototipin Yapılması ve Test Edilmesi**ETKİNLİK 1:**

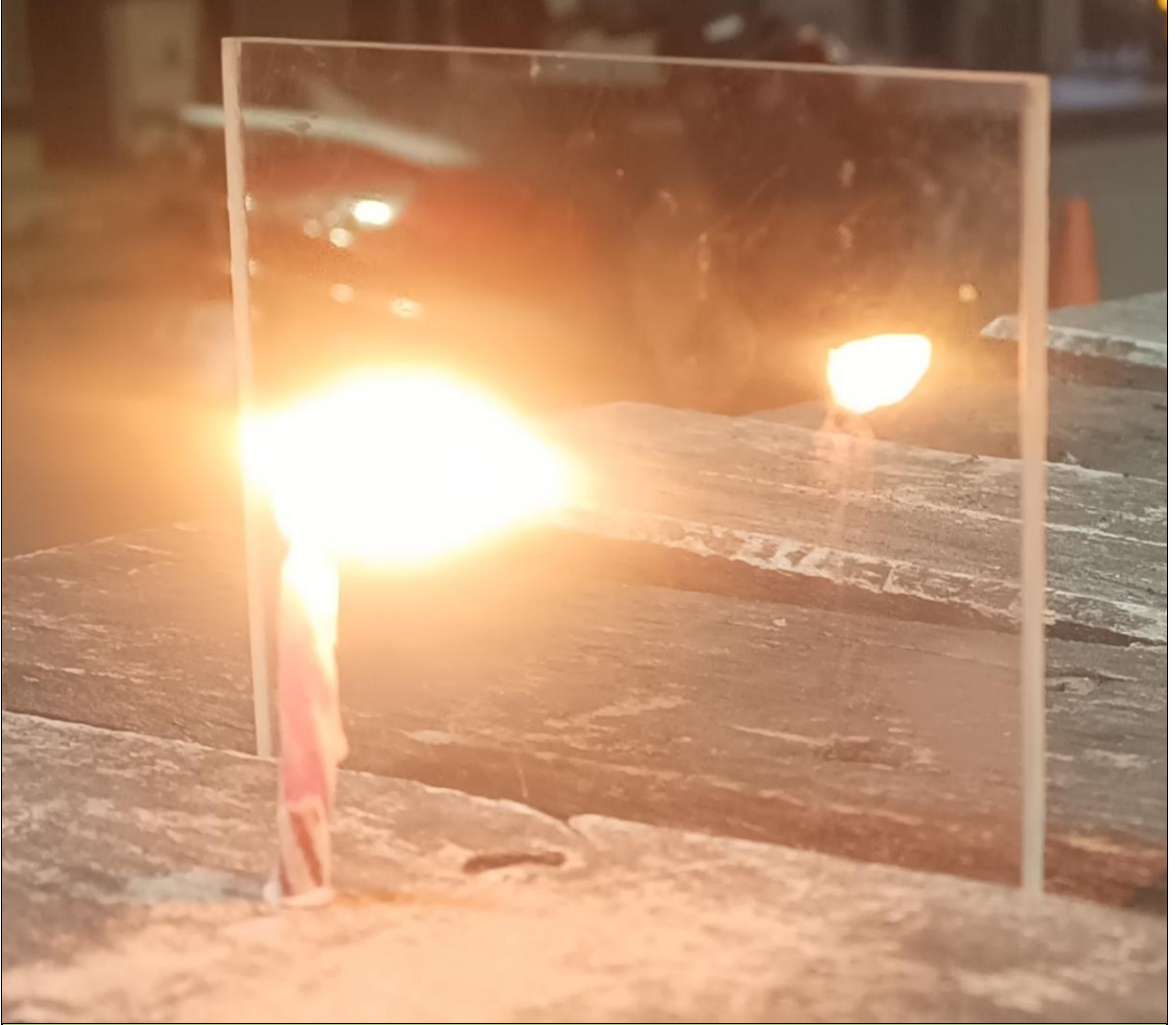
Öncelikle sınıftaki öğrenciler 4 gruba ayrılır. Her gruba etkinlik kağıdı dağıtılır ve grup içerisinde fikir alışverişinde bulunarak probleme çare olarak kendi yaratıcılık ve mühendislik becerilerini kullanarak bir model yapılması istenir. Ve modelin aynısını algodoo uygulaması üzerinden animasyonu yapılması istenir. Her grubun yaptığı animasyon sınıfa getirilip izletilmesi istenir.



ETKİNLİK 2:

Etkinlik öğretmen tarafından bütün sınıfa anlatılır. Öğretmen etkinlik için sınıftan bir öğrenci seçer. Tahtaya çıkartır. Tehlikeli olan noktalarda öğretmen yardımcı (örnek:

mumu yakmak) . Kalan kısımlarda ise etkinliği öğrenciye yaptırarak etkinlikte neler olduğunu sınıfa anlatır. Öğrencilerden gelen soruları cevaplar.



İletişim (Değerlendirme)

(Değerlendirme soruları veya rubrik hazırlanabilir.)

Hazırladığımız değerlendirme soruları ile öğrencinin konuyu kavrama ve öğrenme seviyesi oyunlaştırılmış bir şekilde ölçülecektir. Bu sayede öğrenci sıkılmadan soruları yanıtlar ve daha doğru sonuçlar elde etmiş oluruz.

<https://wordwall.net/resource/83783685>



EK: 1

Yönerge Kağıdı: Ayna Futbolu – Stratejiyle Kaleye!

Etkinlik Adı:

Ayna Futbolu: Stratejiyle Kaleye!

Amaç:

Bu etkinlikte, düz, çukur ve tümsek aynaların yansıtma özelliklerini kullanarak bir futbol topunu (ışık kaynağını) başlangıç noktasından kaleye ulaştırmanız beklenmektedir. Aynaların özelliklerini stratejik bir şekilde kullanarak yaratıcı bir yol haritası tasarlayacaksınız.

Malzemeler:

Her grup için:

- 1 adet düz ayna
- 1 adet çukur ayna
- 1 adet tümsek ayna
- 1 adet kırmızı lazer (futbol topunun içine yerleştirilecektir)
- Büyük bir karton (futbol sahasının zeminini hazırlamak için)
- 1 adet fotoblok
- Renkli dil çubukları (kale yapmaları için)
- 1 adet silikon
- Portakal filesi (kalenin arka filesini yapmak için)

- Renkli kalemler, cetvel, makas

Görev:

1. Kırmızı lazeri (futbol topunu) başlangıç noktasından kaleye ulaştırmak için bir yol haritası tasarlayın.
2. Aynaları, lazerin yönünü değiştirmek için kullanın.
3. Aynaların özelliklerini (düz, çukur, tümsek) stratejik bir şekilde kullanarak hedefe ulaşın.

Kurallar:

- Her grup en az bir düz, bir çukur ve bir tümsek ayna kullanmalıdır.
- Lazer en az 3 kez yön değiştirmelidir.
- Çizim tamamlandıktan sonra, lazerle (futbol topunun içindeki lazer) tasarım test edilecektir.
- En yaratıcı ve işlevsel tasarım ödüllendirilecektir.

Ödül:

En yaratıcı tasarımı yapan gruba 1 kilo fındık verilecektir.

Etkinlik Süresi: Etkinliğin tamamı 30 dakika olacaktır.

Değerlendirme Kriterleri:

- **Yaratıcılık:** Tasarımın özgünlüğü ve hayal gücüne dayalı olması.
- **İşlevsellik:** Lazerin kaleye ulaşması.
- **Aynaların Kullanımı:** Düz, çukur ve tümsek aynaların doğru ve etkili bir şekilde kullanılması.
- **Grup Çalışması:** Tüm grup üyelerinin etkin katılımı.

Notlar

- Tasarımınızı test ederken dikkatli olun ve aynaları güvenli bir şekilde kullanın.
- En yaratıcı ve işlevsel tasarım için sınıf oylaması yapılacaktır.
- Etkinlik sonunda, aynaların günlük hayattaki kullanım alanları hakkında kısa bir tartışma yapılacaktır.

Ödev:

Yaptığınız bu çalışmayı Algodoo uygulamasında simülasyonunu hazırlamanız ve haftaya derste sınıfta akıllı tahtada sınıfa göstermeniz gerekmektedir.

EK C: Ölçekler için alınan izinler

Buse Güler 09:04 (4 saat önce) ☆ 😊 ↩ ⋮
Alıcı:
Sayın Hocam,
Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Eğitimi bölümünde yüksek lisans öğrencisiyim. Geçerlilik ve Güvenirlilik çalışmasını yaptığınız Bilimsel Yaratıcılık Testini izniniz olursa tezimde sizi de referans göstererek kullanmak istiyorum. Şimdiden teşekkür ederim.
Saygılar

h 09:42 (3 saat önce) ☆ 😊 ↩ ⋮
Alıcı: ben
Buse hocam merhaba, ölçeği kullanabilirsiniz. İyi çalışmalar diliyorum.
Dr. Huriye Deniz Çeliker
Buse Güler : sunuları yazdı (4 Haz 2024 08:57):

Buse Güler 3 Haz Pzt 14:48 (22 saat önce) ☆ 😊 ↩ ⋮
Alıcı: mustafacevik
Sayın Hocam,
Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Eğitimi bölümünde yüksek lisans öğrencisiyim. 2019 yılında yapmış olduğunuz "Çok Boyutlu 21.yüzyıl becerileri ölçeği: Geçerlilik ve Güvenirlilik Çalışması" için geliştirdiğiniz ölçeği izniniz olursa tezimde sizi de referans göstererek kullanmak istiyorum. Şimdiden teşekkür ederim.
Saygılar

Mustafa Çevik 3 Haz Pzt 15:24 (22 saat önce) ☆ 😊 ↩ ⋮
Alıcı: ben
Merhabalar ölçeği bilimsel etik kuralları çerçevesinde kullanmanızda bir sakınca yoktur. İyi çalışmalar dilerim
----- Orijinal Mesaj -----
Kimden: Buse Güler
Kime
Gönderilenler: Mon, 03 Jun 2024 14:48:34 +0300 (TRT)
Konu:

Buse Güler 16:58 (5 saat önce) ☆ 😊 ↩ ⋮
Alıcı: emre.savas
Sayın Hocam,
Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Eğitimi bölümünde yüksek lisans yapmaktayım. " Akran öğretimi destekli bilimsel süreç becerileri laboratuvar yaklaşımının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi" yüksek lisans tezi için türkçeye uyarlanmış olduğumuz "Bilimsel Süreç Becerileri" ölçeğini izniniz olursa tezimde sizi de referans göstererek kullanmak istiyorum.
Saygılar.

Emre Savaş 20:52 (2 saat önce) ☆ 😊 ↩ ⋮
Alıcı: ben
Merhabalar hocam,
Tabi ki kullanabilirsiniz, YOK tez sayfasında erişme açık ve kullanımına ilişkin bir talimat da tez içerisinde sunulmuştur.
İyi çalışmalar dilerim.
Emre SAVAŞ

EK D: Etik kurul onay belgesi

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ ETİK KOMİSYONU
ONAY BELGESİ

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Öğretim Üyesi Doç. Dr. Ayberk BOSTAN SARIOĞLAN'ın danışmanlığını yürütmüş olduğu; 202212673004 numaralı Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans öğrencisi Buse GÜLER'in "STEM Temelli Laboratuvar Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık, Bilimsel Süreç ve 21. Yüzyıl Becerilerine Etkisi" başlıklı tez çalışmasının alan araştırması veri toplayabilmesi için etik kurul onay belgesi isteği komisyonumuzca değerlendirilmiş ve etik açıdan uygun bulunmuştur. 29.08.2024

Komisyon Başkanı
Prof. Dr. Zafer ASLAN

Prof. Dr. Baki ÇİÇEK
Üye

Prof. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA
Üye

Prof. Dr. Nursen AZİZÖĞLU
Üye

Prof. Dr. Ruhan BÉNLİKAYA
Üye

EK E: Laboratuvar kullanım izni

Evrak Tarih ve Sayısı: 13.06.2024-E.394026



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Necatibey Eğitim Fakültesi Dekanlığı



Sayı : E-52899066-105.04.03.01-394026
Konu : Laboratuvar Kullanım İzni

13.06.2024

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ BÖLÜM BAŞKANLIĞINA

İlgi : 13.06.2024 tarihli ve 68893181/105.04.03.01/393919 sayılı yazı.

Bölümünüz Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı öğretim üyesi Doç.Dr.Ayberk BOSTAN SARIOĞLAN'ın danışmanlığını yaptığı Buse GÜLER'in yüksek lisans tez çalışması kapsamında 2024-2025 eğitim-öğretim yılı Güz yarıyılı "Fen Öğretimi Laboratuvar uygulamaları-I" dersi kapsamında Fen Bilgisi Programı öğretmen adayları ile Ekim 2024-Ocak 2025 tarihleri arasında uygulama yapma talebi Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. İbrahim AYDIN
Necatibey Eğitim Fakültesi Dekanı

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Buse GÜLER

Doğum tarihi ve yeri :

e-posta :

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/ Fen Bilgisi Eğitimi	2025
Lisans	Bursa Uludağ Üniversitesi/ Fen Bilgisi Öğretmenliği	2022
Lise	Karesi Atatürk Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	2018

Bostan Sarıoğlan, A. ve Güler, B. (2023). 5.Sınıf Biyoçeşitlilik Konusunda Argümantasyon Temelli Geliştirilen Öğretim Önerisi. 3. Uluslararası Trakya Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 25-26 Kasım 2023, Edirne

Bostan Sarıoğlan, A. ve Güler, B. (2023). 6.Sınıf Sesin Madde ile Etkileşmesi Konusunun STEM ile Öğretimine Yönelik Örnek. 3. Uluslararası Trakya Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 25-26 Kasım 2023, Edirne

Bostan Sarıoğlan, A. ve Güler, B. (2024). Fen Eğitiminde Yeni Nesil Sorular (Ed. F. Gürbüz). Fen eğitiminde Dönüşüm: Teknoloji, Mantık ve Eğilimler, İksad Yayınevi

Bostan Sarıoğlan, A. ve Güler, B. (2025). STEM Temelli Laboratuvar Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi. 5.Uluslararası Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi, Balıkesir [Tezden türetilmiştir]

Güler, B., Akıncı, F., Ürek, H. ve Sarıoğlan, A. (2024). Öğretmen Adaylarının Web 2.0 Araçları Kullanım Yeterliliklerine İlişkin Nicel Bir Çalışma: Necatibey Eğitim Fakültesi Örneği. 10. Uluslararası Başöğretmen Eğitim ve Yenilikçi Bilimler Kongresi, Ankara