



T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

STEM SOS MODELİNİN 7. SINIF FEN BİLİMLERİ DERSİNDE
ÖRNEK BİR UYGULAMASI: IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NEJMETTİN YILDIRIM

Malatya, 2025



T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

STEM SOS MODELİNİN 7. SINIF FEN BİLİMLERİ DERSİNDE
ÖRNEK BİR UYGULAMASI: IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NEJMETTİN YILDIRIM

Danışman
Prof. Dr. Nevzat BAYRİ

Malatya, 2025

	KABUL ONAY FORMU	Doküman No	
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ		Yayın Tarihi	
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ		Revizyon No	
		Revizyon Tarihi	
		Sayfa No	

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

**STEM SOS MODELİNİN 7.SINIF FEN BİLİMLERİ DERSİNDE ÖRNEK
BİR UYGULAMASI: IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Nevzat BAYRİ

HAZIRLAYAN
NEJMETTİN YILDIRIM

Jürimiz tarafından 21.01.2025 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda bu tez **oybirliği** ile başarılı bulunarak **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı** Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri, Unvanı Adı Soyadı

İmza

1. Doç.Dr. Hasan BAKIRCI

.....

2. Doç.Dr. Nail İLHAN

.....

3. Prof.Dr. Nevzat BAYRİ

.....

O N A Y

Bu tez, İnönü Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve/..... sayılı kararıyla da uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Eyüp İZCİ
Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Prof. Dr. Nevzat BAYRI danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığım ‘‘Stem Sos Modelinin 7.Sınıf Fen Bilimleri Dersinde Örnek Bir Uygulaması: Işığın Madde ile Etkileşimi’’ başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın, tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün yapıtların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Nejmettin YILDIRIM

ÖNSÖZ

Akademik çalışmalarımın başlangıcı ve ilerleyen yıllarımda bana büyük getiriler sağlayacağına inandığım bu çalışmamda, bilgi birikimi, hayat tecrübesi ve kişiliği ile her zaman örnek aldığım, güvenini hep yanımda hissettiğim değerli tez danışmanım Prof. Dr. Nevzat BAYRI'ye yardımlarından ve bu tezin tamamlanmasında gösterdiği titiz çalışmalarından dolayı şükranlarımı sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca engin bilgileri ve tecrübeleriyle bana her konuda cesaret veren ve desteğini her zaman arkamda hissettiğim değerli hocam Doç. Dr. Nail İLHAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmalarında bana akademik anlamda her konuda destek sağlayan, bilgisini, hoşgörüsünü ve güler yüzünü hiç eksik etmeyen arkadaşlarım Hamza Erdem ŞİŞMAN, Ziya KART, Mustafa ERKEN, Devrim ERTUĞRUL, Kadir DEMİRKAYNAK, İrfan GÜMÜŞ, Gazi ŞAHİN, Tuba GÜLER, Duygu NAZALI, Ahmet Zeki MIZIKACI, Cihan DUMAN'a tüm yardımları için teşekkürlerimi sunarım.

Okul müdürüm Hikmet ALTINOK'a, deneysel çalışmamda bana yardımcı olan Fen Bilimleri Öğretmeni Ceren ÖNCEL'e ve sevgili öğrencilerime en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında ve aldığım bütün kararlarda yanımda olan, beni sürekli destekleyen ve yüksek lisansa başlamamı sağlayan sevgili eşim Çiğdem YILDIRIM'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

STEM SOS MODELİNİN 7. SINIF FEN BİLİMLERİ DERSİNDE ÖRNEK BİR UYGULAMASI: IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ

YILDIRIM, Nejmettin

Yüksek Lisans, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nevzat BAYRİ

OCAK 2025, x+105 sayfa

Bu araştırmada STEM SOS modeline uygun hazırlanan etkinliklerle yürütülen fen dersinin, öğrencilerin akademik başarı ve STEM'e yönelik tutum üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmanın araştırma grubunu; 2023-2024 eğitim öğretim yılında Malatya ilinde ortaokulda öğrenim gören, 7. sınıf fen bilimleri dersi alan, kontrol ve deney grubu olmak üzere 2 şubede öğrenim gören toplam 42 öğrenci oluşturmaktadır. Deney grubu dersleri STEM SOS modeli etkinlikleriyle gerçekleştirmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen başarı testi ve STEM tutum ölçeği kullanılmıştır. Araştırmada elde edilen veriler SPSS yazılım programında analiz edilmiştir. Betimsel istatistiklerin yanı sıra veriler kestirimsel istatistik (Mann-Whitney U ve Wilcoxon sıralı işaretler testi) yöntemleri ile analiz edilmiştir. Araştırma bulgularında öğrencilerinin başarı ve STEM ön test puanlarında anlamlı bir fark olmadığı görülürken başarı ve STEM son test puanlarında ise deney grubu lehine anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır. Mevcut çalışmada gerçekleştirilen STEM SOS etkinlikleri öğretmenler ve araştırmacıların faydalanacağı bir kaynak olarak kullanılabilir.

Anahtar Sözcükler: STEM SOS, Ortaokul öğrencileri, Akademik Başarı Testi

ABSTRACT

AN EXAMPLE APPLICATION OF THE STEM SOS MODEL IN 7TH GRADE SCIENCE CLASS: INTERACTION OF LIGHT WITH MATTER

YILDIRIM, Nejmettin

**Master's Degree, Department of Mathematics and Science
Education Science Education**

Thesis Advisor: Prof. Dr. Nevzat BAYRI

January 2025, x+105 pages

This study aims to examine the impact of science lessons conducted with activities designed according to the STEM SOS model on students' academic achievement and attitudes toward STEM. A quasi-experimental research method was used in this study. The research group consists of a total of 42 students studying in two different sections—control and experimental groups—who were enrolled in the 7th-grade science course at a middle school in Malatya during the 2023-2024 academic year. The experimental group received lessons using STEM SOS model activities. As data collection tools, an achievement test developed by the researcher and a STEM attitude scale were used. The data obtained in the study were analyzed using the SPSS software program. In addition to descriptive statistics, the data were analyzed using inferential statistical methods (Mann-Whitney U and Wilcoxon signed-rank tests). The research findings indicated that there was no significant difference in students' pre-test scores for achievement and STEM attitudes, whereas a significant difference in favor of the experimental group was found in the post-test scores. The STEM SOS activities implemented in this study can serve as a valuable resource for teachers and researchers.

Keywords: STEM SOS, Secondary School Students, Academic Achievement test.

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ	i
ÖNSÖZ	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
KISALTMALAR LİSTESİ	xii

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	3
1.3. Araştırmanın Önemi.....	4
1.4. Problem Cümlesi	6
1.4.1. Alt Problemler.....	6
1.5. Sayıtlar (Varsayımlar)	6
1.6. Kapsam ve Sınırlandırmalar.....	6
1.7. Tanımlar	7

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. STEM Eğitimi	8
2.1.1. STEM Öğretme-Öğrenme Modelleri	12
2.1.1.1. Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı.....	12
2.1.1.1.1. STEM Eğitimi ve Proje Tabanlı Öğrenmenin Özellikleri.....	14
2.1.1.2. Araştırma ve Sorgulama Temelli Öğrenme.....	17
2.1.1.3. STEM Students On the Stage (SOS) Modeli.....	20
2.2. STEM Eğitiminin Farklı Ülkelerdeki Durumu.....	25
2.2.1. Ülkemizde ve Dünyada STEM	27
2.3. STEM Eğitiminin Tarihsel gelişimi	31
2.4. STEM Eğitiminin Önemi	32
2.4.1. STEM Eğitiminin Yararları	34
2.5. Fen Eğitimi ve STEM	35
2.6. STEM Eğitimi İle İlgili Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar.....	37

2.7. STEM Eğitimi İle İlgili Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar	40
--	----

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli.....	45
3.2. Çalışma Grubu.....	45
3.3. Veri Toplanma Araçları	46
3.3.1. Akademik Başarı Testi.....	46
3.3.1.1. Akademik Başarı Testi nedir, nasıl hazırlanır, Fen bilimleri eğitiminde önemi ve bazı akademik başarı testi örnekleri	467
3.3.2. STEM Tutum Ölçeği.....	50
3.4. Uygulama Süreci	52
3.5. Verilerin Analizi.....	57

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Araştırmanın Nicel Bulguları.....	59
4.1.1. Deney ve kontrol gruplarındaki 7. Sınıf öğrencilerin başarı, STEM ön test puanları arasında fark var mıdır?.....	59
4.1.2. Deney ve kontrol gruplarındaki 7. Sınıf öğrencilerin başarı, STEM son test puanları arasında fark var mıdır?.....	60
4.1.3. Deney grubundaki 7. Sınıf öğrencilerinin STEM ön test ile son test puanları arasında fark var mıdır?	61
4.1.4. Kontrol grubundaki 7. Sınıf öğrencilerinin STEM ön test ile son test puanları arasında fark var mıdır?	61
4.1.5. Hem deney hem de kontrol grubundaki 7. Sınıf öğrencilerinin başarı ön test, son test ve kalıcılık puanları arasında fark var mıdır?	62

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma ve Sonuç	63
5.1.1. Akademik Başarı Testi’nden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Sonuç ve Tartışma	64
5.1.2. STEM Tutum Ölçeğine Ait Bulgulara Yönelik Sonuç ve Tartışma	66
5.2. Öneriler	67

KAYNAKLAR	68
EKLER	83
EK 1: Etik Kurul Araştırma İzni	85
EK 2: Meb Araştırma İzni	86
EK 3: Stem'e Yönelik Tutum Ölçeği.....	87
EK 4: STEM SOS Etkinlikleri	89
EK 5: Akademik Başarı Testi	99



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Stem Eğitimi ve Proje Tabanlı Öğrenmenin Özelliklerinin Benzer ve Farklı Yönleri	16
Tablo 2: Cinsiyete ve Gruba Göre Dağılım Tablosu.....	46
Tablo 3: Akademik Başarı Testi Belirtke Tablosu.....	49
Tablo 4: Madde Analiz Tablosu.....	50
Tablo 5: Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksi Tablosu	51
Tablo 6: Güvenirlilik Tablosu Cronbach Alfa Testi Sonucu	58
Tablo 7: Normallik Dağılım Tablosu Shapiro Wilk Testi Sonucu	58
Tablo 8: Deney ve Kontrol Gruplarındaki 7. Sınıf Öğrencilerin Başarı, Stem, Ön test Puanlarının Karşılaştırılması Mann-Whitney U Testi Sonucu	599
Tablo 9: Deney ve Kontrol Gruplarındaki 7. Sınıf Öğrencilerin Başarı, Stem, Son test Puanlarının Karşılaştırılması Mann-Whitney U Testi Sonucu	60
Tablo 10: Deney Grubundaki 7. Sınıf Öğrencilerin Stem, Ön test İle Son test Puanlarının Karşılaştırılması Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi Sonucu.....	61
Tablo 11: Kontrol Grubundaki 7. Sınıf Öğrencilerinin Stem, Ön test İle Son test Puanlarının Karşılaştırılması Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi Sonucu.....	611
Tablo 12: Hem Deney Hem De Kontrol Grubundaki 7. Sınıf Öğrencilerin Başarı Ön test, Son test Ve Kalıcılık Puanlarının Karşılaştırılması Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi Sonucu	62

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1:	Proje Tabanlı Öğrenmeyi Tanımlamak İçin Kullanılan Dört Unsur.....	14
Şekil 2:	Araştırma Döngüsü.....	18
Şekil 3:	Öğrenci Görüşmelerinden Elde Edilen Öğrenci Kazanımları	21
Şekil 4:	Temellendirilmiş Bir STEM SOS Teorisi ve Bileşenleri İle Öğrenciler İçin Faydaları	24
Şekil 5:	Öğrencilerin Araştırma Çalışmaları	544
Şekil 6:	Öğrencilerin Araştırma Sonuçlarının Sunumu.....	544
Şekil 7:	Araştırma Verilerine Yönelik Deney Çalışmaları.....	555
Şekil 8:	Düzyey II Projelerinin Yapım Aşamaları.....	555
Şekil 9:	Düzyey III Proje Aşamaları ve Sunumu.....	566

KISALTMALAR LİSTESİ

ABT	: Akademik Başarı Testi
MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
NAE&NRC	: National Academy of Engineering & National Research Council
NGSS	: (Next Generation Science Standards) Yeni Nesil Bilim Standartları
PTÖ	: Proje Tabanlı Öğrenme
STEM SOS	: Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik), Students on Stage

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu başlık altında araştırmanın problem durumuna, alt problemlerine, amacına, önemine, varsayımlarına (sayıltıları), sınırlılıklarına ve çalışmada yer alan tanımlara yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Merak olgusu insanlığın varlığı kadar kadim olduğu için bu olgu bilimsel gelişmelere de ışık tutmuştur ve bu sayede insanlık için yeni bir çözüm yolu ortaya çıkmıştır (Doğan, 2014). Eğitim sistemlerine de sıkı sıkıya bağlı olan bu süreç eğitime dayalı bir ekonomiyi ortaya koymuştur. Küreselleşmenin oluşmasını sağlayan bu bilgi ekonomisinin bilişim sistemleri üzerinde etkisi yoktur. Çünkü ülkelerini hiçbiri teknolojik uyumluluğu sağlayamamışlardı ve ekonomik olarak güçlenmek için yaratıcı ve üretken bireylere ihtiyaçları bulunmaktaydı (Banning ve Folkestad, 2012). Bu bireyleri özel becerilerle donatmak ve yetiştirmek, nitelikli bir eğitimle mümkün olmaktaydı (Şahin, vd., 2014).

Son yıllarda STEM eğitime verilen değerin artmasının en baştaki nedenlerinden birisi de ekonomik sebeplerdir. Çünkü mühendislik ile teknoloji ülkedeki ekonomik gelişime neden olan en belirgin etkenlerdendir (Roberts, 2012). MEB (2016)'nın hazırladığı STEM eğitim raporunda günümüzde dünya genelinde bilim ve teknoloji konusunda rekabetin çok fazla olduğu ifade edilmektedir. Bu, yarışta başarılı olan gelişmiş ülkelerde mühendislik, matematik ve teknoloji bilimleri diğer alanlarda sahip olunan becerilere dayalı olarak gelişmiştir. Bireysel öğrenmektense iş birlikle

öğrenmenin önemi göz ardı edilemez. Bu sebeplerden dolayı gelişen ve gelişmekte olan birçok ülke eğitim sistemlerinde reformlar yapmışlar ve yapmaya devam etmektedirler. Shaw (2018) araştırmasında, “Proje Tabanlı Öğrenme” (PTÖ)'nün; teknoloji, fen bilgisi, matematik ve mühendislik uygulamaları STEM'in kullanımında 21. yüzyıl bilim birliği ve mühendislik uygulamaları, yaratıcı ve eleştirel düşünmenin gelişmesi üzerine olan etkileşimleri araştırmıştır. STEM eğitimi, son yıllarda küresel rekabette önemli bir artışa yol açarken, aynı zamanda önemli bir öncelik haline gelmiştir (Şahin, 2015). Fen bilimlerine bütünleşmiş STEM eğitimi, araştırma temelli öğrenme yöntemi ile PTÖ, STEM ile ilgili kavramlara ve STEM uygulamalarına ilgi çekici yollarla öğrencileri dâhil etme olanakları sunduğu sonucuna varılmıştır (Şahin, 2015). Buradan yola çıkarak öğrencileri 21. yüzyıldaki gelişmelere hazırlamak için güncel olan PTÖ yöntemi geliştirilmiştir. Bu güncel STEM Students on the Stage SOS adlı model STEM PTÖ modeli de dâhil edilmesi ile birlikte farklı olan PTÖ modellerinin de arasındaki farkları kavramaya ve anlamaya faydalı olur. İleri teknoloji ve bilimin merkeze alındığı dünyada STEM SOS modelinin PTÖ ve 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkisi birçok eğitimci arasında tartışılmaktadır (Şahin, 2015). Bu araştırma; yapılan gözlem ve deneylerden (araştırma –sorgulama temelli öğrenme), mühendislik ve tasarım uygulaması ile PTÖ’den elde edilen bilgiler ışığında, 21. yüzyıl STEM uygulama sınıflarında halen üretilmeyen ve üretilmeyi bekleyen daha fazla yaratıcı çalışmaların olduğunu gösterir.

Taylor (2019), çalışmasında okul dışında yapılan STEM etkinlik uygulamalarının öğrencilerin 21. yüzyıl yaşam becerilerini, isteklendirme seviyelerini, ilgi duydukları alanlar üzerindeki etki oranlarını araştırmıştır. Dünya genelinde birçok eğitimci, bilim insanı ve bilimleri, mühendislik, matematik ve teknoloji disiplinlerinin birlikte verilmesini ya da herhangi bir disiplinin merkeze alındığı STEM eğitiminin her geçen gün dünyada desteklenmesini savunmaktadır. STEM eğitiminin bu şekilde entegrasyonunun, öğrencilerin sahip olduğu 21. yüzyıl teknolojisinin geliştirilmesine ve uygulanmasına yardımcı olacağı net bir şekilde belirtilmiştir (Bybee 2010). Yavuz, Hasançebi ve Hasançebi (2020), STEM uygulama eğitiminin ortaokulda okuyan öğrencilerin, 21. yüzyıl yaşam becerileri üzerine olan etkileşimi ve STEM uygulamaları ile ilgili yaşadıkları anları incelemiştir. Yıldırım ve Selvi (2017), ortaokulda eğitim alan öğrencilerin STEM etkinlik uygulamaları ve etkinliklerinin, öğrencilerin öğrenme süreçlerini algılama, STEM eğitime yönelik tutumları üzerine etkisi araştırmıştır. Ayrıca ülkemizde ise STEM uygulamaları içeren çalışmalar yeterli olmamasına rağmen

son yıllarda STEM uygulamaları içeren çalışma sayısı her geçen gün artmaktadır (Çorlu, 2013).

Gelişen ülkeler eğitim sistemlerinin bir parçası olarak STEM eğitimi yaklaşımını kullanmaktadırlar (Aydeniz, 2017; Moomaw, 2013). Türkiye'nin 2023 eğitim vizyonu, içerisinde bulunduğumuz 21. yüzyıldaki ekonomik özellikler, Avrupa Birliği (AB) süreci, sürdürülebilir kalkınma ve gelişmeye olan ihtiyaç, STEM'in Türkiye adına güncellenmesinin ve türlü STEM çalışmaları uygulanmasının kıymetinin açığa çıkarılması açısından oldukça önemlidir (Aydagül ve Terzioğlu, 2014; Çorlu, vd., 2012).

Yapılandırmacı öğretim yaklaşımında, öğrenme, gerçek yaşamda karşılaşılan durumlarla zenginleştirilmiş deneyimler sunarak, yeni özellikler taşıyan ilişkiler aracılığıyla gerçekleşir. Bahar ve diğerleri (2018) çalışmasında, 2018 yılında güncellenen fen bilimleri öğretim programı, STEM kazanımlarıyla karşılaştırılarak kapsamlı bir inceleme yapılmıştır. Bu program, ortaokul 5., 6., 7. ve 8. sınıf düzeylerinde fen bilgisi, girişimcilik ve mühendislik uygulamaları gibi alanlarda geliştirilen kazanımları içermektedir. Program, tüm bu seviyeleri kapsayacak şekilde bütünleştirilmiş ve yönergelere uygun olarak uygulanması önerilmiştir.

Sonuç olarak, STEM eğitimi, küresel rekabette önemli bir yer edinmiş. Fen bilimlerine bütünleşmiş, öğrencilerin akademik başarılarını ve fen bilimlerine olan ilgilerini artırarak etkili bir eğitim modeli haline gelmiştir. STEM öğrenme yöntemlerinin içeriğinde, özellikle PTÖ gibi güncel öğrenme yöntemleri ile birlikte başarılı olabilmesi, yaratıcı ve eleştirel düşünme özelliklerinin bir araya getirilmesi bulunmaktadır. Bu bağlamda, STEM uygulamalarının etkileri ve gelişimi üzerine daha fazla araştırma yapılması gereklidir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı Malatya Darende İlçe Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı ortaokul öğretim kademesinde öğrenim gören 7. Sınıf öğrencilerin fen bilimleri derslerinin yanı sıra STEM SOS modeline uygun olarak yürütülen ders içi ve ders dışı faaliyetlerin, akademik başarı, STEM'e yönelik tutum, üzerine etkisini incelemektir. Araştırmanın diğer bir amacı da STEM SOS modeline katılan öğrencilerin yaşanmış deneyimlerini anlamak ve hangi etkinliklerin onların hangi becerileri edinmelerine yardımcı olduğunu belirlemektir.

1.3. Araştırmanın Önemi

STEM SOS modeli etkinlik uygulamalarının öğrencilerin ilgisini çekecek, onlara faydalı bilgiler sağlar, ilgi alanlarını ve motivasyonlarını artırır. Alan yazında bu durumu denetlemeye yönelik birçok çalışma olduğu görülmektedir (Eroğlu ve Bektaş 2016; Hacıoğlu 2017; Kavacık 2018; Şen 2018; Akgül ve Yıldırım 2018; Baran, vd., 2021). STEM SOS modeli, içerik olarak ilgi çekici, eğlenceli ve etkili bir şekilde uzaktan eğitim amacıyla Harmony Public Schools (HPS) tarafından geliştirilmiştir (Doğan ve Robin, 2015). HPS projesi temelinde araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenmeyi birleştirip kendi STEM müfredatını geliştirmiştir. Sistemleştirilmiş olan bu müfredat ise “STEM SOS (STEM Öğrencileri Sahnede)” olarak tanımlanmaktadır (Şahin ve Top, 2015; Vanegas, 2014). Ayrıca STEM SOS uygulamaları ile ilgili okul dışı çalışma programları etkinlikleri ve öğrencilerin öğrenme sonuçlarının yayımlandığı “Eğitim Bilimleri: Teori ve Uygulama” = Şahin, vd., (2014).

STEM eğitimi, ABD’de işgücünün geleceği ve teknolojik gelişmeler için kritik bir ihtiyaç olarak belirlenmiş ve son yirmi yılda öğrencilerin STEM alanlarına ilgisini teşvik etmek için önemli miktarda eğitim yatırımı yapılmıştır (Executive Office of the President, 2011). Günümüz öğrencileri geleceğin daha karmaşık beceriler gerektiren meslekler olduğunun farkına varmaktadır (Roblin, 2012; Şahin, vd., 2014). Çünkü birçok iş, yüksek teknolojik araçlarla yer değiştirmiştir. Günümüz iş gücünün ihtiyaç duyduğu beceriler üzerine yapılan araştırmalar, çağın hangi becerilere ihtiyaç duyduğuna dair önemli bulgular ortaya çıkarmıştır. Öğrencilerin sorumluluk aldığı aktif öğrenme yöntemlerinin kullanılması, araştırma-sorgulamaya ve proje tabanlı öğrenmeye dayalı yöntemlerin kullanılarak öğrencilerin derse katılmaları kendi öğrenmelerinin gerçekleştiği ortamların oluşturulması, bu hedeflere ulaşmak için oldukça önemli görülmektedir. Proje tabanlı öğrenme (PTÖ), öğrencilerin çoklu çözümlere ve gerçek dünya bağlantılarına sahip, iş birliği içinde çalıştıkları yenilikçi bir eğitim yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, öğrencileri gelecekteki iş gücüne hazırlanmak için oldukça önemlidir. Yakın tarihlerde, Harmony Devlet Okulları (HPS), proje tabanlı ve araştırma-sorgulama temelli öğrenmeyi birleştiren kendi STEM müfredatını geliştirmiştir. Bu müfredat sistemleştirilmiş ve “STEM Students On the Stage (SOS) (STEM Öğrencileri Sahnede)” olarak tanımlanmıştır (Şahin ve Top, 2015; Vanegas, 2014). STEM SOS modelinin öncelikli amacı “öğrencilerin öğrenmelerini PTÖ projeleri aracılığıyla zenginleştirip genişletirken araştırma temelli ve öğrenci merkezli öğretime odaklanmayı sürdürmektir.

Bu çalışma, STEM disiplinleri arasında en iyi standartların nasıl kurulabileceğine dair yol açacaktır. STEM SOS modelinin önemi “öğrencilerin aktif öğrenmelerini PTÖ projeleri yoluyla zenginleştirip genişletirken araştırmaya dayalı ve merkezinde öğrenci olan öğretime odaklanmayı devam ettirmektedir. PTÖ derslerine katılım sağlayan öğrenciler sınıf içinde daha fazla özgürce hareket eder aynı zamanda iş birliği içinde olur, sözlü iletişim kurar, yaşam becerilerinden yaratıcı düşünme ve eleştirel düşünme becerilerine daha fazla sahip olur (Mergendoller, vd., 2006).

NAE ve NRC (2014), STEM disiplinlerinin bağlantılarını teşvik etmek amacıyla artan düzeyde öğrenme stratejilerinin varlığına rağmen, bu disiplinlerin en etkin şekilde nasıl bütünleşmiş çalışmalara dayandırılacağı hususunda çok az araştırmanın olduğunu vurgulamaktadır. Ülkemizde STEM uygulamaları için Milli Eğitim Bakanlığı’nın hazırladığı mevcut bir eylem planı olmamasına rağmen “2015-2019 Stratejik Plan’ında STEM eğitiminin amaçları ile paralel hedefler ve stratejik planlar bulunmaktadır (MEB, 2015). Nitelikli öğrenmeyi teşvik eden eğitim amaçlarıyla acilen uyum sağlama ihtiyacı da bu çalışmayı etkileyen hususlardandır. Bu çalışma, STEM programı geliştiricileri için, STEM entegrasyonunu eğitim sistemine dâhil etme ve daha fazla STEM öğretmeni yetiştirme konusunda olumlu adımlar atmalarına yardımcı olacaktır. Ayrıca, STEM ve öğrencilerin arasındaki iletişim hakkında onlara ve STEM etkinliklerini paylaşımlarına ek bilgi ve anlayış sağlamayı amaçlamaktadır. STEM entegrasyonu, akademik başarı ve üniversiteye hazırlık açısından artışın sırasını belirler, STEM alanlarında kariyer yapmak isteyen öğrencilerin sayısını artırmayı hedefler (NAE ve NRC, 2014). Ders Dışı ortamlarda STEM faktörlerinin gelişimini genellikle göz ardı edilmektedir (NRC, 2014) ve ders Dışı STEM programlarının özelliklerini ve bu programların akademik başarı ve bilgi toplumunun genel yapısı, eğitim sistemlerini dönüştürerek yaratıcı düşünme, problem çözme ve eleştirel düşünmeyi ele alma ile donatılmasını içermiştir. STEM eğitimi, bu şekilde elde edilmesini kazanmasını sağlamak için küresel düzeyde büyük önem kazanmıştır. STEM SOS modeli, öğrenci merkezli ve proje odaklı öğrenme stratejilerini birleştirerek, ülkelerin akademik başarılarını, STEM’e yönelik tutumlarını geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu model aynı zamanda yaratıcı ve eleştirel düşünme yeteneklerini artırarak, onları gelecekteki iş gücüne daha iyi hazırlamaktadır. Özellikle proje tabanlı öğrenme ve araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme gibi modellerin birleştirilmesiyle oluşan STEM SOS modeli etkinlikleri katılımcı öğrencilerin akademik başarı ve STEM’e yönelik tutum açısından araştırılan önemli bir çalışmadır.

1.4. Problem Cümlesi

“Fen Bilimleri dersine entegre edilmiş STEM SOS Modelinin fen öğretiminde kullanımının deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Akademik başarısına ve STEM’e yönelik tutumuna etkisi var mıdır?” sorusuna cevap aranır.

1.4.1. Alt Problemler

1 STEM SOS Modelinin fen bilimleri dersi 7. sınıf “ışığın madde ile etkileşimi” ünitesinde kullanımının, öğrencilerin Akademik Başarısına etkisi nedir?

2 STEM SOS Modelinin fen bilimleri dersi 7. sınıf “ışığın madde ile etkileşimi” ünitesinde kullanımının, öğrencilerin STEM’e Yönelik Tutumlarına etkisi nedir?

1.5. Sayıtlar (Varsayımlar)

1. Çalışmaya katılan ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin ölçme araçlarına samimiyetle doğru cevap vermeleri beklenmektedir.
2. Çalışmaya katılan ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin öğrenme seviyelerini dışarıdan etkileyecek dış etkenlerin olmayacağı ve öğretmenlerin yönlendirme yapmayacağı düşünülmektedir.

1.6. Kapsam ve Sınırlandırmalar

Bu araştırma;

1. Çalışma 2023-2024 eğitim-öğretim sürecinde Malatya ili Darende ilçesinde bulunan bir ortaokuldaki 7. sınıf ortaokul öğrencileri ile sınırlıdır.
2. STEM SOS Modeli etkinlikleri ile sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

STEM Students on the Stage (SOS)Modeli: Proje tabanlı öğrenmenin, araştırma ve sorgulama temelli öğrenme ile birleşmesinin sonucunda meydana gelmiştir (Şahin ve Top, 2015).

Akademik Başarı: bir eğitim veya öğretim kurumunda, okutulan derslerde geliştirilen ve öğretmenler tarafından takdir edilen notlarla ya da her ikisi ile belirlenen beceriler veya kazanılan bilgilerdir (Carter ve Good, 1973).

Proje Tabanlı Öğrenme (PTÖ): Öğrencilerin gerçek dünyadaki problemleri veya soruları araştırarak ve çözerek bilgi edindikleri, öğrenci merkezli bir öğretim yaklaşımıdır (Ayube, 2025)

Araştırma Temelli Öğrenme (ATÖ): Öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını destekleyen yapılandırmacı öğrenme kuramının öğretimsel yöntemlerinden birisidir (Öztürk ve Demir, 2023).

Öğrenci Görüşü: STEM SOS Modeli etkinlikleri ve uygulamaları hakkında deney grubundaki öğrencilerden fikir alınması, görüşlerini beyan etmeleridir (Şahin ve Top, 2015).

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu çalışmada kullanılan STEM SOS Modeli eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bir arada verilmesini merkeze alarak araştırma temelli öğrenme ile proje tabanlı öğrenmenin bir araya getirilmesine dayanmaktadır. STEM eğitimi ve sonuçlarından biri olan 21. yüzyıl becerileri ile ilgili kavramsal çerçeve, izahatlar ve yapılan araştırmalar bu bölümde yer almaktadır.

2.1. STEM Eğitimi

Horovitz'e (2012) göre, günümüzün gelişmiş ve öncü toplumları, dijital dünyanın bir parçası olmanın yanı sıra STEM eğitim sistemine de entegre olmuştur. Araştırmalar, mevzuatlar, medya ve infografikler, STEM'deki eğitim reformuna duyulan acil ihtiyacı vurgulamaktadır (Kelly, vd., 2013). STEM okuryazar bir iş gücü oluşturabilmek için (Ulusal Araştırma Konseyi, 2009, 2014a; Ulusal Mühendislik Akademisi, 2008; Varmus ve diğerleri, 2003), STEM alanlarındaki çalışanlar daha fazla iş gücüne ihtiyaç duyulduğu (Ulusal Bilim Vakfı, 2013) ve genel olarak daha fazla insanın STEM kariyerlerine ilgi göstermesi gerektiği ifade edilmektedir (Carnevale, Smith ve Melton, 2011; Langdon, McKittrick, Beede, Khan ve Doms, 2011; National Science Board, 2014). Ek olarak, bugün işverenler, STEM ile ilgili kariyerlerle ilgilenmeseler bile, üretken vatandaşlar olabilmek için tüm insanların, özellikle gençlerin bir tür teknolojik ve STEM okuryazarı bireyler olması gerektiğine inanmaktadır (Ulusal Mühendislik Akademisi ve Ulusal Araştırma Konseyi, 2014).

Bu multidisipliner, yenilikçi araştırma çağrısı ilk olarak SMET (Bilim, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji) olarak adlandırılmıştır. SMET kısaltmasının tarihi büyük ölçüde bilinmemekle birlikte, 1993 gibi erken bir tarihte NSF 93-143 Program Rehberi belgelerinde yer almıştır. NSF'nin başlıca hedeflerinden biri ulusun bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji eğitiminin kalitesini artırmaktır (SMET). Ek olarak, 1997'de Bilim Komitesi'ndeki kongre oturumlarında SMET terminolojisinin kullanıldığı görülmektedir. Ancak, 2001 yılında, o zamanlar NSF'de bir direktör olan Judith Ramaley, disiplinler arasında daha çok vurgu yapmak için kelimelerin yeniden düzenlenmesi gerektiğine karar vermiş ve STEM teriminin kulağa daha hoş geldiğini belirtmiştir. Bu yeni terimin, disiplinler arasında daha anlamlı bir bağlantı olduğunu düşündürmektedir. (Chute, 2009).

Teknolojinin günümüz dünyasında her alana bu kadar girmesi sebebiyle eğitimdeki öğrenme durumlarının teknolojiyle entegre edilmesi gerekli olmuştur. Sosyal yaşantıda ve ekonomide teknolojinin, bilimin (fennin), matematiğin ve mühendisliğin öncülük etmesinden dolayı eğitimin de bu doğrultuda disiplinler arası olarak verilmesi uygun bulunmuştur. Eğitimin ekonomik boyutunu bu bağlamda inceleyen multidisipliner (Eroğlu ve Bektaş, 2016, s. 45) anlayış zamanla eğitime de uygulanarak yeni bir eğitim paradigması olan STEM eğitim yaklaşımına dönüşmüştür.

STEM'i oluşturan alanlara bakıldığında; bilim TDK'ye göre *“evrenin veya olayların bir bölümünü konu olarak seçen, deneye dayanan yöntemler ve gerçeklikten yararlanarak sonuç çıkarmaya çalışan düzenli bilgi, ilim”* tanımlanmıştır. Fen Bilimleri ise; [*“doğayı ve doğal olayları sistemli bir şekilde inceleme, henüz gözlenmemiş olayları kestirme gayretleri”* olarak tanımlanmaktadır (Kaptan ve Korkmaz, 2001, akt. Akyıldız, 2020).] Görüldüğü üzere iki alanda da belli bir alanda yeterli beceriyi gerektiren disiplinler söz konusudur. Tek bir Sağlık birimi, bilginin yoğunluğu, karmaşıklığı ve sürekliliğini karşılayacak kapasitede olmadığından daha geniş bir Sağlık birimine evirmek gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. STEM eğitimi, bu ihtiyaca yönelik altyapıyla eğitim sistemlerinin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmekte ve yaygınlaşmaktadır (Altunel, 2018, ss. 1-2).

STEM, fen (science), teknoloji (technology), mühendislik (engineering) ve matematik (matematik) kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. Ülkemizde Türkçe kelimelerin ilk harflerinden oluşan FeTeMM kelimesi de kullanılmakla birlikte alan yazında STEM kavramı daha yoğunlukla geçmektedir (Doğanay, 2018). STEM eğitimi; disiplinler arası bir bakış açısı kazanmış, problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, inovasyon yapabilme gibi 21. yüzyıl becerileri ve mühendislik becerileri gelişmiş, teknoloji okuryazarı olan öğrencilerin yetiştirilmesini, öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelik ilgisinin artmasını, öğrencilerin bilgiyi kalıcı bir şekilde öğrenerek akademik başarılarının artmasını ve ülkelerin ekonomik olarak kalkınmasına katkı sağlamayı amaçlamaktadır (Uğraş, 2017).

STEM, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik arasındaki ilişkileri bütünleştirerek öğrenmeyi ve geliştirmeyi temel alan bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Yaygınlaşmasına rağmen, STEM ve özellikle STEM eğitiminin önemi artmıştır ve farklı paydaşlar çeşitli yorumlarla ifade edilmektedir (Breiner, vd., 2012). STEM eğitiminin tanımı yapılırken, mevcut ve odaklanılması gereken noktalar belirlenmelidir. Disiplinler arası okuryazarlık, STEM okuryazarlığı ve 21. yüzyıl becerileri bir araya getirildiğinde, bu alan genişler ve birbiriyle örtüşen bir içeriğe kavuşulur. STEM eğitimi, öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği okul, toplum ve iş dünyası arasında bağlantı kuran yapılandırmalarında uyguladıkları akademik kavramların gerçek dünya yapılandırmalarıyla birleştirildiği disiplinler arası bir öğrenme hamlesidir. Disiplinler arası ve entegre, STEM eğitime yönelik teorik ve öğretimsel yaklaşımları için kapsamlı olarak kullanılan iki terimdir. Özellikle, iki veya daha fazla STEM disiplinini desteklemek entegre edilirken, belirli bir STEM disiplinini merkeze alarak o alandaki içerik bilgilerinin derinliğine odaklanılmalıdır. Buna rağmen, ABD'deki erken dönem bütünleştirici STEM eğitim programlarından biri, STEM alanlarının uygulanmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesi için önerilmektedir (Sanders, 2009).

STEM eğitimi genel olarak, fen öğretiminde mühendislik uygulamaları merkeze alınarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine yönelik becerilerin ve bilginin birleştirilmesi, programın farklı disiplinleri arasında işbirliği, yaratıcı düşünceye ve problemlere uygun düşünceye sahip olmak gibi donanımları amaçlamaktadır (Bybee, 2010; Dugger, 2010). STEM eğitiminde mühendislik tasarımıyla öğrenciler, problem durumunu belirleyebilme, problemi analiz edebilme, bilgiyi toplayabilme, problemlere

özmler üretebilme, yaratıcı fikirler ortaya koyabilme, çözüm yollarını gerektiğinde modelleyebilme ve test edebilme, değerlendirmeler yaparak izlediği çözüm yolunu gözden geçirebilme ve bütün süreci gerektiği kadar tekrar etme şeklindeki etkinliklere aktif olarak katıldıkları süreçler bütünüdür (AAAS, 1993; NAE, 2008; NRC, 2009).

STEM yaklaşımlarının diğer alanlardan farklılığı, farklı disiplinlerin ayrı ayrı değil bir arada uygulanmasıdır. STEM disiplininde disiplinlerin entegrasyonunda, John Dewey ve Kilpatrick'in görüşlerine başvurulmuş ve onun takımı da ğrenci merkezli, gerçek dünya ile ilişkileri ve çeşitli alanlardaki entegrasyonları bilgili ve deneyimli bilim insanlarına yönelik olarak gözlemlenmiştir. Bu fikirler, bizim ilerlemeci eğitim anlayışının hiyerarşisini oluşturun (Yıldırım, 2018, ss. 43).

STEM eğitimi, öğrencilere st düzey pek çok becerinin yolunu açarken yaratıcılık yeteneklerinin gelişmesini, disiplinler arası bağ kurma, bu disiplinleri birlikte kullanabilme, alternatif çözüm yolları üretme, etkili iletişim ve iş birliğinde bulunabilme ve tüm bu becerilerin bir toplamı olarak zgven geliştirme konusunda çok etkili sonuçların alınmasını sağlamaktadır (Deveci, 2018, ss. 1249).

Yapay zekâ ile ilgili bankacılık, sağlık, tarım vb. birçok alanda örnekler saymak, yapay zekâ benzeri teknolojik ürünlerin yazılım, mobil uygulama, akıllı cihazlar gibi alanlarda da olduğunu söylemek mümkündür. Yapay zekâya dair yukarıda verilen örneklerdeki gibi yaratıcı düşünce ve inovasyon ile edilen birçok teknolojik ürün, içinde bulunduğumuz yüzyılı STEM alanlarındaki gelişmelerin şekillendirdiğini göstermektedir (Bozkurt Altan, 2017a). Bu yüzyılda bilim ve teknoloji alanlarının çok hızlı bir şekilde gelişmesi ve bireysel farklılıkların ne çıkması ile bireylerin yaratıcı düşünme, inovasyon, iletişim, karar verme, işbirlikçi çalışma gibi 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan becerilere sahip olması önemli hale gelmiştir (Aydın, vd., 2017).

Başlangıç noktası ne olursa olsun, dikkate alınması gereken en önemli şey, STEM eğitiminin merkeze aldığı disiplin bağlamının tanımı etkilemesidir. Alan yazında STEM eğitiminin farklı tanımları ve içeriği ile ilgili farklı yorumları yer almaktadır. Morrison (2006)'a göre STEM eğitimi birden fazla disiplinin bütünleştirilmesine dayandırılmış yeni bütüncül bir disiplinin oluşturulmasıdır.

STEM eğitimi öğrencilerin bilgi ve beceri kazanmalarının yanı sıra problemle ilişkili disiplinler arası bir bakış açısıyla bakabilmelerini amaçlamaktadır (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014). Breckler (2007), STEM terminolojisinin ilk harfini ifade eden “science” kavramının sadece fen alanını değil sosyoloji, psikoloji gibi alanlarını da kapsayan daha geniş bir anlam ifade ettiğini belirtmiştir; ilerideki gelişmişlik düzeyleri ve STEM eğitimi, öğrencilerin dışarıdan iş yapması veya çözmesi gereken bir kavram olan ortak bir tanıma sahip bir bilim dalından bahsetmektedir (Roberts, 2012).

STEM eğitiminin ana hedefi, öğrenmeyi bütün bir yaklaşımla gerçekleştirmek için disiplinler arası bağlantıları vurgulamaktır (Smith, vd., 2000). STEM eğitimi, matematik ve fen uygulamaları ile aynı anda mühendislik ve teknoloji öğretimi için eşzamanlı bir yaklaşım sunmaktadır (Kang, vd., 2013). STEM eğitimi, fen ve matematiğin kullanımını gerektiren özgün, gerçekçi problemleri anlamlı, zengin ve sosyal bir bağlamda bütünleşik mühendislik tasarımı ile çözebilmek için bütünleşik mühendislik tasarımı uygulamalarıyla bilimsel yöntemin kullanılmasıdır (Bryan ve Guzey 2020). STEM eğitiminin hedefleri ve içeriği ile ilgili farklı tanımlamaların yer alması STEM eğitimi hususunda tam olarak görüş birliğine varılamadığını göstermektedir. Bununla birlikte kısaca bu konudaki ortak genel fikir STEM eğitiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin temel alınmasıdır (Bybee, 2010).

2.1.1. STEM Öğretme-Öğrenme Modelleri

Tüm dünyada hızla gelişen ve değişen teknoloji, iş dünyasında beklenen iş gücünün niteliklerini de değiştirmiştir. Ülkeler iş dünyasının beklentilerini karşılamak amacıyla eğitim sistemlerinde sürekli reform yapmaktadır. Özellikle fen ve matematik eğitiminin kaliteli verilmesini sağlayan mühendislik ve teknolojiyi de içeren eğitim yaklaşımlarının önemi giderek artmaktadır. Son yıllarda yaygınlaşan yaklaşımlardan biri de STEM eğitimidir. STEM eğitiminin eğitim-öğretim entegrasyonunda birçok öğrenme modeli kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları; Probleme Dayalı Öğrenme, 5E Öğrenme Modeli, Proje Tabanlı Öğrenme, Araştırma ve Sorgulama Temelli Öğrenme, STEM SOS Modeli ve Tam Öğrenmedir (Çepni, 2018).

2.1.1.1. Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı

Mevcut eğitim sistemlerinde, öğrenciye bilgiyi aktarmak yerine onların bilgiye kendilerinin ulaşmalarını sağlayacak bilgi ve becerilerin kazandırılması

hedeflenmektedir. Bilgiye ulaşmanın yanı sıra bilgiyi analiz edip gerçek hayatta karşılaşılan problemlere çözüm üretirken bu bilgilerin nasıl kullanılacağı daha fazla önem kazanmıştır. STEM eğitimi birden fazla disiplinin günlük yaşamla ilişkilendirilerek verildiği ve 21. yy. becerileri ile desteklenen bir eğitim yaklaşımıdır. Bu sebeple STEM eğitimi, öğrencilerin 21. yy. becerilerinin ve problem çözme becerilerinin gelişiminde önemli bir yere sahiptir (Çepni, 2018).

STEM eğitiminde sıklıkla tercih edilen stratejilerden biri proje temelli öğrenme yaklaşımıdır. Bu yöntem, William Kilpatrick ve John Dewey gibi eğitim felsefecilerinin görüşlerinden yola çıkarak sıkı bir şekilde belirlenmektedir. Dewey, eğitim ve gerçek hayatın iç içe olması gerektiğini ve eğitim geleceğe hazırlık değil yaşamın kendisi olması gerektiğini savunmaktadır. Benzer bir durum STEM eğitiminin felsefi temelinde de bulunmaktadır (Çepni, 2018). Erdem'e (2002) göre proje temelli öğrenme, öğrencilerin kendi öğrenme haklarını yönlendirdikleri, bu süreçte yaratıcı düşünmeyi geliştirdikleri, karşılaşmaları iş birliği yaparak çözmeye çalıştıkları ve ürettikleri çözümleri değerlendirdikleri, teknolojik bir öğrenme modelidir. Bu yaklaşım, standartlaştırılmış bir yaklaşımdır.

Proje tabanlı öğrenme, projeler etrafında öğrenmenin gerçekleştiği bir yöntemdir. Projeler, tasarım, problem çözme, karar verme, analiz ve değerlendirme etkinliklerinin yer aldığı karmaşık görevlerden oluşmaktadır (Thomas, 2000). PTÖ'de olduğu gibi STEM eğitiminde de farklı disiplinler bir araya getirilerek gerçek hayat problemleri üzerine araştırmalar yapılır, veri toplanır ve analiz edilir son olarak proje bir sunu ile bitirilir (McGrath, 2002).

Erdem (2002)'e göre proje tabanlı öğrenme aşamaları;

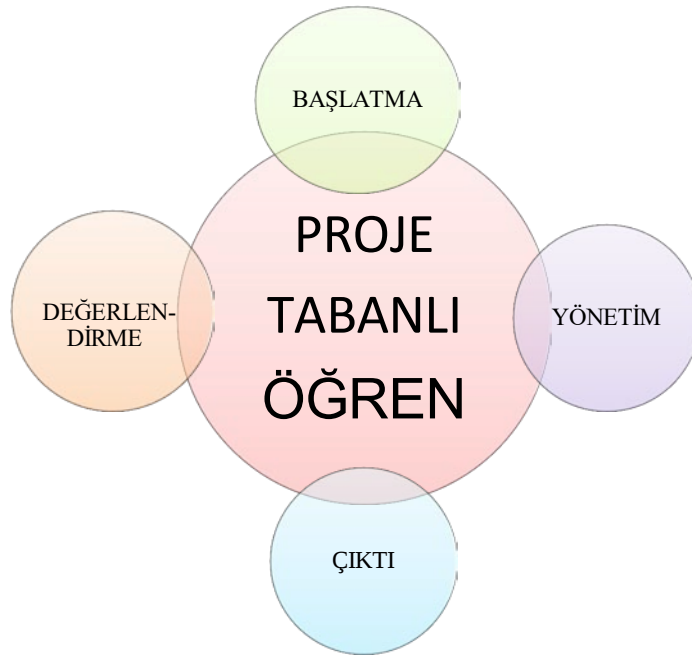
1. Proje Kapsamında Amaçların Belirlenmesi
2. Problemin Tanımlanması
3. Sonuç Raporlarının Niteliklerinin ve Sunuş Şeklinin Belirlenmesi
4. Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi
5. Grupların Oluşturulması
6. Alt Problemlerin Belirlenmesi ve Sürecin Planlanması

7. Proje Takviminin Oluşturulması
8. Kontrol Noktalarının Belirlenmesi
9. Verilerin Toplanması
10. Projenin Raporlaştırılması
11. Projenin Sunulması

Projenin, yukarıda verilen proje tabanlı öğrenme basamaklarına uygun hazırlanması oldukça önemlidir. Ancak PTÖ’de hazırlanmış bir projenin basamakları STEM PTÖ’de değişkenlik gösterebilir. STEM PTÖ’de veriler toplanıp analiz edildikten sonra mühendislik tasarım süreçleri gerçekleştirilmektedir. Prototipin hazırlanması, denenmesi ve sunulması gibi tüm alanların STEM PTÖ’de bulunması gerekmektedir (Çepni, 2018).

2.1.1.1.1. STEM Eğitimi ve Proje Tabanlı Öğrenmenin Özellikleri

PTÖ için nasıl farklı tanımlar varsa, PTÖ modelleri içinde farklı tanımlar bulunmaktadır. PTÖ tanımında en yaygın dört unsur kullanılmaktadır (Erdogan ve Bozeman, 2015). Bu durum Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Proje Tabanlı Öğrenmeyi Tanımlamak İçin Kullanılan Dört Unsur (Erdogan ve Bozeman, 2015).

Başlatma, öğrencilerin karar vermelerine ve problem çözmelerine rehberlik etmek için bireysel ve toplu öğrenme ile açık hedefler ve standartlar geliştirme sürecini ifade eder. Geçtiğimiz yüzyılın STEM eğitim hareketi, 21. yüzyılın birçok sınıfında standartlara dayalı eğitimin gelişmesine yol açmıştır. Ancak, PTÖ kullanılan STEM sınıflarında, hedef ve standartların geliştirilmesi, öğrenciler sınıfa girmeden önce ve sonra gerçekleşmelidir. Başlatma, PTÖ'nin hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin hedef ve standartlarının geliştirilmesinde aktif olarak yer aldığı bölümünü tanımlar. Bu şekilde öğrenciler, özgün değerlendirme ve içeriğe odaklanan karmaşık görevlerle zorlu projelerin sahipliğini üstlenirler (Barron, vd., 1998; Blumenfeld, vd., 1991).

1. Yönetim, uluslararası düzeyde etkinliklerine odaklanarak ve faaliyetlerine devam ederek, iştirakçi bir araç olarak önemli bir rol üstlenmektedir. Geçmiş yıllarda STEM alanında bir araştırma projesi yürütmüş ve bu projede katılımcılar arasındaki sorumluluk paylaşımını artırmıştır. PTÖ kullanan STEM sınıflarında yönetim, PTÖ'nin hem öğrenci tarafından yönlendirilen hem de öğretmen tarafından kolaylaştırılan eylemlerin bireysel ve toplu öğrenci öğrenmesine izin verdiği bölümünü tanımlar. Sonuç olarak yönetim, öğrencilerin zaman sınırlı koşullarda karmaşık görevlerle zorlu projeleri tamamlamalarına olanak tanımaktadır (Morgan ve Slough, 2008).
2. Çıktılar, başlatma sırasında tanımlanan gerçek reel sorunlar için gerçekçi ürünleri ifade eder. Günümüzün eğitim politikası ortamında, çıktılar genellikle yüksek riskli testlerde ölçülen öğrenci başarısı ile karıştırılmaktadır. PTÖ kullanan STEM sınıflarında, çıktılar genellikle öğrenci tarafından oluşturulan doğru değerlendirme sonucu ortaya çıkan ve başlatma sırasında hem öğretmenler hem de öğrenciler tarafından belirlenen karar verme ve problem çözme sürecinin son ürünleridir. Bu nedenle, çıktılar öğrencilere öğretmen tarafından kolaylaştırılmış öğrenme ve öğrenmeye aktif olarak katılma fırsatları sağlar (Diehl, vd., 1999).
3. Değerlendirme, Program, öğretmen ve öğrencilerin gelişimine yönelik geliştirme ve yönetim olarak tasarlanmıştır. STEM sınıflarında PTÖ kullanımıyla birlikte, değerlendirme, öğrencilerin gelişmiş dünya problemlerine yönelik faaliyetlerde bulunmalarına yardımcı olur ve bu faaliyetler değerlendirme yapmalarına yardımcı olur. Bu değerlendirme, öğrencilerin öğrenme sürecini desteklemek amacıyla tasarlanmış olup, yalnızca sonuca değil sürece de odaklanmaktadır.

Bu bağlamda, PTÖ (Proje Tabanlı Öğrenme) yöntemiyle yürütülen değerlendirme, öğrencilere daha karmaşık görevler ve zorlu projeler üzerinde çalışma fırsatı sunarak, sürekli olarak daha ilgi çekici sonuçlar elde etmelerine olanak tanır (Trauth-Nare ve Buck, 2011).

STEM eğitimin ve PTÖ'nün özellikleri birçok yönden benzerlik göstermektedir (Thomas, 2000; McGrath, 2002).

Tablo 1

STEM Eğitimi ve Proje Tabanlı Öğrenmenin Özelliklerinin Benzer ve Farklı Yönleri

STEM Eğitiminin Özellikleri	Proje Tabanlı Öğrenmenin Özellikleri
Öğrenciler yeni bilgileri farklı problem durumlarına transfer eder.	Öğrenciler bir alanla ilgili problemlerin çözümünde, problemlere farklı bakış açısı geliştirir.
Farklı disiplinler aynı anda verilir	Tek bir disipline uygun çalışma yapılacağı gibi farklı disiplinler aynı anda verilebilir.
Teknoloji araştırma ve projenin sunulmasında kullanılırken aynı zamanda teknolojik bir ürünün ortaya konmasında da kullanılabilir.	Teknoloji çoğunlukla bilgilerin araştırılması, analizi, raporlaştırılması ve sunulmasında kullanılır.
Günlük yaşamla bağlantı kurmayı sağlar.	Gerçek hayat olayları ile bağlantı kurmayı sağlar.
Ortaya konan ürünler genelde mühendislik tasarımı sonucu ortaya çıkan teknolojik ürünlerdir.	Yeni ürünler ortaya konur ve bu ürünler genelde hazırlanan rapor ve sunumlardır.
Öğrencilerin 21. yy. becerilerinin gelişimi ön plandadır. Bunlar; iletişim, iş birliği, eleştirel düşünme, yaratıcılık.	Öğrencilerin iş birliği yaparak öğrenmeleri ön plandadır.

STEM eğitimi ve proje bazlı öğrenmenin, birçok yönden benzer kişilerce sahip olduğu görünmektedir. STEM eğitiminin daha geniş kapsamlı ve sonuçlarının daha net ortaya çıkması beklenmektedir. Proje bazlı öğrenme ise STEM eğitimi ile ilişkilendirilmiş olsa da daha spesifik sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (Çepni, 2018).

STEM'de proje tabanlı öğrenme yaklaşımı, günlük hayatta karşılaşılan karmaşık sorunları çözebilir ve gruplar STEM etkinliklerinin temel kavramlarını öğrenebilirler (Hickey, 2014).

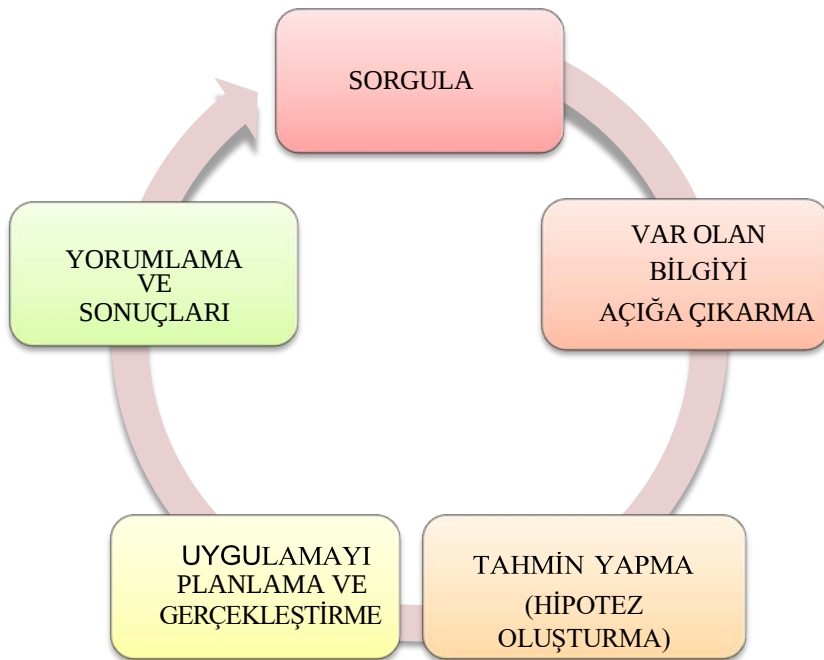
Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda STEM eğitimi kapsamında yapılacak olan projeler günlük yaşamla ilişki kurmak amaçlıdır. Proje geliştirme görevinde hem PTÖ hem de STEM PTÖ kullanılabilir, ancak süreç birbirinden farklı olur. PTÖ sırasında STEM disiplinlerinin tamamının kullanılması beklenmezken STEM PTÖ’de probleme ilişkin tüm disiplinlerin projeye eklenmesi beklenir (Çepni, 2018).

2.1.1.2. Araştırma ve Sorgulama Temelli Öğrenme

1920'lerden 1940'lara kadar olan süre, Amerikan eğitim tarihinde ilerlemeci eğitim reformunun hâkim olduğu etkili bir dönem olarak kabul edilir. Bu reform çabaları, John Dewey ve diğerleri tarafından yönlendirilmiş olup öğrenmenin müşterilerin isteklerini ve deneyimlerini desteklemek amacıyla tasarlanmıştır. Bu, aktiviteler yoluyla öğrenme, bu yapılandırmacı bakış açısıyla konuşan ve endüstri lideri bir platform olan gerçek zamanlı pazarlama ve soyut bilimleri üreten bir şirkettir. Bu düşünce, 1947'de yayınlanan Milli Eğitim Araştırma Derneği'nin 46. yıllığında ele alınmıştır. Bu reform, yapılandırmanın standartları oluşturmuş ve Dewey bu okulun düşünce liderleri arasında yer almıştır. Öğrenme yaklaşımları, öğrenme ipuçları ve kendi kavrayışlarını geliştirmelerine yardımcı olmak için cevapları kendi başlarına bulmalarını teşvik etmeyi hedefler. Bu toplantıda, bilimsel araştırmayı desteklemek için akıllı bir zemine oturturulmuştur. Örneğin, 1960'ların başında Schwab ve Brandwein (1962) etkili bir kitap yayımlamışlar ve nüfusun önemli bir kısmının değerli olduğunu, ziraat mühendisliği süreçlerinin deneyimleme imkânının yaygınlaştığını savunmuşlardır. 1990'larda Ulusal Araştırma Konseyi, fen öğretiminde bilimsel, teorik ve pratik açıdan öncü bir rol üstlenmiştir ve fen bilimlerinin öğrencilerin bir şey yapmadığı ve kendilerine bir şeyin yapılmadığı fikrini destekledi. 1990'larda, Ulusal Araştırma Konseyi (1996), fen öğretiminde bilimsel sorgulama sürecine yüksek bir öncelik vermek için bir dizi fen öğrenme standartları geliştirmiş ve “fen bilimleri öğrenmenin öğrencilerin yaptığı bir şey olduğunu, onlara yapılan bir şey olmadığını” savunmuştur. Bu nedenle, öğrencilerin “yapmasını” kolaylaştırmak için konsey, “soru sorma, araştırmaları planlama ve yürütme, veri toplamak için uygun araç ve teknikleri kullanma, kanıt ve açıklamalar arasındaki ilişkiler hakkında eleştirel ve mantıklı düşünme, inşa etme ve araştırma yapma dâhil olmak üzere alternatif açıklamaları analiz etmek ve bilimsel argümanları iletmek gibi kazanımları olduğunu belirtmiştir.

Linn ve diğeri (2003) sorgulamaya dayalı fen öğrenimini şu şekilde tanımlamıştır: Sorgulamayı, öğrencileri bilinçli olarak problemleri teşhis etme, deneyleri eleştirme, alternatifleri ayırt etme, araştırmaları planlama, görüşleri gözden geçirme, varsayımları araştırma, bilgi arama sürecine dâhil etmek olarak tanımlamış ve modeller oluşturma, akranlarla tartışma, farklı kitlelerle iletişim kurma ve tutarlı argümanlar oluşturma şeklinde açıklamışlardır.

Araştırma ve Sorgulamaya Temelli Öğrenme Yaklaşımı'nın benimsendiği ve uygulandığı sınıflarda, öğrencilerin kendi fikirlerini açıkça ifade edebilecekleri bir sınıf ortamını öğretmenler oluşturur. Öğrenciler fen bilimlerinin gerekliliğini, önemini fark eden ve bilimsel bilgiye ulaşmanın verdiği sorumluluğu alan konumdayken öğretmen, öğrencileriyle paylaşımlar yaparak araştırma sürecini kolaylaştıran ve yönlendiren bir rehberdir. Öğretmen, öğrencilere araştırma merakını aşılar ve bilimsel düşünce tarzını geliştirmek amacıyla onları cesaretlendirir ve uygulamalarda bilimsel etik ilkelerinin anlamlı öğrenilmesini sağlayarak araştırma döngüsünde rehberlik eder. Öğretmenler, öğrencilerinin görüşlerini açıkça belirttikleri, görüşlerini farklı sebeplerle destekleyebildikleri ve arkadaşlarının ortaya attığı iddiaları çürütebilmek amacıyla karşıt argümanlar sunabildikleri bir iletişim ağı oluşturmalarını sağlar. Bu tartışma ve iletişim döngüsünde öğretmenlere, öğrencileri yönlendiren ve rehberlik eden rolü yüklenir (MEB, 2013).



Şekil 2. Araştırma Döngüsü (MEB, 2013).

Şekil 2’de ki araştırma döngüsünün aşamalarında gerçekleştirilen uygulamalar incelendiğinde öğrenciyi aktif kılan bir sürecin olduğu görülmektedir. Ayrıca bu döngü bilişsel gelişimi destekleyecek şekilde planlanmıştır. Araştırmanın en önemli noktası, bilgiye öğrencilerin ulaşması ve öğrenciler tarafından keşfedilmesidir (Llewellyn, 2002, 15).

Araştırma temelli öğretim, 21. yüzyıl STEM entegrasyonu ve temel olan eleştirel düşünme alanlarına odaklanan bir öğretim yaklaşımıdır. Bu yaklaşım; araştırma temelli, akıl yürütme, tasarım, analiz ve gerekçelendirmeyi kapsayan bir yaklaşımdır (Read, 2013). NRC'nin raporuna göre, mantıksal çerçeveye dayalı bir program geliştirmek ve bu soruları cevaplamak için akıl yürütmeye ve tahminde bulunmaya teşvik etmek gerekmektedir (NRC, 2005). Bu öğrenme tarzı, öğretmenlerden somut öğrenmeye yönelik çabaları gerektirir. Araştırma temelli becerilere sahip olan gruplar, genellikle K-12 sınıflarında öğretilen bilgiyi kavramsal bir anlayışın ötesinde geliştirirler (Capps ve Crawford, 2013).

Araştırma temelli beceriler, öğrencilerin bilim insanları gibi düşünmelerini, soru sormalarını, araştırmalarını ve problem çözmelerini teşvik eder. Öğretmenlerin de program etkili bir şekilde sorun çözmeye, iletişim haritası oluşturmaya, duygusal paylaşım ve iş birliği yapmaya çalışmak için bu becerilere sahip olmaları gerekir.

Araştırma temelli öğrenmenin önemli bir parçası olan laboratuvar deneyleri, fen derslerinde bilim kavramlarının uygulanması çalışması için Mawn ve diğerleri (2011) tarafından vurgulanmıştır. Bu tür etkinlikler, bilimsel düşünme ve ilgiyi teşvik ederek gerçek dünya yapılandırmalarını sunar.

Araştırma ve deney yoluyla edinilen deneyimler, öğrencilerin aşağıdaki alanlarda öğrenmeyi genişletmelerine yardımcı olur: bilimsel kavramlar, bilimin doğası ve yöntemlerini anlama, analitik ve eleştirel düşünme becerileri ve bilime ilgi (Basey, vd., 2008).

2.1.1.3. STEM Students On the Stage (SOS) Modeli

Harmony Charter okulları, tüm alt gruplardaki öğrencilerin matematik ve fen başarılarını geliştirmek için STEM Students On the Stage (SOS) modeli adı verilen proje tabanlı bir STEM öğretimini 2013-2014 eğitim-öğretim yılında ilk kez uygulamaya başlamıştır. Ancak ilk fikir 2001 yılında ortaya çıkmıştır (Şahin,2015). STEM SOS Modeli, araştırma temelli öğrenme ile proje tabanlı öğrenme yöntemlerinin bir arada kullanılması sonucu oluşturulmuştur. Bu modelin kullanılmasıdaki amaç, öğrencilerin kendi öğrenme sorumluluklarını alarak iş birliği içinde proje tabanlı öğrenme temelinde akademik başarılarını artırmaya odaklanmaktır (Çepni, 2018).

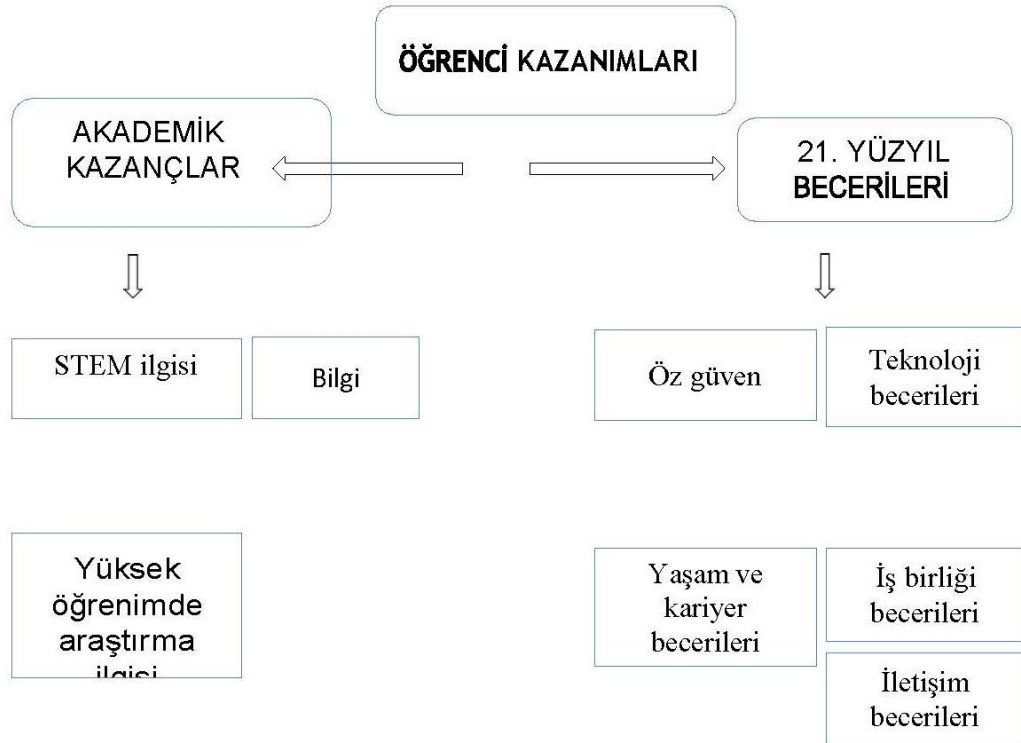
PTÖ'yi oluşturan dört unsur STEM SOS modeli için Harmony Devlet Okulları tarafından şu şekilde açıklanmaktadır.

1. Harmony STEM Students on the Stage (SOS) modelinde, başlatma, öğrencilere iki veya üç PTÖ düzeyindeki süreçlerin aşamalı olarak tanıtılmasına odaklanan, öğrenciye özel yaklaşımlar yoluyla gerçekleşir. Düzey I PTÖ'de, öğretmenlerin ve öğrencilerin bir haftadan fazla sürmeyen PTÖ projelerine katılımları ile başlar. Düzey I PTÖ, hem öğretmenleri hem de öğrencileri, tam bir akademik yıl kadar sürebilen Düzey II ve Düzey III PTÖ'ye hazırlar (Şahin ve Top, 2015). Harmony STEM SOS modeli, PTÖ'deki zaman gereksinimine odaklanmıştır.
2. Harmony STEM SOS modelinde yönetim, öğretmenler tarafından denetlenmektedir. Düzey I PTÖ'de öğretmenler, sınıf içi araştırma sırasında cevaplamaları için öğrenci gruplarına (birlikte çalışan 3-4 öğrenci) sorular verir. Düzey II ve Düzey III PTÖ'de, öğretmenler bir kez daha yönetimin çoğunluğunda aktif katılım sağlar; ancak sadece öğrencilere takım çalışması, ele alınacak konular ve sınıf ortamı dışında yürütülen çalışmalarla ilgili seçenekler sunulur (Erdogan ve Bozeman, 2015).
3. Harmony STEM SOS modelinde çıktılar, öğrenci ürünlerinin belirlenmesi ve aynı ürünlerin yaygınlaştırılması tanımlanır. Harmony STEM SOS modelinde öğrenci ürünleri olarak tanımlanan çıktılar şunları içerir: (a) deneysel verilerin analizinden elde edilen sonuçlar, (b) dünya çapındaki sorunlara pratik çözümler için tasarımlar ve (c) araştırma sonuçlarının teknoloji odaklı sunumları. Ayrıca, yaygınlaştırma olarak tanımlanan çıktılar, öğrencilerin araştırma sonuçlarıyla ilgili okul

düzeyindeki tartışmalara işbirlikçi katılımını ve okul dışı yarışmalara katılımı içerir (Şahin, 2015).

4. Harmony STEM SOS modelinde değerlendirme, öğrencilerin öğrenme algılarını öğretmenlerin ve içerik uzmanlarının geri bildirimleriyle birleştirir. Harmony STEM SOS modelinde, öğrencilere PTÖ'nin erken aşamalarında biçimlendirici değerlendirme sağlamak için değerlendirme listeleri ve örnekler kullanılarak değerlendirme yapılır. Harmony modelinde değerlendirme, öğretmenlerin ve içerik uzmanlarının, PTÖ'nin sonraki aşamalarında toplam değerlendirme aşamasında öğrencilerin çıktılarını genel olarak değerlendirmesiyle sona erer (Erdogan ve Bozeman, 2015).

Şahin (2015), STEM SOS modeli üzerine yaptığı bir çalışma sonucunda öğrenci görüşmelerinden elde ettiği verileri iki kategoride sınıflandırmıştır. Görüşmeler sırasında öğrencilere kazanımları hakkında derinlemesine bilgi verilmiştir. Öğrenci kazanımları ile ilgili görüşme soruları aracılığıyla sağlanan bilgiler, akademik ve 21. yüzyıl becerileri olmak üzere iki kategoriye ortaya çıkarmıştır (bkz. Şekil 2,3).



Şekil 3. Öğrenci Görüşmelerinden Elde Edilen Öğrenci Kazanımları (Şahin ve Top, 2015).

STEM SOS modelinde öğrenciler müfredata bağlı kalmaksızın PTÖ aşamalarını anlamlı bir şekilde öğrenirler. Öğrencilerin 21. yüzyıla hazırlanması için STEM Students On the Stage (SOS) isimli yeni bir PTÖ modeli eğitime entegre edilir. STEM SOS modelinde düzey I, II, III olmak üzere üç farklı seviyede proje uygulamaları vardır (Şahin ve Top, 2015).

Düzy I Projeleri

STEM SOS modelinde süreç, öğretmenler tarafından denetlenmektedir. Düzy I PTÖ'de öğretmenler, sınıf içi araştırma sırasında cevaplamaları için öğrenci gruplarına (birlikte çalışan 3-4 öğrenci) sorular sorar. Öğrencilere konu içeriğine yönelik dönem başına iki Düzy I projesi verilir. Müfredat kapsamına ve sırasına göre 3-4 kişilik gruplar halinde bir hafta içerisinde projeler yürütölür ve Düzy I projesi bir hafta içinde sınıfta tamamlanır. Öğrencilere, eğitim-öğretim yılının başında projeyi tamamlamaları için gerekli olan; araştırmanın nasıl yapılacağı, nelere dikkat edileceğı ve verilerin nasıl analiz edileceğine dair bilgiler verilir. Öğretmenler, projelerin zamanında tamamlanması için rehberlik ve geri bildirim sağlar. Nihai ürün, projenin powerpoint sunumu veya fotoğraf galerisi oluşturma ile çalışmalarının bir raporundan oluşur. Öğretmenler, her proje için ayrı ayrı değerlendirme listeleri kullanarak değerlendirmeler yapar ve Düzy I projelerinde öğrenciler mevcut olan bir yasayı araştırarak doğruluğunu kanıtlamak için deneyler yapabilir. Düzy I projeleri kısa dönemlidir ve sadece bir alanı kapsamaktadır. Bu projeler araştırma yapma becerilerinin kazandırılmasını hedeflediğı için 21. yy. becerilerinin gelişimine de katkı sağlar. Ayrıca Düzy I projeleri, Düzy II ve III Projelerinin temelini oluşturmaktadır (Çepni, 2018).

Düzy II ve III Projeleri

Düzy I projesinin çalışmasının ardından, öğrencilerin matematik veya fen bilimlerine odaklanan, disiplinler arasında yer alan bir STEM SOS projesi gerçekleştirmeleri sağlanmaktadır. Bu tür projeler, rezervasyon yapma fırsatı sunarak anlamlı öğrenmelerine imkân tanımaktadır (Çepni, 2018).

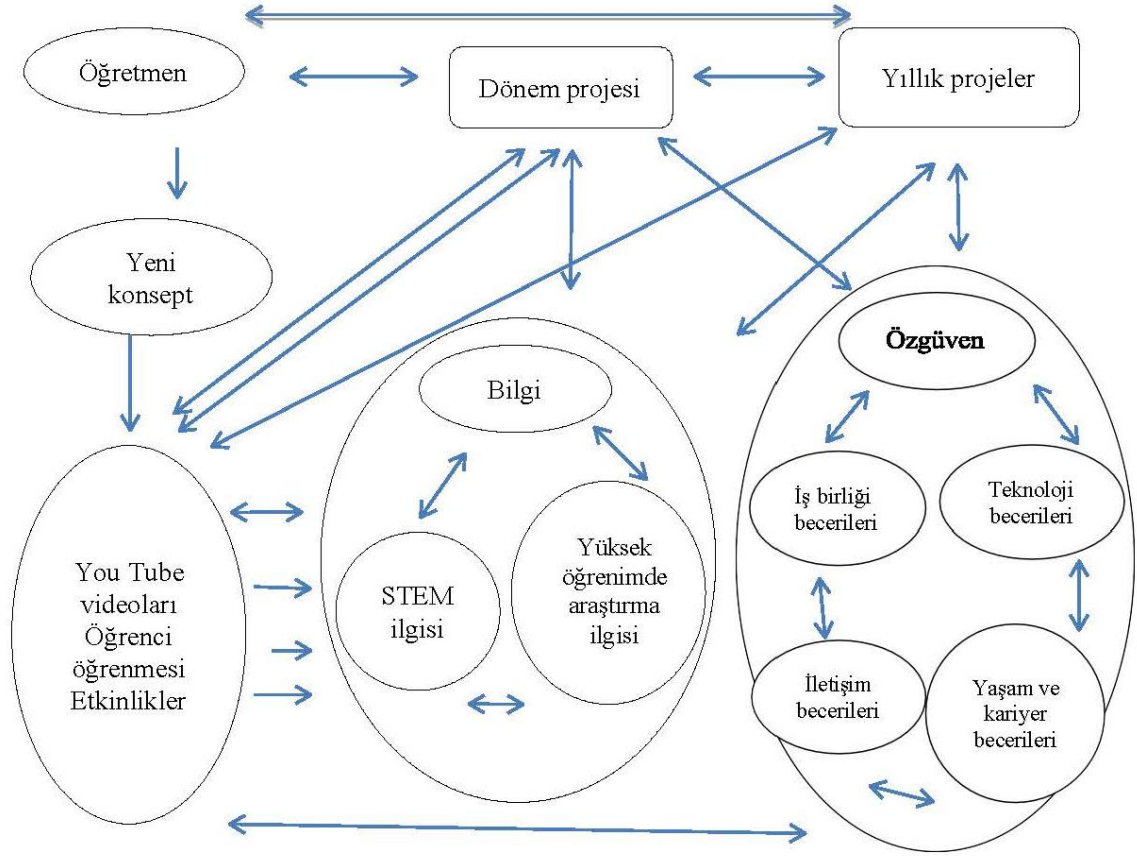
Düzy II projeleri, yılın başında matematik ve bilim dünyasına odaklanan öğrencilerin planlanması ve belirlenmesi. Bu projelerde öğrenci notları ve öğretmen öğrenim dokümanları bulunmaktadır. Öğretmenler, projelerin başarılı bir şekilde yürütölmesi için gereken çalışmaları yapar, değerlendirme listeleri sunar ve geri bildirim

sağlar. Proje geldikten sonra, grupların sonuçları ve video sunumları veya web siteleri aracılığıyla sunarlar (Şahin ve Top, 2015).

Düzey III projeleri, kendi araştırmalarını ve ürünlerini yaratmaktan keyif alan öğrenciler için tasarlanmıştır. Bu disiplinler arası projelendirme yaklaşımı, her türlü projeyi hızla geliştirme ve çeşitli teknolojik olanakları sağlama amacıyla sunulmaktadır. Mevcut projeler genellikle tamamlanmış durumda olup, katılımcılar, önceden belirledikleri kriterlere göre projelerini derecelendirme ve bu süreçte kendi projelerini geliştirme yeteneğine sahiptirler (Şahin ve Top, 2015).

Düzey III projelerinde II’de olduğu gibi öğretmenler tarafından önceden planlama gerektirmez (Çepni, 2018).

Düzey II ve III Projeleri birer dönem olmak üzere bir yıl sürmektedir. Ayrıca Düzey II projeleri çoğunlukla ortaokul seviyesinde uygulanırken, Düzey III projeleri lise seviyelerinde uygulanmaktadır (Çepni, 2018). Düzey II ve III projelerinde teknoloji doğrudan entegre edilerek kullanılır ve bunlar genellikle web sayfasında veya Google Drive gibi uygulamalarda video, fotoğraf paylaşımı ve sunum yapmayı içermektedir (Doğan ve Robin,2015). Öğrencilerin Düzey II ve Düzey III projeleri, bilim fuarlarında, STEM sergilerinde ve STEM ile ilgili diğer yarışmalarda sunulabilmektedir (Şahin ve Top, 2015). STEM SOS modelinde sadece Düzey II ve III projelerinde STEM entegrasyonu gerçekleştirilmektedir (Çepni, 2018).



Şekil 4. Temellendirilmiş Bir STEM SOS Teorisi ve Bileşenleri İle Öğrenciler İçin Faydaları (Şahin ve Top, 2015).

Şahin (2015), STEM SOS modelini tanımlayarak, bu modelin öğrencilerin akademik başarılarına ve yaratıcılıklarına nasıl katkı sağladığını incelemiştir. Şahin'e göre, model iki temel bileşenden oluşmaktadır: öğretmen liderliğinde yapılan öğretim ve öğrencilerin yönlendirildiği ve tamamladığı dönemlik projeler ile yıl boyunca devam eden projeler (Şekil 4). Çalışma ayrıca bu modelden kaynaklanan öğrenci kazanımlarını da tanımlamıştır. Bunlar, akademik başarı ve yaratıcılık şeklindedir. Öğrencilerin akademik bilgi edinmeleri, STEM ilgisi, yükseköğretimde araştırma ilgisi geliştirmelerine hedeflenerek bu model, STEM eğitiminin kalitesini artırmak için velilerin, eğitimcilerin, diğer öğrencilerin ve politikacıların dikkatine sunulmuştur (Şahin ve Almus, 2015; Şahin, vd., 2014).

STEM eğitimi ve STEM SOS modeli, öğrencilerin üniversiteye hazır olmalarını sağlamanın yanı sıra genellikle 21. yüzyıl becerileri olarak kabul edilen önemli bir beceri seti üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. STEM SOS modeli, içerik bilgisini derinleştiren ve becerileri geliştiren karmaşık, özgün öğrenme etkinliklerini içererek 21. yüzyılda

başarının zirvesini oluşturur. Şahin ve Top'un (2014) çalışmasına göre, farklı öğrenci profillerinden ve her iki cinsiyetten gelen öğrencilerin sonuçları ve anketleri, STEM SOS modelinin özellikle kadınlar ve azınlık grupları arasında STEM'e olan ilginin arttığını ve bu öğrencilerin lisans düzeyinde STEM ana dallarına yönelmelerini teşvik ettiğini göstermektedir (Şahin ve Top, 2014).

Ayrıca, STEM SOS etkinlikleri sırasında öğrenciler bilimsel yöntemleri kullanmaları, akademisyenler ve uzmanlarla işbirliği yapmaları, sınıf arkadaşlarına konuları öğretmeyi ve bulgularını teknoloji aracılığıyla sunmayı öğrenirler. Bu etkinlikler, sadece belirli bir konuda bilgi sahibi olmalarına yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin yanı sıra ekip çalışması, iletişim, azim, yaratıcılık ve problem çözme gibi kritik beceri geliştirmelerine destek olur. PTÖ projeleri, her öğrencinin üniversiteye gitme potansiyeline sahip olduğu ve güçlü bir STEM temeli ile kariyer arasında başarılı bir şekilde bağlantı kurduğu bir üniversite kültürü oluşturmada kampüse yardımcı olur (Şahin, vd., 2014).

2.2. STEM Eğitiminin Farklı Ülkelerdeki Durumu

STEM kavramı Amerika Birleşik Devletleri'nde ilk olarak ortaya çıkan ve 2010'lu yıllarda fark edilmeye başlayan bir kavramdır. Son on yılda STEM'e olan ilgiyi ve şu anki halini anlatan ilginç bir detay bulunur: Barack Obama ve yönetimin STEM eğitimi ve danışmanlığını üstlendiği iki ayrı organizasyon bulunmaktadır. Bunlar, 2009'da Educate to Innovate'i, sonrasında 2010'da ise Change the Equation'ı başlatmıştır. Change the Equation, iş dünyasının STEM eğitime daha fazla dâhil olması için özel bir eylem çağrısı olup, aynı zamanda Educate to Innovate'in hedeflerinden birisidir. Educate to Innovate'in diğer hedefleri arasında STEM alanlarında ve kariyerlerinde çeşitliliğin artırılması, STEM öğretmen kalitesinin iyileştirilmesi ve hükümetin federal düzeyde STEM'e daha fazla yatırım yapmasını sağlamak yer almaktadır (MJ Mohr-Schroeder, vd., 2015).

Araştırma bulguları STEM odaklı müfredatın akademik yeterlilik konusunda STEM eğitimi alan öğrenciler lehine avantaj sağladığı sonucunu göstermektedir. Fen puanlarında ise her iki okul türü için ölçülebilir bir farklılık meydana gelmediği sonucuna varılmıştır (McKinnon, 2018).

ABD’ de STEM okullarının ortak özelliği, proje tabanlı öğrenme ve mühendislik tasarım süreci gibi yenilikçi yaklaşımların harmanlandığı, öğrencilerin bir bilim insanı, matematikçi ya da mühendis gibi düşünerek problemlere çözüm üretmelerini amaçlayan okullar olmalarıdır. STEM alanlarında daha fazla öğrencinin kariyer sahibi olabilmesi için, itici bir güç sağlaması açısından kurulan bu okullardaki yenilikçi yaklaşımlar ile öğrencilere yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerinin kazandırılması odak noktası haline gelmiştir. Ayrıca, iş dünyasının beklentilerini karşılayacak bilgi ve becerilerin okul ortamında kazandırılıp geliştirilmesi hedeflenmektedir. ABD’de öne çıkan STEM okulları, sınav ya da kriter gözetmeksizin öğrenci kabul eden okullardır. Bu okulların amacı öğrencilerin sosyoekonomik düzeylerini gözetmeksizin, STEM alanlarına motivasyonunu artırarak öğrencileri STEM alanlarında üniversite eğitimine yönlendirmektir (Akgündüz, vd., 2015).

Wahono ve diğerleri (2020) tarafından yürütülen bir araştırma, STEM uygulamalarının öğrencilerin öğrenme sonuçları nasıl değerlendirileceğini ele almıştır. Araştırmanın sonuçları, STEM uygulamalarının öğrencilerin üst düzeyde düşünüp geliştirdiğini, akademik başarılarını artırdığını ve öğrenme motivasyonlarını artırdığını göstermektedir. Bu, STEM süreçlerinin değerlendirilmesinde öğrencilerin genel öğrenme etkinliklerini ve performanslarını olumlu yönde etkileyeceğine işaret eder.

Çin, 1949’da eğitimin temel hedeflerinden birinin fen ve teknoloji alanında verilen önemin arttığını belirtmiştir. Bu, hedeflenen orandan daha fazla sayıda bireyin, toplumun bilim ve teknolojisine olan ilgisini artırmak ve eğitimde bu farklılıkları daha da fazla ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Fen ve matematik dersleri bu hedeflere kıyasla olağanüstü zorunlu hale getirilmiştir. STEM eğitimi, üniversitelerin programlarına dahil edilmiş ve STEM sınıflarını yetiştirmeyi amaçlayan düzenlemeler yapılmıştır (Gao, 2015; MEB, 2016). Bilginin bizim dünyada önemli olduğunu ve ekonominin bilgiyle daha da geliştirilebileceğini belirtmiştir (Pekbay, 2017). Güney Kore, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı tarafından STEM eğitime sanat da entegre edilerek STEAM olarak uygulanması başlatılmıştır (Kang, vd., 2013). 2011 yılında, öğrencilerin fen ve teknoloji alanında çalışmalarını geliştirmek ve problem çözme konusunda eğitim almaları amaçlanmaktadır.

Rusya eğitim stratejisinde öncelikli olarak üniversite eğitimlerini güçlendirmeyi

ve geliştirmeyi amaçlamıştır. Hkmet STEM eēitimi alanında üç ana hedef belirlemiştir. Mühendislik eēitimini veren programların, matematik eēitiminin kalitesini ve verimliliēini artırmak ve üniversitelerde tıp, mühendislik ve fen bilimlerini kapsayan programların kalitesini artırarak bu alanlarda gelişmeyi saēlamaktır (MEB, 2016).

Avustralya'daki ērencilerin STEM alanında yarışmalara katılma motivasyonları arasında En nemli STEM Eēitimini kapsayan bir programdır (Ainley, vd., 2008). Henüz yapılmamış olmasına raēmen Avustralya'da bilim ve mühendislikte araştırma ve iş gücü eksikliēi olduēu belirtilmektedir (Marginson, vd., 2013). Özellikle zeki yelerin STEM kariyerinde önemli yeri vardır. Bu, inovasyon hızının iki ana hedefe ulařtıēı anlamına gelmektedir. Bunlar; lise mezunlarının STEM alanındaki bilgi ve daēıtımları ve bu hesaplamayı kullanarak karmaşık bilim ve mühendislik sorunlarına mler üretmeleri ile STEM konularına ilgi duymalarıdır. Bu baēlamda ēretmen eēitimlerine odaklanılarak 200'den fazla ēretmen STEM uzmanı olarak yetiştirilmiştir (Çepni, 2018). Australian Council of Learned Academies'in yayınladıēı rapora bakıldıēında Avustralya'nın STEM eēitimine verdiēi önem açıkça görülmektedir (Marginson, vd., 2013).

2.2.1. Ülkemizde ve Dünyada STEM

OECD'nin kurucu üyelerinden biri olan Türkiye, Avrupa Birliēine ye olmak için eēitim sisteminde reform hareketleri gerçekleştirmektedir. Son yıllardaki önemli gelişmelere raēmen bilimsel araştırma ve faaliyetlerindeki işgücünün nüfusa oranı OECD ülkelerine göre daha düşük seviyelerdedir. PISA ve TIMS sınavlarındaki sonuçlar ise istenilen seviyede deēildir. Bu sonuçlar ülkemizin eēitim, yenilikçilik ve retkenliēinin gelişmiş ülkelerin gerisinde kaldıēını göstermektedir (Çepni, 2018). Türkiye'de 2017 yılında yapılan program deēiřikliēinde fen programlarında STEM kazanımlarına yönelik eēilimler olduēu görülmektedir. Ülkemizde STEM eēitimi ile ilgili atılan ilk adım Millî Eēitim Bakanlıēı (MEB) tarafından 2016 yılında STEM Eēitim Raporunun hazırlanmasıdır (Çepni, 2018). Bu raporda belirtilen Eylem Planı'nda nceliēin STEM eēitim merkezlerinin kurulması gerektiēi belirtilmiştir (MEB, 2016). Bu rapora istinaden ülkemizde hem niversiteler bünyesinde hem de milli eēitim müdürlükleri desteēiyle STEM merkezleri kurulmaya başlamıştır. Ayrıca bu kurumlar çeşitli STEM eēitimleri düzenlemektedir. Düzenlenen eēitimler daha çok robotik kodlama alanında yoēunlařmaktadır. Ülkemizde ABD'de olduēu gibi, STEM eēitimini temel alan bir

öğretim programı olmadığından, çoğunlukla öğretim programı dışındaki informal öğrenme ortamlarında STEM etkinlikleri gerçekleştirilmektedir (Çepni, 2018). Ayrıca ülkemizde STEM ile ilgili çalışmalar yeterli değildir fakat son yıllarda STEM ile ilgili çalışma sayısı her geçen gün artmaktadır (Çorlu, 2013).

Gülhan'ın (2022) Türkiye'deki STEM araştırmaları üzerine yaptığı çalışma, genel eğilimlere odaklanmıştır. Araştırma, STEM çalışmalarında en yaygın olarak nitel araştırma yöntemlerinin sınırlı olduğu, fen bilimleri ödülleri en çok tercih edilen disiplinin olduğu, ortaokul programının en çok araştırma grubu olarak seçildiği ve akademik başarı, değişkenlerin en çok araştırıldığını ve beceri gibi araştırma yöntemlerinin sınırlı olduğu görülmüştür. Çelik'in (2021) çalışması ise bir il merkezindeki bir devlet üniversitesindeki fen bilgisi öğretmenliği programının üçüncü sınıfındaki 30 fen bilimleri öğretmen adayıyla gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma, yük taşıma hizmeti sağlayan bir şirket tarafından yürütülmüştür. Çalışmada, nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin yanı sıra iyileştirici karma araştırma yöntemi de kullanılmıştır.

Araştırma, STEM eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine, STEM farkındalığına ve öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüşlerine odaklanmıştır. Yakınsayan paralel desen, nicel ve nitel verileri aynı anda toplamayı ve analiz etmeyi sağlayarak araştırmacıya kapsamlı bir perspektif sunar.

Ülkemizde ve dünyada STEM eğitime olan ilgi artışı ele alınarak, dünyadaki farklı yaklaşımları da kapsayan genel bir STEM eğitimi analizi yapılmıştır. Milli Eğitim Bakanlığı'na Bağlı Kayseri Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından 2013 yılından itibaren bazı okulların seçildiği STEM eğitim projesi, Türkiye'de STEM sürecinin ilk olarak Kayseri ilinde başladığını göstermektedir. Ayrıca, birçok devlet üniversitesinde benzer çalışmalar yürütülerek STEM eğitime yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Muş Alparslan Üniversitesi, 2013-2014 eğitim yılında fen bilgisi öğretmen adaylarının dünyaya yönelik STEM laboratuvarı oluşturmuş ve eğitimler sunmuştur. Şu an Orta Doğu Teknik Üniversitesi himayesinde STEM eğitim merkezi çeşitli eğitimlere ev sahipliği yapmaktadır. Ayrıca, STEM eğitimi üzerine yapılan vakıf üniversitesi çalışmaları da bulunmaktadır. STEM konusu Türkiye'de son yıllarda birçok araştırmacının ilgisini çekmiş ve tez konularına yansımıştır. 2015 öncesinde Millî Eğitim Bakanlığı'nın STEM eğitimi üzerine bir çalışma yapmadığı sonrasında ise konuya odaklandığı görülmektedir. MEB, STEM Eğitim Raporu (2016), STEM Öğretmen Eğitimi El Kitabı (2018) ve

Öğretim Programları (2018) gibi yayınlarla bu alanda belgeler oluşturmayı hedeflemektedir. 2018'de Yükseköğretim Kurulu (YÖK) fen bilimleri öğretmenliği lisans çalışması STEM yaklaşımını kullanmıştır. STEM eğitimiyle ilgili çalışmalara aktif olarak katılan kurumlar arasında, Hacettepe Üniversitesi'ndeki Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi ve Uygulamaları Laboratuvarı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, Özyeğin Üniversitesi'ndeki STEM Akademi ve TÜSİAD'ın STEM+A Projesi gibi örnekler yer almaktadır.

TÜBİTAK da STEM eğitimi konusunu önemsemekte ve bu doğrultuda çeşitli proje çağrılarında STEM eğitimini destekleyici faaliyetlere yer vermektedir (Altunel, 2018). Bunun yanı sıra, gençlik merkezlerinde kurulan DENEYAP atölyeleri, ülkemizde STEM eğitime verilen önemi gösteren bir başka örnek olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bilgiler ışığında, ulusal çapta STEM yaklaşımının değer kazandığı ve desteklendiği gözlemlenmektedir. Bununla birlikte, uluslararası alanda da çeşitli ülkelerin STEM eğitimi üzerine yoğunlaşmaları incelenmiştir. Dünyada STEM'in çıkış noktası olarak kabul edilen Amerika da STEM in bir devlet politikası olmasında 2010 yılı o zamanki başkanı olan Barack Obama' nın yaptığı bir konuşma da *“Geleceğin liderliği, öğrencilerimizi hangi alanda eğittiğimize özellikle (STEM) ise fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında nasıl eğiteceğimize bağlıdır”* (Obama, 2010) açıklaması olmuştur. STEM'in önemini kavrayan Başkan Barack Obama hükümeti, bütçeden öğretmen ve öğrencilere bu alanlarda kendilerini geliştirmeleri için kaynak sağlamak amacıyla fon ayırmıştır.

Belçika'da, Amerika'daki gibi STEM eğitime olan ilginin ve farkındalığın hızla arttığı ifade edilebilir. Bölgedeki çeşitli eğitim seviyelerinde çalışan eğitimciler, STEM araştırma ve uygulama grupları oluşturmaktadırlar. Ülkede 60' tan çok STEM eğitim Akademisi bulunmakta ve bu merkezlerde öğretmenlere STEM eğitimleri verilmektedir. Bu akademilerde öğrenciler, STEM konusunda başarılı olan bireyleri model olarak onların çalışmalarından ilham almakta ve bu sayede geleceğin STEM iş gücü için bir temel oluşturulmaktadır (Department of Education and Training, 2012). Diğer taraftan Hong Kong'un uzak doğu ülkesi olması, hükümetinin eğitim sistemine yönelik bakışı dair istatistiksel olarak anlamlı bir örnektir. Ülke, vatandaşların yaşam boyu öğrenmelerine ve kişisel gelişimlerine katkı sağlamak amacıyla, okul öğretim programlarını sürekli

güncellemekte ve STEM yaklaşımına önem vermektedir (Hong Kong Education Bureau, 2016).

Güney Kore'de durum biraz farklıdır. 2009'da 57 ülkenin yer aldığı PISA testlerine göre, ilkokul ve ortaokul seviyesindeki öğrencilerin fen bilimlerine olan ilgi ve tutumları açısından ülkenin seviyesi 55. sırada yer almaktadır (OECD, 2010). Bu sonuçların ardından Güney Kore hükümeti, öğrencilerin fen bilimlerini daha iyi kavramlarını, sorun çözme süreçlerini geliştirmelerini ve fen bilimlerine olan ilgiyi arttırmayı amaçlayarak ilkokul ve ortaokullarda STEAM eğitimini teşvik etmiştir. Bu raporlar, Yunanistan'da sistematik köklü değişiklikler yapıldığını ve Güney Kore hükümetinin 2011 yılında bu yönde adımlar attığını göstermektedir (Park, vd., 2012).

Avrupa genelinde, STEM alanındaki talep ve ilginin bazı eksikliklerle beraber arttığı belirtilebilir. STEM eğitiminin daha da geliştirilmesi için, öğrencilerin öğrendikleri bilgilerin bir kısmını bir araya getirerek, STEM eğitiminin daha da geliştirilmesi gerekmektedir. Avrupa'da gözlemlenen genel sorunlar arasında biri, bilgi teknolojileri alanında olası iş gücü kayıplarıdır. Ayrıca, fizik ve matematik alanında uzmanlaşmış bilim insanlarının sayısının azalması ve STEM alanını tercih eden kadınların oranının düşmesi, STEM eğitime verilen önemi artıran faktörler arasında bulunmaktadır. (Ulutan, 2018).

YEĞİTEK tarafından 2017'de yapılan "Küresel STEM Yaklaşımları" araştırması, 42.207 öğretmenin değerlendirilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, öğrencilerin %85,4'ü STEM etkinliklerini kullanmaları durumunda eğitim politikaları açısından faydalı olarak görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre, Liseliler 'in STEM etkinliklerinin bir kısmının öğrenci performansı ve ilgisini artıran bir araç olduğunu düşünmektedir. Öğretmenler, bu etkinliklerin öğrencilerin derse olan ilgisini (%88,3) ve başarısını (%84,4) artırdığını belirtmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, öğretmenlerin büyük bir kısmı STEM etkinliklerinin öğrenci performansını ve ilgisini artırdığı konusunda olumlu bir görüşe sahiptir. Derslerde öğrencilerin STEM etkinlikleri çerçevesinde tasarım yapmalarının (%90,9), öğrenci başarısını artırdığını vurgulayan öğretmenler, yapılan saha ziyaretlerinde, STEM etkinliklerini uygulamak istediklerini, ancak bu etkinliklerin okul ve sınıf ortamında nasıl uygulanacağı konusunda rehber bir dokümana ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir.

Çin, dünya nüfusunun en kalabalık ülkesi olmanın yanı sıra, bilim, matematik ve doğa bilimlerini içeren, ayrıca disiplinler arası konuları kapsayan bir STEM eğitim sistemine sahiptir. Yüksek lisans düzeyindeki öğretim programlarının çoğunda, konuların bilimsel olarak okunması ve sorun çözme konularında çalışmalar yer almaktadır. Bu, fen bilimleri eğitiminin Çin'de bir öncelik olarak kabul edilmekte ve ülke eğitim platformu önemli bir yer tutmaktadır (Gao, 2013).

Çin'de 1949 yılında oluşturulan eğitim hedeflerinin, fen ve teknoloji alanlarının kalitesine dikkat çektiği görülmektedir. Bu koleksiyonun geçmişteki toplum bilimine ve fen bilimlerine verilen önemi arttırmıştır. Çin, eğitimdeki bu savaşta daha fazla yer ayırmıştır. Fen ve matematik dersleri bu sınıflandırma dışında zorunlu hale getirilmiştir. Üniversitelerin STEM eğitim programlarına yer verilmiş ve STEM gruplarının öğretmen yetiştirmek amacıyla düzenlemeleri yapılmıştır (Gao, 2015; MEB, 2016). Bilginin günümüz dünyasında önemli olduğunu ve ekonominin bilgi ile daha fazla iyileştirilebileceğini belirtmiştir (Pekbay, 2017).

2.3. STEM Eğitiminin Tarihsel gelişimi

STEM eğitim modeli, günümüzde yaygın olarak uygulanmasına ve dünya çapında hızla popülerlik kazanan bir yaklaşım olmasının yanı sıra, aslında katılımcıları oldukça eski zamanlara dayanmaktadır. STEM yaklaşımının gelişimi, 2. Dünya Savaşı ve ardından Ruslar tarafından uzaya gönderilen Sputnik Uzay Aracıyla başlamıştır. Sovyetler Birliği, 1957'de Sputnik 1 adlı bir uzay aracını başarılı bir şekilde uzaya fırlatmış ve bu olay sonucunda Amerika ile arasında bir uzay rekabeti yaratmaya başlamıştır. Sputnik'in ulusal bir savunma önceliği haline gelmesiyle, Amerika 1958'de NASA'yı kurarak en etkili eğitim yöntemlerini uygulamaya başlamıştır (White, 2014). NASA'nın oluşumundan bu yana Amerika'nın başkanı olan John F. Kennedy, diğer ülkelerle rekabet için Amerika'nın STEM alanlarında ilerlemesi gerektiğini belirtmiştir. Özellikle Rusya'nın STEM disiplinde ilerlemesini sürdüren bir programın önemli olduğu vurgulanmaktadır (Woodruff, 2013). Dünya genelinde gerçekleşen bazı önemli olaylar, STEM eğitiminin evrimine önemli katkılarda bulunduğunu söyleyebiliriz. Buna örnek olarak; tüm dünyayı etkileyen II. Dünya savaşı sırasında atom bombasının kullanımı ve insanlığın merakı sonrası 1957 yılında başlayan uzayla ilgili yaşanan gelişmeler, Aya yapılan ilk iniş gibi olayların uluslararası ekonomik ve rekabet alanındaki mühendislik, bilim, teknolojinin kritik projeler sunulabilir. Bu tür ilerlemeler, STEM

perspektifinin temellerini oluşturmuştur denilebilir (Aysu, 2019). Bu yeni yaklaşıma ilk olarak Sanders, SMET kısaltmasının kullanılmasını önermiştir.

NSF, 90'lı yıllarda "SME+T" olarak kullandığı kavramı 2002 yılından itibaren "STEM" olarak kullanmaya başlamıştır (Değirmenci, 2020).

Fen bilimleri, Matematik ve Teknoloji ilişkili olarak SMET, Sanders (2009) tarafından Fen, matematik ve mühendislik disiplinlerini teknolojiyle birleştirerek yeni ürünler geliştirme ve etkileşimde bulunma, çoklu bakış açısı kazandırma anlayışını temel bir biçimde tanımlamaktadır. Bu terim, ilk defa Ulusal Bilim Vakfı [NSF] tarafından "SME and T" başlıklı raporda kullanılmıştır. Dr. Ramaley ise STEM kavramını kısaca bir eğitim öznel olarak açıklamıştır. Bu yaklaşım, garsonluk gerçek dünya problemleriyle başa çıkma ve yenilikleri takip etme yeteneği kazandırarak disiplinler arası pedagojileri içine alana yönelik öğrenmeyi uyguladı (Çepni, 2017). Amerika Ulusal Bilim Vakfı'nın o dönemki yöneticisi Dr. Judith Rahmaley, 2001 yılında STEM konsepti için şu tanımlı yapmıştır: *"STEM, Fen ve matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerini destekleme rol üstlenir. Fen ve matematik evrenin zirve oluştururken mühendislik ve teknoloji, bireylerin evrenle "Çevresinde bulunan araçlardır"* (Christenson, Horn & Johnson, 2011). STEM kelimesinde yer alan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin ingilizce karşılıkları olan Science (S), Technology (T), Engineering (E) ve Mathematics (M) kelimelerinin ilk harflerinin bir araya getirilmesi ile oluşturulan bir kısaltmadır (Bender, 2018; Catterall, 2017).

2.4. STEM Eğitiminin Önemi

18-20 yıl sonrası için yetiştirdiğimiz çocuklarımıza bugünden nasıl bir eğitim vermeliyiz ki gelecekte yetkin birer birey olabilsinler?" sorusuna cevap aradığımızda STEM yaklaşımının ne derece önemli olduğu ciddi bir şekilde anlaşılmaktadır (MEB, 2019). Doğru bir STEM eğitimi, Fen Bilimleri, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerindeki teorik bilgilerin pratiğe, yeni ürünlerin ve özgün buluşların ortaya çıkmasına dönüştürölmesine imkân tanıdığı için son derece önemlidir. Bunun yanında STEM eğitimi ile formal eğitim basamakları olan ilköğretim ve ortaöğretim okullarında öğrenim gören meraklı, öğrenmeye istekli, soru sorma becerilerine sahip, yetenekli ve buluş yapmaya ilgisi olan öğrencilerin belirlenmesini sağlamak ve üniversitelerin Fen Bilimleri, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarıyla ilgili bölümlerine

yönlendirilmesine teşvik edilmesi hedeflenmektedir. Nitelikli iş gücü potansiyelinin artırılmasını sağlayan, gerekli stratejilerden biri olan deneme ve yanılma yaparak öğrenme, soru sorma, etkili grup çalışmaya odaklı, araştırma ve buluş yapma gibi gayretlerinin ortaya çıkarılmasına imkân veren ve geliştirilmesini sağlayan STEM eğitiminin önemi her geçen gün artmaktadır. Verilecek doğru bir STEM eğitimi, rekabetçi işgücü piyasasında, üretim, Ar-Ge, yenilik, inovasyon, her türlü bilimsel teknik altyapı, süreç geliştirme ve ülkenin nitelikli işgücü açığını kapatmada hizmet edecektir, denilebilir (MEB, 2018).

Geleceğin sistemleri, bilim ve teknolojiyle şekillenen 21. yüzyıl bireyleri tarafından memnuniyetle karşılanan bir gelişmedir. Günlük yaşamın çok sayıda parçası, toplumsal, yapısal ve işlevsel faktörler, paydaşlar ve paydaşların katılımıyla gerçekleşir. Bu durum, devlet programlarının özeti olup, özellikle bölgedeki disiplinler arası öğretim programlarına ağırlık verilmesini teşvik eden bir çalışmadır (Hacıoğlu, 2017). İşte bütüncül bir yaklaşım olan STEM'in önemli hedeflerinden biri de yenilikçi düşünce üretebilen bir nesil yetiştirmek ve öğrencileri STEM'e dâhil eden müfredat ile öğrencileri yenilik ve icat yapmaya özendiren öğretim stratejilerini teşvik etmektir (Sarıcan, 2017; Kennedy ve Odell, 2014).

Avrupa Birliği (AB), fen bilimleri eğitimiyle ilgili olarak 2007 yılında "Fen Eğitimi Şimdi: Avrupa'nın Geleceği için Yenilenen Pedagoji" adlı bir rapor yayınlamıştır. Rapora göre, Avrupa'da gençlerin bilim, teknoloji ve matematiğe olan ilgileri önemli ölçüde azalmıştır ve uzun vadede, etkin eylem planları yapılmadığı takdirde Avrupa'nın gelişmiş kapasitesinin kritik düzeyde azalacağı vurgulanmıştır (Akgündüz, vd., 2015).

Çağın gereksinimlerini bilen ülkemiz STEM eğitiminin de önemini anlamış ve bu doğrultuda dene yap atölyeleri ile birlikte, ilk yerli ve milli teknoloji hamlesi olan dünyada bu denli büyük bir yarışma olmayan TEKNOFEST yarışmaları ile tam bağımsız Türkiye yolunda geleceğin mucitlerini arayan onlara içlerindeki cevherleri ortaya çıkarmaya fırsat veren ülke konumuna gelecektir.

2.4.1. STEM Eğitiminin Yararları

Dünyada her alanda gelişmiş sayılan ve gelişmekte olan çok sayıda ülkeler sadece müfredatı içeriksel öğretimine göre hazırlamaktan vazgeçip, ülkelerinin eğitim sistemlerini temelde sorgulamacı sisteme dayalı, araştırma yapmaya teşvik edici, üretime ve buluş yapmaya yönelik olarak planlayan ve merkezinde proje tabanlı disiplinler arası olmayı hedefleyen STEM eğitime dayandırmayı amaçlamaktadırlar (MEB, 2018). STEM eğitimini bu kadar merkeze alan yaklaşımın temelinde STEM disiplinleriyle ilgili iş alanlarında giderek artan işgücü ihtiyacının artması yatmaktadır. 21. yüzyıl becerileri ile donanımlı bireylere olan ihtiyaç aslında iyi bir STEM eğitiminden geçmektedir. Kaliteli bir STEM eğitimiyle, bireyler kendi uzmanlık alanlarında gerekli bilgi, yetenek ve donanıma sahip olarak iş hayatında başarılı olabilirler. (Royal, 2013).

İyi bir STEM eğitimi almış öğrencilerin kendilerine sağladığı yararları Morrison (2006) şu şekilde sıralamıştır;

- Günlük hayat probleminin farkına varan ve problemleri çözebilen
- Yenilikçi olan,
- Kendine güvenen,
- Mantıksal düşünen,
- Teknoloji okuryazarı olan,
- Okul ve iş yaşamı arasında köprü kurabilen
- Kendi kültür ve tarihlerini eğitimleriyle ilişkilendirebilen kişilerdir.

21. Yüzyılın dünyasına bakıldığında pek çok ülkede üretim, buluş yapma, savunma sanayisi ürünlerindeki yenilik ve teknolojik gelişme alanlarındaki çağı yakalama yarışı iyice hızlanmıştır. Bu şekildeki bir yarış ortamı aslında bütün ülkeleri bilime, fenne, mühendisliğe ve yenilikçi teknolojilere kısacası geleceğe yatırım yapmaya özendirilmektedir (MEB, 2018). Bunların yanı sıra yapılan pek çok araştırmalar STEM eğitiminin sadece belli alanlara değil aynı zamanda ülkelerin ekonomisi üzerinde de çok önemli bir yerinin olduğunu ortaya koymaktadır.

STEM eğitim koalisyon direktörü James Brown “*Ekonominin geleceği STEM alanlarındadır*” şeklide ifadesine göre STEM eğitiminin ülkelerin ekonomik

kalkınmasına faydalı olacağı söylenebilir. Modern ekonomi diye adlandırabileceğimiz kendi ihtiyaçlarını kendisi karşılama özelliğine sahip toplumlara bakıldığında her geçen gün nitelikli araştırmacılar aramakta ve bu alanlarda çalışacak teknisyenlere ihtiyaç duymaktadırlar (TÜSİAD, 2017). Bu açıdan bakıldığında STEM eğitimi bu ihtiyacı karşılayan bir yaklaşımdır.

Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü [YEĞİTEK], Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı olarak 2017 yılında gerçekleştirdiği "Küresel STEM Yaklaşımları" adlı projeye 42.207 öğretmenin katılımını sağlamıştır. Öğretmenlerden elde edilen avantajlara dayanarak çeşitli avantajlar elde edilmiştir. Araştırmaya katılanların %85,4'ü, ders kapsamında STEM eğitime dayalı etkinliklerle ders işlemenin faydalı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, katılımcılar benzer etkinliklerin öğrencilerin ilgisini %88,3 oranında artırdığını ve ders başarısını da %84,4 oranında yükselttiğini ifade etmiştir.

Öğretmenlerin bütçeleri, öğrencilerin STEM planlamalarının (%90,9) oranında olumlu yönlerle yönelmesini vurgulamıştır. Öğretmenlerimiz, araştırma kapsamında yapılan alan ziyaretlerinde ve yüz yüze görüşmelerde, STEM eğitimi temelli etkinlikleri derslerinde kullanmak istediklerini dile getirmişlerdir. Fakat bu etkinlikleri sınıf ve okul ortamında nasıl uygulayacakları konusunda rehberlik edecek bir dokümana ihtiyaç duyduklarını belirtmektedirler (MEB, 2018). Kısaca STEM eğitimi ile 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması, öğrencilerin akademik başarılarının artırılması ve ülkelerin ekonomik anlamda gelişmesi STEM eğitimden beklenen faydaları olarak sıralanabilir.

2.5. Fen Eğitimi ve STEM

Bilim terimi STEM çevirisinde, bilim olarak geçen Türkçe karşılığı genellikle "bilim" veya "fen bilimleri" olarak adlandırılır. Fen, canlı ve cansız varlıkları, doğa olaylarını, hatta evreni ve bunlar arasındaki ilişkileri araştırarak elde edilen bilgileri genelleme ve geleceğe yönelik tahminlerde bulunma çabası olarak ifade edilir. Bilimsel bir olgunun açıklanabilmesi için, öğrencilerin belirli bir bilgi düzeyine erişmeleri gereklidir. Fen bilimleri, bilgi birikimin yanı sıra, problem çözme, eleştirel düşünme, iletişim becerilerini geliştirmektedir. Fen eğitimi sayesinde, çıkarımları test etmek veya karşılaşılan problemlere çözüm aramak amacıyla veriler toplamak ve toplanan bu verilerle tahmin yaparak sonuçlarını yorumlandığı ve böylelikle bilimsel süreç becerilerinin geliştiği belirtilmektedir (Harlen ve Wake, 1999). Fen bilimleri öğretim

programlarında; fen okuryazarı bireyler yetiştirmek, fen bilimlerine ait gerekli bilgi ve becerileri kazandırmak ve fen-teknoloji-mühendislik disiplinlerine özgü becerilerin kazandırılması amaçlanmaktadır (Çepni, 2018; MEB, 2013). Fen bilimleri öğretim programında belirtilen amaçlar arasında öğrencilerin, günlük yaşamda karşılaştıkları problemlere yönelik sorumluluk alması ve bu problemlere çözüm üretirken fen bilimlerine özgü bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılması yer almaktadır (MEB, 2013).

Günlük hayat problemlerine yaratıcı çözümler üretebilecek bireylere ihtiyaç artmaktadır. Bu bağlamda bireylerin; bilimsel okuryazarlık çerçevesinde eleştirel ve yaratıcı düşünme, problem çözme, iş birliği ve liderlik, öğrenmeyi öğrenme ve iletişim gibi becerileri içeren 21. yüzyıl becerilerine sahip olması gerektiği belirtilmiştir (Wagner, 2008; Bybee, 2010). Bu amaçla STEM eğitimi günümüz dünyasının her alanını biçimlendirmekte ve gelecekte karşılaşılması olası problemlerin çözümü için kilit bir rol üstlenmektedir (NRC, 2011; NGSS, 2013). STEM, günlük hayatta karşılaşılan sorunlara farklı bakış açıları geliştirilmek için bir bilişim teknolojisidir. Bu bağlamda, fen bilimleri dersleri çerçevesinde matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin entegre edilmesi etkili olarak kabul edilir (Bybee, 2010; NGSS 2013). Fen, bilim bilgisinden oluşan bir disiplinler arası iletişimi kapsayan bir süreç olarak nitelendirilmiştir (Bahar, vd. 2018). Disiplinler arası süreci temel alarak birçok ülke STEM eğitimi ve mühendislik uygulamalarını öğretim programlarında reforma giderek entegre etmiştir (Yıldırım ve Altun, 2015).

Fen öğretim programlarında uzun zamandır kullanılan yapılandırmacılık ile STEM eğitiminin ortak noktaları bulunmaktadır. Yapılandırmacı yaklaşımda; öğrenme, gerçek yaşamda karşılaşılan durumlarla zengin yaşantılar kurarak yeni özellikler barındıran ilişkilerle gerçekleşir (Yurdakul, 2004). Öğrenme STEM eğitiminde de aynı şekilde gerçekleşmektedir (Bybee, 2010). Yapılandırmacı yaklaşım; öğrencilere yaparak yaşayarak öğrenme, problemlere çözüm üretme ve karar verme gibi becerilerin kazandırılmasını hedefler; öğrenciler kendi meraklarını uyandırır ve merakını; soru sorma, araştırma ve keşfetme süreçlerinde kullanarak kendi kendini motive eder (Yılmaz ve Çavaş,2003). Öğrencilerin öğrenme sürecinde kendi deneyim ve bilgilerinden yararlanmalarının, bilgi paylaşımının ve STEM eğitiminde kabul edilen öğrencilerin rollerine değer verilmesinin önemli olduğu vurgulanmaktadır (Morrison, 2006; Bybee,

2010; Çorlu, 2013). Bahar ve diğerleri (2018), güncellenen Fen Bilimleri Öğretim Programında yer alan kazanımları, STEM kazanımları ile karşılaştırarak incelemişlerdir. 2018 Öğretim programında yer alan Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamalarının 5., 6., 7., ve 8. sınıf seviyelerinde ünitelerin tamamını kapsayacak programa entegre edilmesi ve bu uygulamaların talimatlarına göre öğrencilerden uygulama beklenerek “Yıl Sonunda Bilim Şenliği” yapılmasının önerilmesi, STEM uygulamalarıyla benzerlik göstermektedir. Ayrıca araştırmacılar, güncellenen programın öğretmenler ve ders kitapları yazarları için anlaşılır olduğunu fakat öğretim programında STEM entegrasyonunun net bir şekilde belirtilmediği ve bu nedenle ders kitaplarında STEM eğitimi ile ilişkili kazanımların nasıl ele alınarak teoriden uygulamaya geçirilmesi gerektiğinin önemini belirtmişlerdir (Bahar, vd., 2018).

2.6. STEM Eğitimi İle İlgili Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

Yıldırım ve Selvi (2017) tarafından yapılan araştırmalarda, ortaokul öğrencilerinde STEM uygulamalarının ve bütünlük öğrenme yaklaşımının fen bilimleri dersindeki akademik başarı gelişimi ve STEM'e yönelik tutumlar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma, ortaokul yedinci sınıf öğrencileriyle yarı deneysel bir tasarım kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre STEM uygulamaları ve bütünlük öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin akademik gelişimini ve fen motivasyonunu olumlu yönde etkilemiştir. Ancak, STEM uygulamalarının ve bütünlük öğrenmenin öğrencilerin STEM'e yönelik tutumları üzerinde belirgin bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Akgül ve Yıldırım (2018), STEM SOS modelinin öğrencilerin çeşitli gelişimleri üzerindeki etkilerini araştırmak üzere bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırma, 10. sınıf uygulamasında 21 lise öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak, araştırmacılar tarafından geliştirilen "STEM SOS yarı yapılandırılmış görüşme formu" kullanılmıştır. Elde edilen nitel verilerin içerik analizi sonucunda, öğrencilerin STEM SOS modeline uygun olarak hazırlanan projeleri faydalı buldukları ve bu projelerin birçok yarar sağladığı belirlenmiştir. Veri analizi sonucunda öğrenciler, STEM SOS modeli çalışmalarına uygun hazırlanmış projeleri etkili bir şekilde keşfederek, bu projelerin çeşitli şekillerde tamamlanmasını sağlamıştır. Hazırladıkları projelerin bir araya getirilmesi çok sayıda özelliğın edinilmesine olanak tanımaktadır.

Ceylan (2014), 8. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği tez çalışmasında, fen bilimleri dersinde asitler ve bazlar konusunu STEM yaklaşımıyla öğretmeyi hedeflemiştir. Araştırmada, STEM eğitiminin yaratıcılık, akademik başarı ve problem çözme becerileri üzerindeki etkileri incelenmiş ve STEM uygulamalarına katılan öğrencilerin görüşleri alınmıştır. Kontrol grubuna asitler ve bazlar konusu geleneksel yöntemlerle öğretilirken, deney grubuna STEM temelli öğretim uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar; deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek yaratıcılık, akademik başarı ve STEM'e yönelik tutuma sahip olduklarını göstermektedir.

Hiçde (2018), 7. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği araştırmasında, STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin STEM'e yönelik tutumları öğrenme becerileri ve akademik başarıları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırma kapsamında, 7. sınıf fen bilimleri müfredatına uygun STEM etkinlikleri, deney grubundaki 22 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırmanın istatistiksel sonuçları, deney ve kontrol grubu arasında STEM etkinliklerinin, akademik başarı ve STEM öğrenme stratejileri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ayrıca, öğrencilerin iş birliği, kendi öğrenme sorumluluğunu alma, tasarım sürecini uygulama, fen ve mühendisliği birlikte kullanma becerilerinin geliştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Özel (2018) çalışmasında robotik kodlama eğitiminin ortaokul düzeyinde öğrencilerin fen başarısına, teknoloji ve STEM'e yönelik tutumlarına etkilerini araştırmıştır. Araştırmasındaki uygulamayı 8. Sınıf fen bilimleri dersinde gerçekleştirmiştir. Veri toplama aracı olarak "Basit Makineler", "Işık ve Ses", "Hayatımızdaki Elektrik" ve "Deprem ve Hava Olayları" kullanılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin akademik performansı arttığı teknoloji ve tutumda olumlu yönde değiştiği sonucuna ulaşılmıştır.. Bu amaçla robotik etkinliği, bu çalışmada 8. sınıf fen bilimleri "Basit Makineler", "Işık ve Ses", "Hayatımızdaki Elektrik" ve "Deprem ve Hava Olayları" konularındaki kazanımları hedef alarak, devlet okulunda öğrenim gören 48 öğrenciye 8 hafta süreyle uygulanmıştır. Ortaokul 8. sınıf fen bilimleri müfredatına robotiğin entegre edilmesi sonucunda öğrencilerin akademik performanslarının önemli ölçüde arttığı, teknoloji ve STEM'e yönelik tutumlarının da olumlu yönde değiştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yavuz (2019) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, dördüncü sınıf derslerinde STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM kariyer ilgileri, algıları ve tutumları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Eylem araştırması olarak tasarlanan çalışmada, veri toplama araçları arasında STEM Tutum Testleri, STEM Algı Testleri, STEM Kariyer Ölçekleri, yarı yapılandırılmış görüşmeler, video kayıtları, araştırmacı ve öğrenci günlükleri yer almıştır. Araştırmada, STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kavacık (2018) çalışmasında, alışmasında, mühendislik-tasarım temelli STEM etkinliklerinin fen bilimleri derslerine entegrasyonunun, öğrencilerin öğrenme yaklaşımları, sorgulayıcı öğrenme becerileri algıları ve STEM'e yönelik tutumları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel bir desenle, toplam 66 öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiştir. Nicel veriler "Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği", "Fen'e Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algısı Ölçeği" ve "STEM Tutum Ölçeği" ile toplanmış; nitel veriler ise yarı yapılandırılmış görüşmeler ve uygulama sürecinde yapılan gözlemler aracılığıyla elde edilmiştir. Nicel veriler bağımsız gruplar t-testi ile analiz edilirken, nitel veriler betimsel ve içerik analizi yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Araştırmada, mühendislik ve tasarım yeteneği ile STEM etkinliklerinin entegre edildiği fen bilimleri derslerinin öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Aydın Ceran (2021), 21. Yüzyıl Eğitimleri Programı u kapsamında, P21 (21. Yüzyıl Becerileri Ortaklığı), Dünya Ekonomik Forumu (WEF) ve Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) gibi uluslararası kuruluşların 21. yüzyıl beceri çerçeveleri analiz edilmiştir. Ayrıca, Millî Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve 2023 Vizyon Belgesi'nde bu becerilere ne ölçüde yer verildiği değerlendirilmiştir. MEB'inin 2017 fen müfredatı güncellemesine STEM becerileri de dâhil edilmiş ve bu becerilere ulusal düzeyde ağırlık verildiği görülmüştür. Araştırmada, STEM becerilerinin entegre edildiği fen bilimleri derslerinin öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Nacaroğlu ve Kızılkapan (2021), özel yetenekli öğrencilerin STEM'e yönelik tutumları ile 21. yüzyıl becerilerine sahip olma düzeylerini araştırmıştır. İlişkisel tarama deseni kullanılan bu nicel araştırmada, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki bir Bilim ve Sanat Merkezi'nde öğrenim gören 147 özel yetenekli öğrenci çalışma grubunu oluşturmuştur.

Veriler, "STEM Tutum Ölçeği" ve "Çok Boyutlu 21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği" ile toplanmıştır. Araştırma sonucunda katılımcıların STEM'e yönelik tutumlarının olumlu olduğu bulunmuştur.

2.7. STEM Eğitimi ile İlgili Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

Shaw (2018), proje bazlı öğrenmenin (PTÖ) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanındaki eğitimsel kullanımların işbirliği ve iletişim, yaratıcı ve eleştirel düşünme üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Anket sonuçlarına göre, araştırmacılar yaratıcılıklarını daha iyi ifade etmek ve bunun sonucunda da işbirliği yapmak, eleştirel düşünme ve takip etmek gibi eylemlerde bulunmaktadır. İstatistiksel açıdan, öğrencilerin genel beceri düzeylerine ilişkin algılarının PTÖ kullanılmayan öğretime kıyasla, PTÖ kullanan bir öğretim aldıklarında daha yüksek olduğunu sonucuna ulaşılmıştır.

Lawson (2020), proje tabanlı öğrenme ve teknoloji entegrasyonunun eleştirel düşünme, öğrenme içeriği ve öğrenme motivasyonları üzerine bir araştırmayı hedeflemektedir. Araştırmanın kapsamlı veri analizi, öğrencilerin fen içeriği bilgisinde önemli bir artış olduğunu göstermiştir. Ancak, anket sonuçlarına göre, ulusal veya uluslararası alanda başarı elde eden ülkeler arasında belirgin bir artış olmadığı ortaya çıkmıştır. Teknolojiyle bütünleşik proje temelli öğrenme, duygusal düşünme becerisi üzerinde olumlu bir etki yaratmıştır.

Özsoy ve Şahin (2015), Harmony Public Schools (HPS) tarafından geliştirilen yeni bir STEM proje tabanlı öğrenme modelini araştırmıştır. Analiz sonucunda "STEM Students On the Stage" (SOS) adlı yeni bir STEM eğitim modeli ortaya çıkmıştır. Çalışma bulguları, STEM SOS modelinde eğitim alan öğrencilerin STEM konularının kavramsal anlayışlarını arttırdığını hem STEM'e hem de yükseköğrenime daha fazla ilgi duyduğunu, daha fazla öz güven geliştirdiğini ve teknoloji, iletişim, yaşam/kariyer ve iş birliği becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Şahin (2015), STEM SOS modelini uygulayan Harmony Devlet Okulu'na (HPS) devam eden öğrencilerin gelişimini incelemiştir. STEM SOS modeli, HPS tarafından geliştirilmiş ve HPS bilim bölümü tarafından geliştirilen öğretmeye hazır projeleri kullanarak proje tabanlı öğrenme etkinliklerini içermektedir. Sonuçlar, öğrencilerin STEM SOS modeli aracılığıyla sözlü iletişim ve takım çalışması/iş birliği becerileri, sebat

ve güçlü bir çalışma etiği, eleştirel düşünme/problem çözme, liderlik, yaratıcılık ve yenilikçilik, bilgi teknolojisi, etik/sosyal sorumluluk ve matematik ve fen becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Özsoy ve Şahin (2015) çalışmalarında, STEM SOS modelini öğretim süreçlerinde kullanan okulların deneyimlerini incelemişlerdir. STEM SOS modelinin nasıl çalıştığı ve modelin öğretmenler ve öğrenciler için faydaları incelenmiştir. STEM SOS modelinin hem okul içinde hem de okul saatleri dışında gerçekleştiği sonucuna ulaşmışlardır. Öğretmenler öğretim yöntemlerini ders anlatımı, öğrenci sunumu ve Düzey I grup araştırması olmak üzere üç alt grupta tanımlamışlardır. Ayrıca öğrenci olanlar, aktif öğrenciler olduğundan ve model onlara titiz bir içerik sağladığından, öğretmenlerin rolünü kolaylaştırıcı etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilere sağladığı faydalar ise aktif katılım ve üniversiteye hazır olma konularıdır. Öğrencilerin tümü Seviye I ve II ve/veya Seviye III projelerini tamamlayarak tam bir PTÖ deneyimi yaşadıkları görülmektedir.

Ayar ve diğerleri (2014) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarındaki okul sonrası etkinliklerin etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmalarda, öğrencilerin bu faaliyetlerle; endüstrilerle olan etkileşimleri ve elde ettikleri kazanımlar araştırılmıştır. Araştırma sonucunda STEM ile ilgili okul sonrası etkinliklerin, bilimsel araştırmalara yönelik bağımsız ve iş birliğine dayalı çalışmaların geliştirilmesine katkı sağlayacak potansiyelde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Taylor'un (2019) araştırması, 21. yüzyıl öğrencilerinin Okul Dışı Zamanda (OST) STEM etkinliklerinin devamını incelemiştir. Araştırma sonuçları, OST STEM etkinliklerinin öğrencilere STEM ilgi alanlarını keşfedebilme imkânı sunabileceğini göstermiştir. Ayrıca, OST STEM etkinlikleri, özellikle STEM kariyer alanlarında ve mühendislik alanlarında insanların yaşamlarını iyileştirmek için algılanan STEM kararlılıklarını olumlu yönde etkilemesinin önemli olduğu görülmüştür.

Ong ve Ling (2020) yaptıkları araştırmada, düşük kalitede Maker UNO müzikli robotik kitinin üniversite programı üzerindeki kalıntıları incelemişlerdir. Sonuç olarak, önerilen robotik becerilerin, öğrencilerin STEM ilgilerini artırdığı ortaya çıkmıştır.

Perdana ve diğerleri (2021), öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarını betimlemişlerdir. Cinsiyete göre kız ve erkek öğrencilerin STEM'e yönelik tutumları

arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Ancak, öğrencilerin eğitim düzeylerinde anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Owens ve Hite (2022) araştırmalarında, ABD'li öğrencilerin okul öncesi eğitimlerine ve öğrenci algılarına dayanarak, STEM iş alanlarında iletişim ve küresel yetenekler için gerekli becerilerin geliştirilmesi ve etkili pedagojinin bu becerilerin geliştirilmesinde ne kadar etkili olduğunu incelemişlerdir. Öğretmen algı verilerinin ve araştırmacı gözleminin sonuçları, küresel PTÖ'nin öğrencilerin fikirlerini paylaşma ve anlama, bu fikirleri sunmak için çoklu temsiller kullanma ve kendilerinininkinden farklı bakış açılarına daha açık olma yeteneklerini geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Bentley (2021), STEM odaklı eğitimin matematik ve fen alanında beşinci sınıf öğrencilerin akademik başarısı üzerindeki etkisini ele almıştır. Bu çalışma sonuçları, STEM eğitiminin standart test puanları üzerinde olumlu bir etki göstermese de, STEM eğitiminin uygulanmasının değişkenliği, programların uzun ömürlülüğü ve STEM eğitiminin net bir tanımının olmaması gibi birçok faktörün standart test puanlarına etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Morrison ve diğerleri (2020), STEM projelerine dayalı bir lisede okul gruplarıyla pazarlama faaliyetleri yürütmüş ve önde gelen destek kaynaklarını araştırmışlardır. Araştırmada, Öğretmenlerin yüksek beklentilere sahip olmalarının öğrencilerin başarıları için kritik bir öneme sahip olduğu anlaşılmıştır.

Samsudin ve diğerleri (2020) tarafından gerçekleştirilen araştırmada elde edilen bulgular, STEM PTÖ'nün, öğrencilerin fizik problemlerini çözmede öz-yeterliliğini artırdığını gösterdi.

Kartini ve diğerleri (2021), öğrencilerin problem çözme becerileri üzerinde STEM Proje Tabanlı Öğrenme yaklaşımının etkilerini araştırmışlardır. Veri analizi sonucunda, öğrencilerin problem çözme becerileri ön test ve son test arasında önemli bir gelişme göstermiştir. Buna ek olarak, yeni fikirler üretme becerilerinin geliştiği gözlemlenmiştir.

Aprianty ve diğerleri (2020) tarafından yapılan çalışmada, bulgular, PTÖ-STEM modelinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin artışlarının ve öğrenme bozukluklarının ortaya çıktığını göstermektedir.

Kinboon, (2019) tarafından yapılan araştırmada, bulgular, bilgi teknolojisi medyasının STEM eğitimiyle uyumlu bir şekilde kullanılması, öğrencilerin 21. yüzyıl öğrenme süreçlerini geliştirdiğini göstermektedir.

Dare ve diğerleri (2021) tarafından yapılan çalışmada, araştırma sonuçları, tüm öğretmen katılımcılarının, öğrencileri motive etmek için gerçek dünya problemlerini kullanarak gelişimini destekleyen bütünleştirici bir bakış ačíısıyla STEM eğitimine baktıklarını göstermektedir.



BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu çalışmada nicel verilere ulaşabilmek amacıyla yarı deneysel desen çeşitlerinden “ön test-son test kontrol gruplu desen” kullanılmıştır. Deneysel olan desen, bir araştırmada neden-sonuç ilişkilerini belirlemek amacıyla araştırmacının denetimi altında, araştırmacının gözlemlemek istediği ve verilerin üretildiği araştırma yöntemidir. Yarı deneysel olan desende seçilen öğrenci grupları olduğu için işlem gruplarına gelişigüzel olarak atanmazlar (Büyüköztürk, vd., 2012). Araştırmanın bağımsız değişkenini STEM SOS Modeli bütünleşmiş olan fen öğretimi oluştururken, bağımlı değişkenler akademik başarı, STEM’e yönelik tutum olarak belirlenmiştir. Bu araştırmanın genel evrenini ortaokuldaki öğrenciler oluşturur. Örneklem seçerken ise uygun olan örneklem kullanılmıştır. Uygun olan örnekleme; para, işgücü ve zaman yönünde bulunan sınırlılıklar nedeniyle basit uygulama yapılabilecek ve ulaşılması kolay unsurlardan seçilmiştir (Büyüköztürk, 2019). Nicel verilere ulaşabilmek amacıyla yarı deneysel desen çeşitlerinden “ön test-son test kontrol gruplu desen” kullanılmıştır.

Nicel verilere ulaşabilmek için 7. sınıf fen bilimleri dersinde ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde bulunan kazanımlar dikkate alınarak başarı testi geliştirilmiştir. Bu tez kapsamında araştırmacı tarafından geliştirilen akademik başarı testi, geçerlik ve güvenilirliği kanıtlanmış STEM’e yönelik tutum ölçeği veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Bu yöntemde deneysel işlemde önce ve deneysel işlemde sonra bağımlı değişkene ilişkin ölçümler yapılır. Ön test – son test kontrol gruplu olan bir desenin avantajı aynı denek öğrenciler üzerinde ölçümler yapıldığı için, farklı uygulanan deneysel işlem şartları altında erişilen ölçümler birçok deneyde yüksek ilişki içinde olması beklenir. Bu da hata kavramını düşürürken istatistiksel gücü çoğaltacaktır (Büyüköztürk, Ş. 2001, s.19-29 Grupların ön test ve son testteki başarı testi puanlarını karşılaştırabilmek

için ön şartların sağlandığı görüldüğünde parametrik, görülmediğinde non parametrik testler kullanılmaktadır.

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada nicel verileri elde etmek için deneysel desen modellerinden “ön test-son test deney ve kontrol gruplu veya yarı yapılandırılmış deneysel desen” kullanılmıştır. Ön test – son test kontrol gruplu desen (ÖSKD), sık kullanılan bir araştırma desendir. Katılımcılar, deneysel işlemten önce ve sonra bağımlı değişkene ilişkin ölçülürler. Ön test – son test kontrol gruplu desenin avantajı aynı denekler üzerinde ölçümler yapıldığından farklı deneysel işlem koşulları altında elde edilen ölçümler pek çok deneyde yüksek ilişkili olacaktır ve bu da hata ihtimalini düşürerek istatistiksel gücü artıracaktır (Büyüköztürk, Ş. 2001, s.19-29). Araştırmanın bağımsız değişkenini STEM SOS modeli entegre edilmiş fen öğretimi oluştururken, bağımlı değişkenler akademik başarı, STEM’e yönelik tutum olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrenciler uygun (kolay ulaşılabilir) örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Deney grubunda dersler fen bilimleri müfredatının ön gördüğü şekilde işlenirken buna ek olarak okul dışı öğrenim kapsamında STEM SOS modeli proje etkinlikleri uygulanmıştır. Kontrol grubunda ise dersler fen bilimleri müfredatının ön gördüğü yaklaşıma uygun olarak yürütülmüştür.

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın örnekleme seçkisiz olmayan örnekleme yöntemi uygun (kolay ulaşılabilir) örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Bu yöntem, araştırmacılara zaman ve emek açısından önemli avantajlar sunmaktadır (Patton, 2002). Araştırmanın örneklemini Türkiye’de 2023-2024 eğitim-öğretim sürecinde Malatya ili Darende ilçesinde bulunan bir ortaokuldaki 7. sınıf ortaokul öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırma grubunda ise ışığın madde ile etkileşimi ünitesi kapsamında uygulanacak olan ve fen bilimleri öğretim programına entegre edilen STEM SOS modeli için deney grubunda 21 öğrenci (n=21) bulunmaktadır. Ayrıca fen bilimleri dersinin güncel öğretim programının önerdiği öğretim yöntemlerinden araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı yoluyla öğretimin uygulanacağı kontrol grubunda ise 21 öğrenci (n=21) olmak üzere toplam 42 öğrenci oluşturmaktadır. Dersler araştırmacının düzenleyip geliştirdiği STEM SOS modeli etkinlikleriyle yapılmıştır.

Tablo 2
Cinsiyete ve Gruba Göre Dağılım Tablosu

Grup	Deney	Kontrol
	n(%)	n(%)
Kız	13(61.9)	9(42.9)
Erkek	8(38.1)	12(57.1)
Toplam	21	21

Deney grubundaki öğrencilerin %61.9'u kız, %38.1'si erkektir. Kontrol grubundakilerin ise %42.9'u kız ve %57.1'i erkektir. Toplamda 42, 7. Sınıf öğrencisi çalışmada yer almış olup deney ve kontrol gruplarının her birinde 21 öğrenci vardır (Tablo2)

3.3. Veri Toplama Araçları

Veri toplama aracı olarak Fen bilimleri dersi ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde yer alan kazanımlar baz alınarak araştırmacı tarafından geliştirilen akademik başarı testi, STEM'e yönelik tutumu ölçmek için güvenilirlik değerlerinin yüksek olmasından dolayı Faber ve diğerleri (2013) tarafından geliştirilen "STEM Tutum Ölçeği" kullanılmıştır.

3.3.1. Akademik Başarı Testi

Araştırmada veri toplama aracı olarak deney ve kontrol gruplarına uygulamak amacıyla 7. sınıf ışığın madde ile etkileşimi ünitesine ait kazanımlar doğrultusunda 37 soruluk çoktan seçmeli test hazırlanmıştır. Test soruları Milli Eğitim Bakanlığının yayımladığı geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış sorular arasından seçilmiştir. Belirtke tablosu oluşturulmuştur. Testin ünite kazanımlarını ölçmek için yeterli olup olmadığı, bilimsel olarak hata olup olmadığı, soruların dil olarak anlaşılıp anlaşılmadığı konusunda ikisi fen eğitimcisi akademisyen, beşi deneyimli fen bilgisi öğretmeni olmak üzere toplam yedi uzmandan test soruları hakkında görüş alınmıştır. Uzmanlardan alınan görüşler doğrultusunda testten 4 soru çıkarılıp test revize edilmiştir. Testin son hali olan 33 soru, iki tane 7. Sınıf öğrencisine çözdürülmüş ve öğrencilerden soruları anlayıp anlamadıkları konusunda dönüt alınmıştır.

Öğrencilerden testin son haline yönelik alınan dönütler doğrultusunda testte küçük revizyonlar yapılmış, teste son şekli verilmiştir. Testin son hali olan 33 soru, ikisi Darendе birisi Akçadağ ilçesinde olmak üzere üç farklı okuldaki 295 kişilik sekizinci sınıf öğrenci

grubuna uygulanmıştır. Testin uygulama sonuçları Excel dosyasında hazırlanıp TAB programına yüklenmiştir. TAB analiz sonuçlarına göre Akademik Başarı Testinin KR-20 güvenirlik katsayısı 0.771 bulunmuştur. Sonrasında ise sorulardan madde ayırt edicilik indeksi en düşük olan 3 soru daha çıkartılarak akademik başarı testi 30 sorudan oluşacak şekilde düzenlemiştir.

3.3.1.1. Akademik Başarı Testi nedir, nasıl hazırlanır, Fen bilimleri eğitiminde önemi ve bazı akademik başarı testi örnekleri

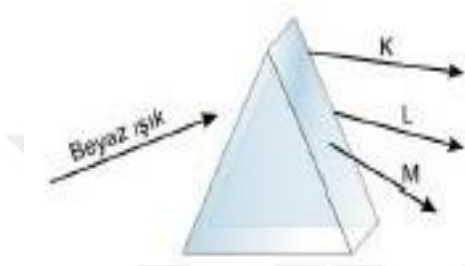
Akademik Başarı Testi, bir bireyin belirli bir konusu ya da alandaki bilgi ve beceri durumunu ölçen, belirlenen şekilde ayrılan değerlendirme aracıdır.

Akademik Başarı Testi hazırlanırken dikkat edilmesi gereken temel adımlar şunlardır:

- 1. Konu ve Kazanımların Belirlenmesi:** Öncelikle, testin hangi konu veya üniteyi kapsayacağını belirledik. Bu kapsamda, fen bilimleri dersinin öğretim programındaki kazanımları inceleyip öğrencilerin hangi bilgi ve becerileri edinmesi gerektiğini tespit ettik. 7. sınıf “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesini seçip üniteye ait kazanımları belirledik
- 2. Test Planının Oluşturulması:** Belirlediğimiz kazanımlar doğrultusunda, her bir kazanımı ölçmeye yönelik soru sayıları ve soru türlerini planladık. Bu aşamada, belirtke tablosunu hazırlayıp her bir kazanımın testte ne oranda temsil edileceğini belirledik. Örneğin; “F.7.5.1.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.” kazanımını ölçmek için 3 çoktan seçmeli soru belirledik.
- 3. Soru Türlerinin Seçilmesi:** Testte kullanılacak soru türlerini; ölçmek istediğimiz kazanımlara uygun olması ve kavram yanlışlarını tespit etmek için ‘Çoktan Seçmeli’ olarak belirledik.
- 4. Soru Madde Yazım:** Her bir kazanımı ölçmeye yönelik sorular, çoktan seçmeli soru türüne uygun olarak yazıldı. Soruların açık, anlaşılır ve öğrencilerin seviyesine uygun olmasına dikkat edildi.
- 5. Pilot Uygulama ve Gözden Geçirme:** Hazırladığımız testi, 7. Sınıfta okuyan iki öğrenciye uyguladık. Soruların anlaşılabilirliği, zorluk seviyesi ve süresi hakkında dönüt aldık. Elde edilen geri bildirimler doğrultusunda ise test maddelerini gözden geçirdik ve gerekli düzenlemeleri de yaptık.

6. **Güvenilirlik ve Güvenilirlik Kontrolü:** Testin ölçmek istediği kazanımları ne derece doğru ölçtüğünü belirlemek için geçerlik çalışmaları yapıldı. Ayrıca, testin tutarlı ve güvenilir sonuçlar verip vermediğini değerlendirmek için güvenilirlik analizleri gerçekleştirildi. Testin güvenilirlik katsayısı $KR-20 = 0.771$
7. **Son Testin Hazırlanması:** Tüm değerlendirme ve düzenlemeler tamamlandıktan sonra, testin son hali oluşturuldu ve uygulamaya hazır hale getirildi.

Örnek Soru 1:



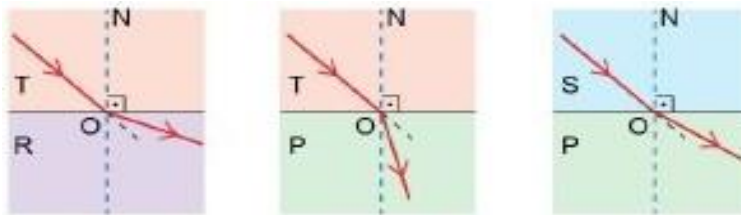
Bir prizmaya beyaz ışık gönderildiğinde aslında farklı renklere sahip birçok ışın demeti gönderilmiş olur. Prizmaya gelen bu ışınlar farklı açılarla kırılarak ve aynı zamanda saçılarak prizma çıkışında birbirlerinden ayrılır. Beyaz ışık prizmadan geçerek spektrum oluştururken en fazla mor ışık, en az ise kırmızı ışık kırılır. Verilen şekilde prizmaya gönderilen beyaz ışığın kırılmasıyla prizmadan çıkan ışık ışınları gösterilmiştir.

Buna göre oluşan ışık ışınları ile ilgili verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) M ışını mor olabilir. B) K ışını turuncu olabilir.
C) L ışını kırmızı olabilir. D) M ışını yeşil olabilir.

Örnek Soru 2:

Sıcaklıkları eşit P, R, T ve S ortamlarında ışığın aldığı yol aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Buna göre ortamların yoğunlukları arasındaki ilişki hangisi seçenekte doğru verilmiştir?

- A) $S > P > T > R$ B) $R > P > T > S$ C) $R > T > S > P$ D) $S > R > T > P$

Tablo 3'te geliştirilen başarı testi için belirtke tablosu aşağıdaki gibi verilmiştir.

Tablo 3

Akademik Başarı Testi Belirtke Tablosu

BELİRTKE TABLOSU		
SORU NUMARASI	KAZANIM	Bilişsel Düzey
1,2,3	F.7.5.1.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.	1 Anlama 2 Uygulama 3 Anlama
4,5,6,7	F.7.5.1.2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.	4 Çözümleme 5 Anlama 6 Anlama 7 Hatırlama
8,9	F.7.5.1.3. Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla ilişkilendirir.	8 Hatırlama 9 Çözümleme
10,11,12	F.7.5.1.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiye yenilikçi uygulamalarına örnekler verir.	10 Anlama 11 Anlama 12 Anlama
13,14	F.7.5.1.5. Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin ürettiği fikirleri tartışır.	13 Değerlendirme 14 Değerlendirme
15,16	F.7.5.2.1. Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir.	15 Anlama 16 Anlama
17,18,19	F.7.5.2.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır.	17 Uygulama 18 Uygulama 19 Uygulama
20,21,22	F.7.5.3.1. Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir.	20 Çözümleme 21 Uygulama 22 Anlama
23,24	F.7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler.	23 Hatırlama 24 Uygulama
25,26,27	F.7.5.3.3. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler.	25 Uygulama 26 Uygulama 27 Uygulama
28,29,30	F.7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojiye kullanım alanlarına örnekler verir.	28 Anlama 29 Anlama 30 Anlama

Tablo 4'te geliştirilen başarı testi için madde analizleri aşağıdaki gibi verilmiştir.

Tablo 4
Madde Analiz Tablosu

İstatistikler	Değer
N	295
Toplam Madde Sayısı	30
Ortalama	1.952
Standart Sapma	1.914
Minimum	0
Maksimum	5.0
Çarpıklık	0.434
Basıklık	-1.453
Ortalama Güçlük	0.406
Ortalama Ayırt Edicilik İndeksi	0.748
KR-20	0.771

Fen bilimleri eğitiminde akademik başarı testleri, konularda öğrenilenleri ne ölçüde öğrenildiğini ve bu bilgileri ne derece uygulayabildiğini belirlemek için önemli bir role sahiptir.

Örnek Çalışmalar; Dede ve Keleş (2020), yaşam temelli başarı testinin geliştirilmesi üzerine kapsamlı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Aksoy ve Özcan (2020), altıncı sınıf öğrencilerinin başarılarını ölçmeye yönelik bir test geliştirmişlerdir. Özaşkın Arslan ve Karamustafaoğlu (2019), güneş sistemi ünitesine yönelik başarı testi geliştirme sürecini detaylandırmışlardır. Aytekin (2018), öğrenci akademik başarısı ve motivasyonuna etkilerini incelemiştir. İlhan ve Hoşgören (2017), asit-baz konusuna yönelik yaşam temelli başarı testi geliştirmişlerdir.

Tablo 5’te geliştirilen başarı testinde her bir madde için madde güçlük ve ayırt edicilik indeksi tablosu aşağıdaki gibi verilmiştir.

Tablo 5
Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksi Tablosu

Sorular	Madde Güçlüğü	Madde Ayırt Edicilik İndeksi
1	0.66	0.64
2	0.47	0.76
3	0.51	0.72
4	0.37	0.92
5	0.36	0.96
6	0.34	0.97
7	0.36	0.84
8	0.36	0.97
9	0.49	0.76
10	0.39	0.93
11	0.35	0.46
12	0.50	0.40
13	0.44	0.49
14	0.41	0.79
15	0.41	0.87
16	0.52	0.68
17	0.35	0.40
18	0.39	0.81
19	0.40	0.90
20	0.34	0.89
21	0.41	0.87
22	0.35	0.86
23	0.39	0.73
24	0.43	0.62
25	0.37	0.43
26	0.35	0.40
27	0.30	0.52
28	0.42	0.87
29	0.32	0.49
30	0.46	0.75
31	0.32	0.50
32	0.40	0.71
33	0.43	0.73

3.3.2. STEM Tutum Ölçeği

Araştırmada STEM'e karşı tutumu ölçmek için güvenilirlik değerlerinin yüksek olmasından dolayı Faber ve diğerleri (2013) tarafından geliştirilen "STEM Tutum Ölçeği" kullanılmıştır ve 5'li likert tipindeki ölçeğin alt boyutları; Matematik-fen-mühendislik, 21. yüzyıl becerileri, senin geleceğin, kendin hakkında adlı dört bölümden oluşmaktadır. Türkçeye uyarlama çalışmalarında ilk iki bölüm kullanılmıştır. Friday Institute tarafından yapılan çalışmada testin güvenilirlik değerlerinin 0,840 ile 0,860 arasında olduğu bulunmuştur. Türkçeye uyarlama çalışmaları kapsamında 1360 öğrenciye ulaşan Yıldırım ve Selvi (2015) 6,7 ve 8. sınıflar için güvenilirlik değerlerinin 0,860 ile 0,940 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Yaptığımız araştırma için ilk bölüm olan Matematik-fen-mühendislik kullanılması uzman görüşü ile yeterli olmuştur.

3.4. Uygulama Süreci

Bu çalışma, 2023-2024 eğitim öğretim yılı birinci döneminde Malatya İli Darende ilçesinde bulunan bir devlet ortaokulunun 7. sınıflarında öğrenim gören 42 öğrenci ile araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; uygulama sürecine ve STEM SOS Modeline uygun olması sebebiyle "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesi seçilmiştir. Araştırma öncesinde ünitenin kazanımları, öğretim malzemeleri ve ders planları hazırlanmıştır. STEM etkinliklerini öğrencilerle derste uygulayan öğretmene ise araştırmacı tarafından STEM SOS modeli eğitimi verilmiştir. Ön test, son testlerin uygulanmasıyla birlikte uygulama Şubat-Mayıs aylarını kapsayan yedi haftalık süreçte kontrol grubu için tamamlanmıştır. Deney grubu için de ön test, deneysel işlem ve son testlerin uygulanmasıyla birlikte uygulama Şubat-Mayıs aylarını kapsayan süreç sonunda tamamlanmıştır.

Çalışmada, STEM SOS modeli öğrenme etkinliklerinin; öğrencilerin STEM'e yönelik tutum, "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesi ile ilgili akademik başarıları üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, ilk olarak öğrencilerin bir önceki eğitim-öğretim yılı, yılsonu başarı puanları temel alınarak grup denkliği sağlanmıştır, seçkisiz yolla 7-A sınıfı öğrencilerinden seçilenler deney grubu, 7-B sınıfından seçilen öğrenciler kontrol grubu olarak atanmıştır. Ön test uygulamasının ardından deneysel işlemlere geçilmiştir. Her iki grupta da süreç eş zamanda başlatılmıştır. Her iki grup için eş zamanlı milli eğitimin ön gördüğü müfredat ve ders işleyiş süreci aynı şekilde yürütülmüştür.

Deney grubu için deneysel işlem ders içi etkinlik olarak yürütölmüş hazırlanan STEM SOS modeli etkinlikleri ders içeriği, fen bilimleri dersine ait kazanımlara uygun şekilde müfredat ders içi ve ders dışı tasarlanmıştır. Deney grubu için yürütölen deneysel işlem aşafıda aşama aşama verilmiştir.

1. Aşama Düzey I projeleri:

Deney grubundaki öğrencilere, "Işığın Madde ile Etkileşimi" başlığı altında STEM SOS modeli kapsamında bir araştırma ve proje etkinliği uygulanmıştır. Bu süreç, okul dışı etkinlikler olarak gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler, konu içeriğiyle ilgili olarak bir Düzey I projesi almışlardır. Müfredatın kapsamı ve sırasına uygun olarak, 5-6 kişilik gruplar halinde projeler bir hafta içinde yürütölmüş ve Düzey I projesi sınıfta bir hafta içerisinde tamamlanmıştır. Eğitim-öğretim yılının başında öğrencilere, projeyi tamamlamak için gerekli olan araştırma yöntemleri, dikkat edilmesi gereken hususlar ve veri analizi hakkında bilgi verilmiştir. Öğretmen, projelerin zamanında tamamlanmasını sağlamak için rehberlik ve geri bildirimde bulunmuştur. STEM SOS modeline dayalı Düzey I projelerinin uygulanmasında, öğretmen başlangıçta öğrenci gruplarına sınıf içinde ve dışında araştırma yapmaları için "Gökyüzündeki yıldızları nasıl görürüz?", "Kaşık bardaktaki suda neden kırık görünür?" ve "Işığı bir noktada toplayabilir miyiz?" gibi sorular yöneltmiştir. Öğrenciler, bu sorulara yanıt bulmak amacıyla araştırmalar yapmış, mevcut bilgilerin doğruluğunu test etmek için deneyler gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri araştırma sonuçlarını ise hazırladıkları PowerPoint sunumları ile arkadaşlarına sunmuşlardır. Bu çalışmalar, araştırma-sorgulama temelli öğrenme yaklaşımı doğrultusunda yürütölmüştür. Nihai ürün, projenin PowerPoint sunumu, fotoğraf galerisi veya yapılan çalışmaların bir raporundan oluşmaktadır.



Şekil 5. Öğrencilerin Araştırma Çalışmaları



Şekil 6. Öğrencilerin Araştırma Sonuçlarının Sunumu



Şekil 7. Araştırma Verilerine Yönelik Deney Çalışmaları

2. Aşama Düzey II projeleri:

Düzey I projesinin tamamlanmasının ardından, öğrencilere matematik veya fen bilimlerine odaklanan disiplinler arası bir STEM SOS projesi üzerinde çalışmaları için fırsat verilmiştir. Düzey II projeleri, yılın başında matematik ve fen konuları arasından seçilerek öğrenciler için planlanmış ve dağıtılmıştır. Bu projelerde, öğretmen öğrencilere rehberlik etmiş, geri bildirim sağlamış ve projelerin başarılı bir şekilde tamamlanması için değerlendirme listeleri gibi destekleyici araçlar sunmuştur.



Şekil 8. Düzey II Projelerinin Yapım Aşamaları

Tamamlanan projelerin ardından öğrenciler, elde ettikleri sonuçları ve ürettikleri materyalleri sınıf içinde arkadaşlarına bir video sunumu şeklinde paylaşmıştır.

3. Aşama Düzey III projeleri:

Düzey III projeleri, disiplinler arası olup, her adımda teknoloji entegrasyonu ile ilerlemiştir. Öğrenciler, proje listesinden seçtikleri Düzey III projelerine kendi fikirlerini de ekleyerek çalışmışlardır. Bu projelerde, Düzey II'den farklı olarak, öğretmenler tarafından önceden bir planlama yapılmamış, süreç tamamen öğrenciler tarafından öğretmen rehberliği olmadan yürütülmüştür. Ancak, Düzey III projelerini yalnızca üç öğrenci başarıyla tamamlayabilmiştir. Düzey I ve II projeleri genellikle ortaokul düzeyinde uygulanırken, Düzey III projeleri daha karmaşık ve ileri düzeyde olduğu için lise düzeyinde gerçekleştirilmiştir (Çepni, S., 2018).



Şekil 9. Düzey III Proje Aşamaları ve Sunumu

Düzey II ve III projeleri, her biri bir dönem olmak üzere, bir eğitim-öğretim yılı boyunca devam etmiştir. Bu projelerde, teknoloji doğrudan entegre edilmiş ve öğrenciler, web, Google Drive gibi platformları kullanarak video, fotoğraf paylaşımı yapmış ve sunumlar hazırlamışlardır. Düzey II ve III projeleri kapsamında, öğrenciler bilim fuarlarında, STEM sergilerinde ve STEM ile ilgili diğer yarışmalarda sunulabilecek ürünler ortaya koymuşlardır. STEM SOS modelinde, STEM entegrasyonu yalnızca Düzey II ve III projelerinde gerçekleştirilmiştir.

3.5. Verilerin Analizi

Veri analizinde SPSS 28 programı kullanılmıştır. 7. Sınıf öğrencilerinin cinsiyet ve gruplarına göre dağılımı verilmiştir. İstatistiksel değerler sonucunda $p > .05$ olduğunda örneklem normal dağılım gösterir. İstatistiksel değerler sonucunda $p < .05$ olduğunda örneklem normal dağılım göstermez. Normal dağılımın görülmediği durumlarda non parametrik (parametrik olmayan) testler kullanılır. İstatistiksel değer sonucunda $p < .05$ olduğundan örneklem normal dağılım göstermemektedir. Bu nedenle istatistiksel yöntemler için parametrik olmayan karşılaştırma yöntemleri kullanılmıştır. Tabachnick ve Fidell (2013) parametrik yöntemlerin kullanılabilmesinde veri sayısının yeterli büyüklükte ($N > 30$) olduğunu belirtmiş olup deney ve kontrol gruplarında veri sayısı az olduğu için alternatif parametrik olmayan yöntemler kullanılmıştır. 7. Sınıf öğrencilerinin başarı, STEM'e yönelik tutum ön test ve son test ölçümlerinin gruplar arasında karşılaştırılmasında bağımsız gruplar t testi yönteminin alternatifi olan Mann-Whitney U testi analiz yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen anlamlı farkın büyüklüğü için etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Mann-Whitney U testi, Wilcoxon işaretli sıralar testi, Kruskal Wallis testi ve Friedman testinin kullanıldığı analizlerde etki büyüklüğü için bir korelasyon kullanılır. Bu korelasyon z test istatistiğinin toplam örneklem büyüklüğünün kareköküne bölünmesiyle hesaplanır. Etki büyüklüğü bağımlı değişkendeki değişkenliğin bağımsız değişkenler tarafından açıklanma oranını gösterir ve 0-1 arasında değer alır (Pallant, 2017). Bu yöntem için etki büyüklüğü ilgili araştırma probleminde açıklanmıştır. 7. Sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutum ön test ve son test ölçümlerinin her bir grupta karşılaştırılmasında bağımlı gruplar t testinin alternatifi olan Wilcoxon sıralı işaretler testi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem içinde anlamlı fark miktarı için ölçümler arasında etki büyüklüğü hesaplanmıştır. 7. Sınıf öğrencilerinin başarı ön test, son test ve kalıcılık ölçümlerinin her bir grupta karşılaştırılmasında Friedman analiz yöntemi kullanılırken anlamlı çıkan farklılık ise Wilcoxon sıralı işaretler testi yöntemiyle ikili olarak karşılaştırılmıştır. İstatistiksel analizlerde $p < .05$ anlamlılık düzeyi incelenmiştir.

Tablo 6
Güvenirlik Tablosu Cronbach Alfa Testi Sonucu

	Ön test	Son test
STEM	0.758	0.713

Ölçek güvenirliği için Cronbach alfa katsayısı hesaplanmış ve Tablo 6’da gösterilmiştir. Son olarak STEM ölçeği ön test ölçümleri için 0.758 ve son test ölçümleri için 0.713 olarak elde edilmiştir.

Tablo 7
Normallik Dağılım Tablosu Shapiro Wilk Testi Sonucu

Ölçüm		Deney		Kontrol	
		İstatistik	p	İstatistik	p
Başarı	Ön test	0.826	0.002	0.838	0.003
	Son test	0.926	0,116	0.839	0.003
	Kalıcılık	0.900	0.035	0.836	0.002
STEM	Ön test	0,879	0.006	0.906	0,047
	Son test	0.836	0.002	0.907	0.048

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin gruplar arasında ve grup içinde ön test, son test ve kalıcılık puanlarının karşılaştırılmasında hangi yöntemlerin kullanılacağına karar verilmesi için gerekli olan temel varsayım normallik testi Tablo 7’de gösterilmiştir. Ön test, son test ve kalıcılık ölçümlerinin her iki gruptaki normalliğinde Shapiro Wilk istatistik yöntemi incelenmiş ve Tablo 7’de gösterilmiştir. Hem grup içinde hem de gruplar arasında tüm ölçümler normal dağılım gösterdiğinde parametrik karşılaştırma yöntemi kullanılırken normal dağılım göstermediğinde ise bu yöntemin alternatif yöntemleri kullanılır. Shapiro wilk istatistik değeri istatistiksel olarak anlamlı olduğunda yani $p < .05$ ise ölçümler normal dağılmamaktadır (Pallant, 2017). Hem grup içinde hem de gruplar arasında ölçümlerin ön test ve son testlerinin hiçbiri normal dağılmadığından parametrik olmayan yöntem kullanılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Araştırmanın Nicel Bulguları

Bu bölümde araştırma problemlerine ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

4.1.1. Deney ve kontrol gruplarındaki 7. Sınıf öğrencilerin başarı, STEM ön test puanları arasında fark var mıdır?

Deney ve kontrol gruplarındaki 7. Sınıf öğrencilerin başarı, STEM'e yönelik tutum, ön test puanları arasında farklılaşma Mann-Whitney U analiz yöntemi ile karşılaştırılmış ve Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8

Deney ve Kontrol Gruplarındaki 7. Sınıf Öğrencilerin Başarı, STEM, Ön test Puanlarının Karşılaştırılması Mann-Whitney U testi Sonucu

Ölçüm	Grup	Sıra Ort.	Sıra Top.	U	p
Başarı	Deney	20.90	209.0	-54.00	0.751
	Kontrol	22.10	221.0		
STEM	Deney	20.52	205.2	-50.20	0.606
	Kontrol	22.48	224.8		

STEM SOS modeli etkinliklerine katılan (Deney grubu) ve katılmayan (Kontrol grubu) 7. Sınıf öğrencilerin uygulama öncesindeki Başarı ve STEM'e yönelik tutum ön testte aldıkları puanların Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 8'de verilmiştir. Buna göre STEM SOS modeli etkinliklerine katılan ve katılmayan 7. Sınıf öğrencilerin Başarı ve STEM ön test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur: $U=-54.00$,

$p > .05$. Sıra ortalamaları dikkate alındığında STEM SOS modeli etkinlikleri öncesinde 7. Sınıf öğrencilerin Başarıya etkisinin önemli olmadığı ortaya çıkmıştır. $U = -50.20$, $p > .05$. Sıra ortalamaları dikkate alındığında STEM SOS modeli etkinlikleri öncesinde 7. Sınıf öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarının etkisinin önemli olmadığı ortaya çıkmıştır.

4.1.2. Deney ve kontrol gruplarındaki 7. Sınıf öğrencilerin başarı, STEM son test puanları arasında fark var mıdır?

Deney ve kontrol gruplarındaki 7. Sınıf öğrencilerin başarı, STEM'e yönelik tutum, son test puanları arasında farklılaşma Mann-Whitney U analiz yöntemi ile karşılaştırılmış ve Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9

Deney ve Kontrol Gruplarındaki 7. Sınıf Öğrencilerin Başarı, STEM, Son test Puanlarının Karşılaştırılması Mann-Whitney U testi Sonucu

Ölçüm	Grup	Sıra Ort.	Sıra Top.	U	p	r
Başarı	Deney	25.74	257.4	102.40	0.025	0.35
	Kontrol	17.26	172.6			
STEM	Deney	26.31	263.1	108.10	0.011	0.39
	Kontrol	16.69	166.9			

r: Etki Büyüklüğü değeri

STEM SOS modeli etkinliklerine katılan (Deney grubu) ve katılmayan (Kontrol grubu) 7. Sınıf öğrencilerin uygulama öncesindeki Başarı ve STEM'e yönelik tutum son testte aldıkları puanların Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 9'da verilmiştir. Buna göre STEM SOS modeli etkinliklerine katılan ve katılmayan 7. Sınıf öğrencilerin Başarı ve STEM'e yönelik tutum son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur: $U = -102.40$, $p < .05$. Sıra ortalamaları dikkate alındığında STEM SOS modeli etkinliklerine katılan 7. Sınıf öğrencilerin Başarıya etkisinin önemli olduğu ortaya çıkmıştır. $U = -108.10$, $p < .05$. Sıra ortalamaları dikkate alındığında STEM SOS modeli etkinliklerine katılan 7. Sınıf öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarının etkisinin önemli olduğu ortaya çıkmıştır.

4.1.3. Deney grubundaki 7. Sınıf öğrencilerinin STEM ön test ile son test puanları arasında fark var mıdır?

Deney grubundaki 7. Sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutum, ön test ile son test puanları arasında farklılaşma Wilcoxon sıralı işaretler testi analiz yöntemi ile karşılaştırılmış ve Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10

Deney Grubundaki 7. Sınıf Öğrencilerin STEM, Ön test İle Son test Puanlarının Karşılaştırılması Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi Sonucu

Ölçüm	Grup	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p	r
STEM	Ön test	0	0	-3.725	.000	0.81
	Son test	9.5	95.0			

r: Eta kare etki büyüklüğü

Uygulama yapılan 7. sınıf öğrencilerin deney öncesi ve sonrası STEM'e yönelik tutumlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon sıralı işaretler testi sonuçları Tablo 10'da verilmiştir. Analiz sonuçları öğrencilerin deney öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir: $Z=-3.725$, $p<.05$. Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında, gözlenen bu farkın son test puanı lehinde olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre, düzenlenen STEM modelinin öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarını geliştirmede önemli bir etkisinin olduğu söylenebilir.

4.1.4. Kontrol grubundaki 7. Sınıf öğrencilerinin STEM ön test ile son test puanları arasında fark var mıdır?

Kontrol grubundaki 7. Sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutum, ön test ile son test puanları arasında farklılaşma Wilcoxon sıralı işaretler testi analiz yöntemi ile karşılaştırılmış ve Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11

Kontrol Grubundaki 7. Sınıf Öğrencilerinin STEM, Ön test İle Son test Puanlarının Karşılaştırılması Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi Sonucu

Ölçüm	Grup	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
STEM	Ön test	7.8	78.0	-1.113	0.266
	Son test	9.0	90.0		

r: Eta kare etki büyüklüğü

Uygulama yapılmayan 7. sınıf öğrencilerin STEM’e yönelik tutumlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon sıralı işaretler testi sonuçları Tablo 11’de verilmiştir. Analiz sonuçları öğrencilerin süreç öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir: $Z=-1.113$, $p>.05$. Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamaları dikkate alındığında, etkisinin önemli olmadığı söylenebilir.

4.1.5. Hem deney hem de kontrol grubundaki 7. Sınıf öğrencilerinin başarı ön test, son test ve kalıcılık puanları arasında fark var mıdır?

Hem deney hem de kontrol grubundaki 7. Sınıf öğrencilerin başarı ön test, son test ve kalıcılık puanları arasında farklılaşma Friedman analiz yöntemi ile karşılaştırılmış ve Tablo 12’de gösterilmiştir. Elde edilen anlamlı farklılık ise Wilcoxon sıralı işaretler testi ile ikili olarak karşılaştırılmış ve Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 12

Hem Deney Hem de Kontrol Grubundaki 7. Sınıf Öğrencilerin Başarı Ön test, Son test ve Kalıcılık Puanlarının Karşılaştırılması Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi Sonucu

Grup	Test	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	χ^2	p	W
Deney	Ön test ¹	1.6	4.33	-2.98	14	0.001	0.33
	Son test ²	2.4		-2.50			
	Kalıcılık ³	2.1		-2.30			
Kontrol	Ön test	2.1	0.19	-1.113	1.849	0.397	
	Son test	1.8		-1.00			
	Kalıcılık	2.1		-1.10			

W: Kendall W katsayısı (etki büyüklüğü); χ^2 : Friedman yöntemi ki-kare istatistiği

Öğrencilerin uygulama ön test, son test ve kalıcılık puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığına ilişkin Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi Sonuçları Tablo 12’de verilmiştir. Analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğrencilerin akademik başarı testinden aldıkları ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir: $z=-2.50$, $p<.05$. Fark puanlarının sıra ortalaması ve sıra toplamaları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın lehine olduğu görülmektedir. ($z=-2.30$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve sıra toplamaları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın kalıcılık testi lehine olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre, uygulanan STEM SOS modelinin öğrencilerin akademik başarılarını geliştirmede önemli bir etkisinin olduğu söylenebilir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma ve Sonuç

STEM SOS modelinin; ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarısı, STEM'e yönelik tutumu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Kontrol grubu mevcut fen ders programını takip ederken, deney grubu STEM SOS modeli etkinlikleri ile zenginleştirilmiş fen derslerine katılmıştır. Araştırma sürecinde deney grubu öğrencilerinin akademik başarısında ve STEM'e yönelik tutumunda artış sağlandığı görülmüştür.

Araştırma sonuçları, STEM SOS modelinin uygulandığı deney grubunun akademik başarı düzeylerinin kontrol grubuna göre daha fazla arttığını göstermektedir. Bu bulguya göre proje tabanlı ve araştırmaya dayalı öğrenme süreçlerinin birleştirilmesi sonucu oluşan STEM SOS modeli, öğrencilerin fen derslerinde daha etkili öğrenmelerine katkı sağlamaktadır. Sonuç daha önce yapılan araştırmalarla tutarlıdır (Eroğlu ve Bektaş, 2016; Kavacık, 2018). STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısını arttırdığı fikrini desteklemektedir. STEM SOS modeline dayalı öğrenmenin öğrencilerin bilgiye dayalı düşünme becerilerini geliştirdiği, öğrencilerin bilgiyi ezberlemek yerine örnekler ve projeler yoluyla derse odaklanmalarına yardımcı olur. Analitik düşünme, eleştirel düşünme, analiz yapma, yaratıcı problem çözme sürecine katkı sağladığı tespit edilmiştir.

STEM SOS modeli ile gerçekleştirilen etkinliklerin araştırma aşamasının, öğrencilerin bilime, teknolojiye, mühendisliğe ve matematiğe olan ilgisini artırdığı görülmektedir. Deney grubundaki öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarında anlamlı bir artış olduğu saptanmıştır. Öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik

alanlarına yönelik olumlu tutum geliştirmeleri bu disiplinlerdeki başarılarına katkı sağlamaktadır. Benzer sonuçlar Roblin (2012) ve şahin, vd. (2014), tarafından da rapor edilmiştir. Bu sonuçlar; Öğrencilerin sorumluluk aldığı aktif öğrenme yöntemlerinin kullanılması, araştırma-sorgulamaya ve proje tabanlı öğrenmeye dayalı yöntemlerin kullanılarak öğrencilerin derse katılmaları kendi öğrenmelerinin gerçekleştiğı ortamların oluşturulması, bu hedeflere ulaşmak için oldukça önemli görölmektedir. Bilime, teknolojiye, mühendisliğe ve matematiğe yönelik olumlu tutumlar öğrencilerin uzun vadeli akademik başarılarına da yansımaktadır.

Bu sonuçlar doğrultusunda, STEM SOS modelinin 7. Sınıf öğrencilerin Akademik Başarılarına, STEM'e Yönelik Tutumlarına olumlu etkilerde bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.1. Akademik Başarı Testi'nden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Sonuç ve Tartışma

Deney grubundaki öğrencilerin uygulanan akademik başarı testleri sonuçları, STEM SOS modeli kullanılarak gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin fen derslerinde akademik başarılarını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, STEM'in disiplinler arası yaklaşımının öğrencilerin soyut kavramları anlamalarına yardımcı olduğunu ve öğrendikleri bilgilerin daha kalıcı olmasını sağladığını göstermektedir. Özellikle deney grubundaki öğrencilerin son test sonuçları kontrol grubuna göre anlamlı bir farklılık göstermektedir. Bunun nedeni STEM SOS modelinin araştırma ve proje tabanlı öğrenme yoluyla öğrenme sürecini zenginleştirmesidir. Öğrencilerin kendi bilgilerini oluşturmalarına olanak tanıyan STEM etkinlikleri, akademik başarılarını olumlu yönde etkilemiştir. Literatürde bu sonucu destekler nitelikte çalışmalar bulunmaktadır (Ceylan, 2014; Yıldırım ve Selvi, 2017; Hiğde, 2018, Bentley, 2021)

Yaptığımız araştırma sonucunda, STEM SOS Modeli etkinliklerinin, öğrencilerin akademik başarılarını ve STEM'e yönelik Tutumlarını artırdığı görölmüştür. Ceylan (2014), 8. sınıf öğrencileriyle yaptığı araştırmasında elde edilen sonuçlar; deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubuna göre daha yüksek düzeyde yaratıcılık, akademik performansa sahip olduğu ve deney grubundaki öğrencilerin STEM eğitime yönelik olumlu tutuma sahip olduklarını göstermektedir. Bu sonuç; araştırmamızdaki STEM SOS Modeli etkinliklerinin, öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı sonucunu desteklemektedir. Yıldırım ve Selvi (2017) tarafından yapılan araştırmalarda, ortaokul

öğrencilerinde STEM uygulamalarının ve bütünsel öğrenmenin fen akademik başarı gelişimi, STEM'e karşı tutumları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, STEM uygulamaları ve bütünsel öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarı yönünden gelişimi üzerinde olumlu katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, STEM uygulamaları ve bütünsel öğrenmenin öğrencilerin STEM'e yönelik tutumları üzerinde olumlu bir etki göstermediği gözlemlenmiştir. Bu sonuç; araştırmamızdaki STEM SOS Modeli etkinliklerinin, öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı sonucunu desteklemektedir.

Hiğde'nin (2018) araştırmasında ise STEM temelli etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin akademik başarıları üzerindeki etkileri bulunmaktadır. Araştırmanın istatistiksel sonuçları, deney ve kontrol grubu arasında STEM etkinliklerinin, akademik başarı ve STEM öğrenme stratejileri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ayrıca, STEM'e yönelik tutumun geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç; araştırmamızdaki STEM SOS Modeli etkinliklerinin, öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı sonucunu desteklememektedir.

Bentley'nin (2021) araştırmasında ise STEM odaklı eğitimin beşinci sınıf öğrencilerinin matematik ve fen bilimleri alanındaki akademik başarılarına etkileri incelenmiştir. Bu nicel çalışmada, STEM odaklı eğitimin, beşinci sınıf öğrencilerinin standartlaştırılmış test puanları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırmada, kırsal bir okul bölgesinde bulunan dört farklı sınıftan toplam 226 beşinci sınıf öğrencisinden veri toplamak amacıyla eşleştirmeli kolay örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada, yalnızca beşinci sınıf düzeyinde matematik ve fen bilimleri alanlarında uygulanan 2019 Virginia Öğrenme Standartları değerlendirme sonuçları veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Araştırmacı, neden-sonuç ilişkisini ortaya koymayı hedeflediği için nedensel karşılaştırmalı araştırma tasarımını tercih etmiştir. Verilerin analizi için MANOVA testi uygulanmış ve elde edilen bulgular, STEM odaklı okullar ile geleneksel matematik ve fen bilimleri müfredatına sahip okullar arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir. Geleneksel müfredat uygulayan okullardaki öğrencilerin bu standartlaştırılmış testlerde hem matematik hem de fen bilimleri alanlarında daha yüksek puan aldığı belirlenmiştir. Bu sonuç, araştırmamızdaki STEM SOS Modeli etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı sonucunu desteklememektedir.

5.1.2. STEM Tutum Ölçeğine Ait Bulgulara Yönelik Sonuç ve Tartışma

STEM Tutum Ölçeği bulgularına göre fen bilimleri dersini STEM SOS modeliyle alan öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarında olumlu yönde bir değişiklik gözlemlenmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin STEM'e yönelik tutumları ön test-son test karşılaştırmasında anlamlı bir gelişme gösterdi. Bu durum STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM konularına olan ilgisini arttırmada başarılı olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin STEM etkinlikleri aracılığıyla bilim ve teknolojiye olan ilgilerinin artması, onların bu alanlara karşı daha olumlu tutum geliştirmelerine yardımcı olmuştur. STEM konularının somut ve günlük hayatla bağlantılı projelerle sunulması bu tutum değişikliğinde önemli rol oynamıştır. Literatürde bu sonucu destekler nitelikte çalışmalar (Kavacık, 2018; Aydın ve Karşlı Baydere, 2019; Yavuz, 2019)

Yaptığımız araştırma sonucunda, STEM SOS Modeli etkinliklerinin, öğrencilerin akademik başarılarını ve STEM'e yönelik Tutumlarını artırdığı gözlenmektedir. Kavacık (2018) çalışmasında, mühendislik ve tasarım yeteneği ile STEM etkinliklerinin entegre edildiği fen bilimleri derslerinin öğrencilerin STEM tutumlarını olumlu yönde değiştirdiğini göstermektedir. Bu sonuç; araştırmamızdaki STEM SOS Modeli etkinliklerinin, öğrencilerin STEM'e yönelik Tutumlarını artırdığı sonucunu desteklemektedir.

Aydın ve Karşlı Baydere (2019), öğrencilerin mühendislik tasarım etkinliklerine ilişkin algılarını belirlemek için "Karışımların Ayrılması" konulu bir STEM etkinliği geliştirmiş ve mühendislik tasarım sürecini kullanmışlardır. Araştırmanın sonucunda STEM'e ve içeriğe yönelik tutumlarının arttığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu sonuç; araştırmamızdaki STEM SOS Modeli etkinliklerinin, öğrencilerin STEM'e yönelik Tutumlarını artırdığı sonucunu desteklemektedir.

Yavuz (2019) tarafından yapılan araştırmada, dördüncü sınıf derslerinde STEM uygulamalarının kullanılmasının öğrencilerin STEM tutumları üzerindeki etkisi açısından uyumlu olduğu bulunmuştur. Araştırmada, STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM tutumlarını olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Bu sonuç; araştırmamızdaki STEM SOS Modeli etkinliklerinin, öğrencilerin STEM'e yönelik Tutumlarını artırdığı sonucunu desteklemektedir.

5.2. Öneriler

STEM SOS modelinin öğrencinin akademik başarısını artırmada başarılı olduğu gözlemlendiğinden, diğer fen bilimleri derslerine dâhil edilmesi gerekmektedir. Öğretmenler bu modelin kendi okullarında nasıl uygulanacağını öğrenmek için hizmet içi eğitim programlarına katılabilirler. Bu nedenle STEM eğitim ve uygulamalarının öğretmen yetiştirme programlarına dâhil edilmesi ve STEM SOS temelli öğretim yöntemlerinin öğretmenler arasında yaygınlaştırılması önemlidir. STEM SOS modeli sadece ortaokullarda değil, ilkokuldan liseye kadar çeşitli sınıf düzeylerinde de kullanılabilir. Sonuç olarak öğrencilerin Anaokulundan itibaren öğrencilerin STEM disiplinlerine olan merakları bu alanlardaki yetenekleri geliştirilmelidir. Okul dışı STEM faaliyetlerine katılmak, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinde rol oynar. Bu sebepten okul dışı STEM faaliyetlerine de öğrenciler katılmalıdır.

STEM SOS modelinin olumlu etkilerini arttırabilmek için daha fazla araştırma yapılmalıdır. Bilim merkezleri, üniversiteler ve özel şirketlerle iş birliği içinde düzenlenen STEM kampları, yarışmalar ve proje temelli etkinlikler öğrencilerin STEM'e olan tutumları için oldukça motive edicidir. Bu çalışmalar öğrencilerin STEM hakkındaki tutumlarının, kariyer hedeflerinin ve gelecekteki mesleki başarılarının zaman içinde gelişimini arttıracaktır. STEM SOS eğitimi sosyal bilimler ve sanat gibi diğer alanlarla birleştirilerek daha kapsamlı ve çeşitli proje ve uygulamalar geliştirilmelidir. Öğrenciler bu şekilde etkileşime girerek çeşitli disiplinler alanlar arasında bağlantı kurma kapasitelerini ve yaratıcı düşünme yeteneklerini geliştirir.

STEM eğitiminin etkililiğini arttırmak için, okul yöneticileri, okul içi ve dışındaki STEM projelerine fon ve kaynak tahsis etmeli ve eğitim politikacıları, uzun vadeli bir yaklaşım olarak STEM SOS eğitiminin müfredata entegrasyonu sağlamalı ve teşvik edici eğitim programları oluşturmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu. Scala Basım.
<https://l24.im/mOL5>
- Akgül, N., & Yıldırım, B. (2018). STEM SOS modelinin farklı değişkenler açısından etkisinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 5(2), 316-326. <https://doi.org/10.31202/ecjse.376481>
- Aksoy, Ş., & Özcan, H. (2020). Altıncı sınıf öğrencilerinin ses ve özellikleri ünitesi ile ilgili başarılarını ölçmeye yönelik bir test geliştirme çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 16(2), 193-214.
<https://doi.org/10.17244/eku.787792>
- Altunel, M. (2018). STEM eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve riskler. *SETA Perspektif Dergisi*, (207), 1-7.
https://www.setav.org/assets/uploads/2018/07/STEM_Eg%CC%86itimi-1.pdf
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1993). *Benchmarks for science literacy*. Oxford University Press.
- Atabey, N., & Topcu, M. S. (2021). The relationship between Turkish middle school students' 21st-century skills and STEM career interest: Gender effect. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 7(2), 86-103.
- Aydağül, B., & Terzioğlu, T. (2014). Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin önemi. *TÜSİAD Görüş Dergisi*, 85, 13-19.
<https://www.tusiadstem.com/kesfet/makaleler/2-bilim-teknoloji-muehendislik-ve-matematigin-onemi>
- Aydın, G., Saka, M., & Selcen, G. (2017). 4-8. sınıf öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik (STEM-FETEMM) tutumlarının incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 787-802.

- Aydın Ceran, S. (2021). 21. yüzyıl becerileri bağlamında fen eğitiminin bugünü ve geleceği: Türkiye perspektifinde bir analiz. *Itobiad: Journal of the Human & Social Science Researches*, 10(4), 3191-3218.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/itobiad/issue/66167/908645>
- Aydın, E., & Karslı Baydere, F. (2019). Yedinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri: Karışımların ayrıştırılması örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(1), 35-52.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/omuefd/issue/46119/439843>
- Aydeniz, M. (2017, Ekim). Eğitim sistemimiz ve 21. yüzyıl hayalimiz: 2045 hedeflerine ilerlerken, Türkiye için STEM odaklı ekonomik bir yol haritası. University of Tennessee, Knoxville. https://trace.tennessee.edu/utk_theopubs/17/
- Aytekin, A. (2018). Ortaokul 5. sınıf fen bilimleri dersi "Işığın ve Sesin Yayılması" ünitesine yönelik geliştirilen materyal ve deney etkinliklerinin öğrenci akademik başarısı ve motivasyonuna etkisinin incelenmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Ayube, L. (2025). *Proje temelli öğrenme* .<https://www.hikayeboa.com/tr/makaleler/e/proje-taban%C4%B1-%C3%B6%C4%9Frenme>
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz, M., Emen, H., Gürer, F. (2018). 2018 fen bilimleri öğretim programı kazanımlarındaki değişimler ve fen teknoloji matematik mühendislik (STEM) entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 702-735. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2018.-412111>
- Banning, J., & Folkestad, J. E. (2012). STEM education related dissertation abstracts: A bounded qualitative meta-study. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 730-741. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9344-3>
- Baran, M., Baran, M., Karakoyun, F., & Maskan, A. (2021). The influence of project-based STEM (PjBL-STEM) applications on the development of 21st-century skills. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 18(4), 798-815.
<https://doi.org/10.36681/tused.2021.98>

- Barron, B. J., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., Bransford, J. D., & Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 271-311.
<https://doi.org/10.1080/10508406.1998.9672056>
- Basey, J., Sackett, L., & Robinsons, N. (2008). Optimal science lab design: Impacts of various components of lab design on students' attitudes toward lab. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 2(1), 1-15.
- Blumenfeld, P., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26, 369-398.
https://doi.org/10.1207/s15326985ep2603&4_8
- Beghetto, R. A. (2009). Correlates of intellectual risk taking in elementary school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 210-223.
<https://doi.org/10.1002/tea.20270>
- Benek, İ., & Akcay, B. (2022). The effects of socio-scientific STEM activities on 21st-century skills of middle school students. *Participatory Educational Research*, 9(2), 25-52.
- Bentley, J. (2021). The impact of STEM education on elementary school math and science achievement (Order No. 28647841). *ProQuest Dissertations & Theses Global*. (2566270078).
- Bozkurt Altan, E. (2017). Tasarım temelli öğrenme ve probleme dayalı STEM uygulamaları. In S. Çepni (Ed.), *Kuramdan uygulamaya STEM+A+E eğitimi* (pp. 75-89). Pegem.
- Breckler, S. J. (2007). “S” is for science. *Science Directions*, 38(8), 32.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>

- Bryan, L., & Guzey, S. S. (2020). K-12 STEM eğitimi: Perspektiflere ve hususlara genel bir bakış. *Hellenic Journal of STEM Education*, 1(1), 5-15.
<https://doi.org/10.51724/hjstemed.v1i1.5>
- Büyüköztürk, Ş. (2001). *Deneyisel desenler*. Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. (17th ed.). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem Akademi.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996.
<https://doi.org/10.1126/science.1194998>
- Capps, D. K., & Crawford, B. A. (2013). Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497-526. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9314-z>
- Carin, A. A., & Bass, J. E. (2001). *Teaching science as inquiry*. Merrill Prentice Hall.
- Carnevale, A. P., Smith, N., & Melton, M. (2011). *STEM*. Georgetown University Center on Education and the Workforce.
- Carter, V., & Good, E. (1973). *Dictionary of education* (4th ed.). McGraw-Hill.
- Ceylan, S. (2014). Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma [Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü]. *Ulusal Tez Merkezi*.
- Chute, E. (2009, February 10). STEM education is branching out. *USA Today*.
<https://www.usatoday.com>
- Clifford, M. M. (1991). Risk alma: Teorik, ampirik ve eğitimsel düşünceler. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 263-297.
<https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653135>

- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2014). *Karma yöntem araştırmaları: Tasarımı ve yürütülmesi* (Y. Dede, S. B. Demir, & A. Delice, Çev.). Anı Yayıncılık.
- Çepni, S. (2018). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*. Pegem Akademi.
<https://depo.pegem.net/9786052410561.pdf>
- Çetin, M., & Çetin, G. (2021). 21. yüzyıl becerileri açısından MEB okul öncesi eğitim programına eleştirel bir bakış. *Journal of Education for Life / Yaşadıkça Eğitim Dergisi*, 35(1), 235–255.
- Çorlu, M. S. (2013). Uzman alan öğretmen eğitimi modeli ve görüşler. *FeTeMM*.
<http://fetemm.tSTEM.com/gorusler>
- Dare, E. A., Keratithamkul, K., Hiwatig, B. M., & 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), Article 737.
<https://doi.org/10.3390/educsci11110737>
- Daşcı, A. D., & Yaman, S. (2014). Investigation of intellectual risk-taking abilities of students according to Piaget's stages of cognitive development and education grade. *Journal of Theoretical Educational Science*, 7(3), 271-285.
<https://doi.org/10.24042/jpte.v7i3.26952>
- Dede, H., & Keleş, İ. H. (2020). Saf madde, karışımlar ve karışımların ayrılması konularında yaşam temelli başarı testinin geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(3), 797-825.
<https://doi.org/10.17152/gefad.659887>
- Deveci, İ. (2018). Fen bilimleri öğretmen adaylarının sahip oldukları FeTeMM farkındalıklarının girişimci özellikleri yordama durumu. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(4), 1247-1256. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.356829>
- Diehl, W., Grobe, T., Lopez, H., & Cabral, C. (1999). *Project-based learning: A strategy for teaching and learning*. Center for Youth Development and Education, Corporation for Business, Work, and Learning.

- Doğan, B., & Robin, B. (2015). Technology's role in STEM education and the STEM SOS model. In A. Şahin (Ed.), *A practice-based model of STEM teaching* (pp. 75-91). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-019-2_6
- Doğan, İ. (2014). Okul öncesi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin belirlenmesi [Yüksek lisans tezi, Dumlupınar Üniversitesi]. *Ulusal Tez Merkezi*. <http://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/SearchTez>
- Doğanay, K. (2018). Probleme dayalı STEM etkinlikleriyle gerçekleştirilen bilim fuarlarının ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarılarına ve fen tutumlarına etkisi [Yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi]. *Ulusal Tez Merkezi*.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67. <https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s3m>
- Erdem, M. (2002). Proje tabanlı öğrenme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 172–179. <http://efdergi.hacettepe.edu.tr/yonetim/icerik/makaleler/943-published.pdf>
- Erdogan, N., & Bozeman, D. (2015). Models of project-based learning for the 21st century. In A. Şahin (Ed.), *A practice-based model of STEM teaching* (pp. 25-47). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-019-2_3
- Faber, M., Unfried, A., Wiebe, E. N., Corn, J., Townsend, L. W., & Collins, T. L. (2013). Student attitudes toward STEM: The development of upper elementary school and middle/high school student surveys. *120th ASSE Annual Conference & Exposition*, Atlanta. <https://doi.org/10.18260/1-2--22469>
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3rd ed.). Sage Publications.
- Firdha, S. K., Ari, W., Nanang, W., & Lia, A. (2021). Promoting students' problem-solving skills through STEM project-based learning in earth layer and disasters topic. *Journal of Science Learning*, 4(3), 257–266. <https://doi.org/10.17509/jsl.v4i3.34573>

- Gao, Y. (2015). Report on China's STEM system. Retrieved April 18, 2021.
- Green, S. B., & Salkind, N. J. (2014). *Using SPSS for Windows and Macintosh: Analyzing and understanding data* (7th ed.). Pearson.
- Hacıoğlu, Y. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi [Doktora tezi, Ulusal Tez Merkezi]. *Ulusal Tez Merkezi*.
- Helvy, A., Abdul, G., & Lia, A. T. P. (2020). Implementation of project-based learning through STEM approach to improve students' science process skills and learning outcomes. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 5(2), 144–152.
<https://doi.org/10.15575/jtk.v5i2.7117>
- Hickey, R. (2014). Project-based learning: Where to start? *Techniques: Connecting Education & Careers*, 89(2), 8–9.
- Hiğde, E. (2018). Ortaokul 7. sınıf öğrencileri için hazırlanan STEM etkinliklerinin farklı değişkenlere yönelik etkisinin incelenmesi [Doktora tezi, Adnan Menderes Üniversitesi]. *Ulusal Tez Merkezi*.
- Horovitz, B. (2012, May 5). After Gen X, Millennials, what should the next generation be? *USA Today*. <http://usatoday30.usatoday.com>
- İlhan, N., & Hoşgören, G. (2017). Fen bilimleri dersine yönelik yaşam temelli başarı testi geliştirilmesi: Asit baz konusu. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 5(2), 87–110.
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2581406>
- Kang, M., Kim, J., & Kim, Y. (2013). Learning outcomes of the teacher training program for STEAM education. *Korean Journal of the Learning Sciences*, 7(2), 18–28.
- Karakaya, F., Yılmaz, M., & Avgın, S. S. (2018). Ortaokul Öğrencilerinin Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyonlarının İncelenmesi
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ksusbd/issue/40204/393159>

- Kavacık, İ. (2018). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) uygulamalarının; öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarına, sorgulayıcı öğrenme becerisi algılarına ve STEM'e yönelik tutumlarına etkisi [Yüksek lisans tezi, Ulusal Tez Merkezi]. *Ulusal Tez Merkezi*.
- Kelly, D., Xie, H., Nord, C. W., Jenkins, F., Chan, J. Y., & Kastberg, D. (2013). *Performance of U.S. 15-year-old students in mathematics, science, and reading literacy in an international context: First look at PISA 2012*. National Center for Education Statistics. <https://nces.ed.gov/pubs2014/2014024rev.pdf>
- Kesamang, M. E. E., & Taiwo, A. A. (2002). The correlates of the socio-cultural background of Botswana junior secondary school students with their attitudes towards and achievements in science. *International Journal of Science Education*, 24(9), 919-940. <https://doi.org/10.1080/09500690110098903>
- Kinboon, N. (2019). Enhancing grade 10 students' achievement and the 21st-century learning skills by using information based on STEM education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340, 012065. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1340/1/012065>
- Koballa, T. R., & Crawley, E. F. (1985). The influence of attitude on science teaching and learning. *School Science and Mathematics*, 85, 222-231. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1985.tb09625.x>
- Korkmaz, H., & Kaptan, F. (2001). Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 193-200. https://doi.org/10.1501/Egifak_0000000617
- Koray, Ö., & Azar, A. (2008). ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN PROBLEM ÇÖZME VE MANTIKSAL DÜŞÜNME BECERİLERİNİN CİNSİYET VE SEÇİLEN ALAN AÇISINDAN İNCELENMESİ. *Kastamonu Education Journal*, 16(1), 125-136. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/819068>

- Kivunja, C. (2015). Exploring the pedagogical meaning and implications of the 4Cs “super skills” for the 21st century through Bruner’s 5E lenses of knowledge construction to improve pedagogies of the new learning paradigm. *Creative Education*, 6, 224-237. <https://doi.org/10.4236/ce.2015.62021>
- Langdon, D., McKittrick, G., Beede, D., Khan, B., & Doms, M. (2011). STEM: Good jobs now and for the future. *ESA Issue Brief*, 03-11. Washington, DC: U.S. Department of Commerce.
- Lawson, D. (2020). Motivating critical thinkers in fourth-grade science: Action research promoting 21st-century skills through technology integrated project-based learning (Order No. 27744618). *ProQuest Dissertations & Theses Global*. (2428039095).
- Linn, M. C., Clark, D., & Slotta, J. D. (2003). WISE design for knowledge integration. *Science Education*, 87(4), 517-538. <https://doi.org/10.1002/sce.10086>
- Llewellyn, D. (2002). *Inquire within: Implementing inquiry-based science standards*. Corwin Press.
- Mawn, M. V., Carrico, P., Charuk, K., Stote, K. S., & Lawrence, B. (2011). Hands-on and online: Scientific explorations through distance learning. *Open Learning*, 26(2), 135-146. <https://doi.org/10.1080/02680513.2011.567303>
- McGrath, D. (2002). Getting started with project-based learning. *Learning and Leading with Technology*, 30(3), 42-50.
- McKinnon, F. R. (2018). The effects of STEM education on elementary student achievement (Order No. 10981603). *ProQuest Dissertations & Theses Global*. (2172440427). <https://www.proquest.com/dissertations-theses/effects-stem-education-on-elementary-student/docview/2172440427>
- Mergendoller, J. R., Markham, T., Ravitz, J., & Larmer, J. (2006). Pervasive management of project-based learning: Teachers as guides and facilitators. In C. M. Evertson & C. S. Weinstein (Eds.), *Handbook of classroom management: Research, practice, and contemporary issues* (pp. 159–170). Lawrence Erlbaum Associates.

- MJ Mohr-Schroeder, M., Cavalcanti, K., & Blyman, K. (2015). STEM education: Understanding the changing landscape. In A. Şahin (Ed.), *A practice-based model of STEM teaching* (pp. 1–15). Sense Publishers.
- Moomaw, S. (2013). *Teaching STEM in the early years: Activities for integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Redleaf Press.
- MEB (2015). 2015-2019 Stratejik Plan. <https://tls.tc/sKrCe>
- MEB (2016). STEM eğitimi raporu. http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf
- MEB (2018). Millî Eğitim Bakanlığı, fen bilimleri dersi öğretim programı. <https://l24.im/JwnYvK>
- Murat, A. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri yeterlik algıları ile STEM'e yönelik tutumlarının incelenmesi [Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi]. *Ulusal Tez Merkezi*.
- Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. *TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM)*.
- Morrison, J., Frost, J., Gotch, C., McDuffie, A., Austin, B., & French, B. (2020). Teachers' role in students' learning at a project-based STEM high school: Implications for teacher education. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10046-4>
- Nacaroğlu, O., & Kızıkan, O. (2021). Özel yetenekli öğrencilerin STEM tutumları ve 21. yüzyıl becerilerine sahip olma düzeyleri. *Turkish Journal of Social Research / Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 25(2), 425-441.
- National Academy of Engineering. (2008). Grand challenges for engineering. <http://engineeringchallenges.org>
- National Academy of Engineering and National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. The National Academies Press.

- National Research Council [NRC]. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. The National Academies Press.
- National Research Council. (2014). *Convergence: Facilitating transdisciplinary integration of life sciences, physical sciences, engineering, and beyond*. The National Academies Press.
- National Science Board. (2014). *Science and engineering indicators 2014*. National Science Foundation.
- National Science Foundation. (2013). *Women, minorities, and persons with disabilities in science and engineering: 2013*. National Science Foundation.
- Ong, S. L., & Ling, J. P. W. (2020). Low-cost educational robotics car promotes STEM learning and 21st-century skills. In *2020 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 467-473). <https://doi.org/10.1109/TALE48869.2020.9368487>
- Owens, A. D., & Hite, R. L. (2022). Enhancing student communication competencies in STEM using virtual global collaboration project-based learning. *Research in Science & Technological Education*, 40(1), 76-102. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1889164>
- Özaşkın Arslan, A. G., & Karamustafaoğlu, S. (2019). 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı kapsamındaki 7. sınıf Güneş Sistemi ve Ötesi ünitesine yönelik bir başarı testi geliştirme. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(2), 172-205. <https://doi.org/10.7822/omuefd.528571>
- Özel, M. (2018). Robotik biliminin ortaokul 8. sınıf fen bilimleri dersine entegrasyonu [Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi]. *Ulusal Tez Merkezi*.
- Özçelik, A., & Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334-351.

- Özsoy, N., & Şahin, A. (2015). Make it happen: A study of a novel teaching style, STEM students on the stage (SOS) for increasing students' STEM knowledge and interest. In A. Şahin (Ed.), *A practice-based model of STEM teaching* (pp. 47-62). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-019-2_4
- Öztürk, D. ve Demir, C. (2023). Araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile ilgili yapılan araştırma üzerine bir metasentez çalışması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(87), 1094-1111. <https://doi.org/10.17755/esosder.1262784>
- Pallant, J. (2017). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS for Windows* (6th ed.). Open University Press.
- Pekbay, C. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi]. *Ulusal Tez Merkezi*.
- Perdana, R., Apriani, A., Richardo, R., Rochaendi, E., & Kusuma, C. (2021). Elementary students' attitudes towards STEM and 21st-century skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 10(3), 1080-1088. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i3.21487>
- Read, T. (2013). STEM can lead the way: Rethinking teacher preparation and policy. *Phi Delta Kappan*, 95(3), 25-30.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*. <https://www.iteaconnect.org/mbrsonly/Library/TTT/TTTe/04-12roberts.pdf>
- Samsudin, M. A., Jamali, S. M., Zain, A. N. M., & Ale Ebrahim, N. (2020). The effect of STEM project-based learning on self-efficacy among high-school physics students. *Journal of Turkish Science Education*, 17(1), 94–108.
- Smith, J., & Karr-Kidwell, P. (2000). The interdisciplinary curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers. *ERIC database*. (ED443172).

- Şahin, A., & Almus, K. (2015). How did students' state test performances change with the new testing by school type? Proposal presented at the American Educational Research Association (AERA), Chicago, IL.
- Şahin, A., Top, N., & Vanegas, S. (2014). Harmony STEM SOS™ model increases students' college readiness and develops 21st-century skills. *Research & Policy*, 1(1), 309-322. <https://l24.im/M6UiW>
- Sahin, A., & Top, N. (2015). STEM Students on the Stage (SOS): Promoting Student Voice and Choice in STEM Education through an Interdisciplinary, Standards-Focused, Project-Based Learning Approach. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 16(3), 24-33. <https://l24.im/BVpHe>
- Şahin, A., Willson, V., Top, N., & Capraro, R. M. (2014, April). Charter school system: How does student achievement compare? Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association (AERA), Philadelphia, Pennsylvania.
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). STEM-related after-school program activities and associated outcomes on student learning. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(1), 309–322. <https://l24.im/oJ8aizB>
- Şahin, A., Top, N., & Şahin, A. (2015). Teachers' reflections on STEM Students on the Stage (SOS)™ model. In A. Şahin (Ed.), *A practice-based model of STEM teaching* (pp. 259-282). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-019-2_15
- Şen, C. (2018). Mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik STEM etkinliklerinde üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kullandığı beceriler [Doktora tezi, Ulusal Tez Merkezi]. *Ulusal Tez Merkezi*.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.). Pearson.

- Taylor, D. C. (2019). Out of school time (OST) STEM activities impact on middle school students' STEM persistence: A convergent mixed methods study [Doktora tezi, Texas Tech University].
<https://ttu-ir.tdl.org/bitstream/handle/2346/85001/TAYLOR-DISSERTATION-2019.pdf?sequence=1>
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. *San Rafael, CA: The Autodesk Foundation*. <https://tls.tc/JGfU2>
- Trauth-Nare, A., & Buck, G. (2011). Assessment for learning: Using formative assessment in problem- and project-based learning. *The Science Teacher*, 78(1), 34–39. <https://eric.ed.gov/?id=EJ912499>
- Uğraş, M. (2017). Okul öncesi öğretmenlerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşleri. *Eğitimde Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, 1(1), 39-54.
https://www.researchgate.net/publication/326522338_OKUL_ONCESI_OGRETMENLERININ_STEM_UYGULAMALARINA_YONELIK_GORUSLERI
- Varmus, H., Klausner, R., Zerhouni, E., Acharya, T., Daar, A. S., & Singer, P. A. (2003). Grand challenges in global health. *Science*, 302(5644), 398–399.
<https://doi.org/10.1126/science.1091769>
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st-century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299-321.
<https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
- Wahono, B., Ling Lin, P., & Yen Chang, C. (2020). Evidence of STEM enactment effectiveness in Asian student learning outcomes. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 36-52.
- Yavuz, M., Hasançebi, M., & Hasançebi, F. (2020). The effect of STEM application on 21st-century skills of middle school students and student experiences. *Journal of Soft Computing and Artificial Intelligence*, 1(1), 28-39.
<https://doi.org/10.35498/jscai.2020.1002>

Yıldırım, B., & Selvi, M. (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(2), 183-210.
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/299006>

Yıldırım, B. (2018). *Teoriden pratiğe STEM eğitimi*. Nobel Bilimsel Eserler.

Yurdakul, B. (2004). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının öğrenenlerin problem çözme becerilerine, biliş ötesi farkındalık ve derse yönelik tutum düzeylerine etkisi ile öğrenme sürecine katkıları [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi].
Ulusal Tez Merkezi.



EKLER

Ek 1. Etik Kurul Araştırma İzni

11.03.2024 22:27

Etik Kurul Otomasyonu

T.C. İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu			
Oturum Tarihi : 22-02-2024	Oturum Sayısı : 3	Karar Sayısı : 12	
Etik Açısından Uygun			
Çalışma Adı	STEM (SOS) Modeli Etkinliklerinin 7. sınıf Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Zihinsel Risk Alma Becerilerine Etkisi		
Araştırmacılar	Prof.Dr. Nevzat Bayrı (Danışman) Yüksek lisans Öğrencisi Nejmettin Yıldırım (Yardımcı Araştırmacı)		
Başkan	Prof.Dr. Hakan ÖZDEMİR		
Kurul Üyeleri			
Kullanıcı Mehmet YILMAZ		Prof.Dr. Yusuf BATAR	
Prof.Dr. Mehmet ÖNAL		Prof.Dr. Bilal Altay	
Prof.Dr. Mehmet GÜNGÖR		Prof.Dr. Süleyman ÇALDAK	
Prof.Dr. Lutfiye ÖZDEMİR			

Ek 2. MEB Araştırma İzni

ARAŞTIRMA DEĞERLENDİRME KOMİSYON TUTANAĞI	
ARAŞTIRMA SAHİBİNİN	
ADI SOYADI	NEJMETTİN YILDIRIM
KURUMU /ÜNİVERSİTESİ	İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
KURUMUN/ÜNİVERSİTENİN YAZISININ TARİH VE SAYISI	İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ (ÖĞRENCİ İŞLERİ DAİRE BAŞKANLIĞI'NIN) 14/03/2024 TARİHLİ VE 422657 SAYILI YAZISI.
ARAŞTIRMA YAPILACAK İLLER	MALATYA
ARAŞTIRMA YAPILACAK EĞİTİM KURUMU VE KADEMESİ	İLİMİZ DARENDE İLÇESİNDE BULUNAN OSMAN HULUSİ ATEŞ İHO'NDA ÖĞRENİM GÖREN ÖĞRENCİLER
ARAŞTIRMANIN KONUSU	"STEM(SOS) MODELİ ETKİNLİKLERİNİN 7.(Yedinci) SINIF ÖĞRENCİLERİN AKADEMİK BAŞARILARINA VE ZİHİNSEL RISK ALMA BECERİLERİNE ETKİSİ"Konulu Araştırma İzni
ÜNİVERSİTE/KURUM ONAYI	VAR
ARAŞTIRMA/PROJE/ÖDEV/TEZ ÖNERİSİ	TEZ
VERİ TOPLAMA ARAÇLARI	FORM
GÖRÜŞ İSTENİLECEK BİRİM/BİRİMLER	
KOMİSYONUN TOPLANTI TARİHİ	15.04.2024
KOMİSYON GÖRÜŞÜ	OLUMLU
Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2020/2 Sayılı Genelgeye aykırı bir durum görülmemiş olup, araştırmanın yapılması uygun görülmüştür.	
KOMİSYON KARARI	Araştırma yapılmasına oybirliği ile karar verilmiştir.
MUHALİF ÜYENİN ADI VE SOYADI	GEREKÇESİ.....

Ek 3. STEM'e Yönelik Tutum Ölçeği

Sevgili öğrenciler,

Bu çalışma akademik bir çalışmadır ve başka amaçla kullanılmayacaktır. Aşağıdaki ifadeler için size en uygun olan seçeneği işaretleyiniz.

Hiçbir şekilde "yanlış" ya da "doğru" cevap seçenekleri söz konusu değildir! Tek doğru yanıt sizin için doğru olan yanıttır. Lütfen her soru için bir cevabı işaretleyiniz.

MATEMATİK					
	KESİNLİKLE KATILMIYORUM	KATILMIYORUM	KARARSIZIM	KATILYORUM	KESİNLİKLE KATILYORUM
1. Matematik benim en kötü olduğum derstir.	0	0	0	0	0
2. Matematiğin kullanıldığı bir kariyeri seçmeyi düşünebilirim.	0	0	0	0	0
3. Matematik benim için zor.	0	0	0	0	0
4. Matematikte başarılı olabilecek bir öğrenciyim.	0	0	0	0	0
5. Birçok dersle başa çıkabilirim ancak matematikle başa çıkamıyorum.	0	0	0	0	0
6. Matematik konusunda ileri seviyede çalışmalar yapabileceğimden eminim.	0	0	0	0	0
7. Matematikte iyi notlar alabilirim.	0	0	0	0	0
8. Matematikte iyiyim.	0	0	0	0	0

FEN					
	0	0	0	0	0
1. Fen ile ilgilenirken kendimden emin davranıyorum.	0	0	0	0	0
2. Fen üzerine bir kariyer yapmayı düşünebilirim.	0	0	0	0	0
3. Okuldan mezun olduğumda fen'i kullanmayı umut ediyorum.	0	0	0	0	0
4. Fen konusunda bilgili olmam benim hayatımı kazanmama yardım edecek.	0	0	0	0	0
5. Gelecekteki çalışmalarım için fene ihtiyacım olacak.	0	0	0	0	0
6. Fen konusunda başarılı olabileceğimi biliyorum.	0	0	0	0	0
7. Hayatımdaki çalışmalarda, fen benim için önemli olacak.	0	0	0	0	0
8. Birçok dersle başa çıkabilirim ancak fenle başa çıkamıyorum.	0	0	0	0	0
9. Fen konusunda ileri seviyede çalışmalar yapabileceğimden eminim.	0	0	0	0	0

MÜHENDİSLİK					
1. Yeni ürünlerin üretildiğini hayal etmek hoşuma gidiyor.	0	0	0	0	0
2. Mühendisliği öğrenirsem, insanların günlük yaşamlarında kullandığı şeyleri geliştirebilirim.	0	0	0	0	0
3. Bir şeyle ri oluşturmak ve onları tamir etmekte iyiyim.	0	0	0	0	0
4. Makinelerin nasıl çalıştığını ilgililiyim.	0	0	0	0	0
5. Ürünler veya yapılar tasarlamak gelecekteki çalışmalarım için önemli olacak.	0	0	0	0	0
6. Elektronik eşyaların nasıl çalıştığını konusunda meraklıyım.	0	0	0	0	0
7. Yaratıcılık ve yeniliği gelecekteki çalışmalarında kullanmak isterim.	0	0	0	0	0
8. Matematik ve Fen'i birlikte nasıl kullanacağımı bilmek bana kullanışlı şeyler icat etme şansı taniyacak.	0	0	0	0	0
9. Mühendislik konusunda başarılı bir kariyere sahip olabileceğime inanıyorum	0	0	0	0	0
21. YÜZYILIN YETENEKLERİ					
1. Diğer bireylere bir hedefe ulaşmalarında liderlik edebileceğim konusunda kendime güveniyorum.	0	0	0	0	0
2. Diğer bireyleri ellerinden gelenin en iyisini yapmaları için cesaretlendirebileceğime inanıyorum.	0	0	0	0	0
3. Yüksek kalitede çalışmalar yapabileceğimden eminim.	0	0	0	0	0
4. Akranlarımın farklılıklarına karşı saygılı davranacağımın eminim.	0	0	0	0	0
5. Akranlarıma yardım edebileceğime eminim.	0	0	0	0	0
6. Karar verirken başkalarının görüşlerini göz önüne alacağımın eminim	0	0	0	0	0
7. İşler planlandığı gibi gitmediğinde değişiklikler yapabileceğimden eminim.	0	0	0	0	0
8. Kendi öğrenme hedeflerimi belirleyebileceğime inanıyorum.	0	0	0	0	0
9. Kendi başıma çalışırken zamanımı akıllıca yönetebileceğimden eminim.	0	0	0	0	0
10. Yapmam gereken görevler olduğunda hangilerinin önce yapılması gerektiğini seçebilirim.	0	0	0	0	0
11. Farklı altyapılara sahip olan öğrencilerle iyi bir şekilde çalışabileceğimden eminim.	0	0	0	0	0

Ek 4. STEM SOS Etkinlikleri

Stem SOS Etkinlik 1 : Güneş Ocağı STEM SOS ÖĞRENME TEMELLİ ÖRNEK DERS PLANI
Ders: Fen Bilimleri Öğrenme Alanı: Aynalar Sınıf: 7 Süre: 4 Ders Saati Ders Öğretmeni: Nejmettin YILDIRIM
1. Hedef Kazanımlar: 1.1. Bilişsel Süreç Kazanımları
FEN BİLİMLERİ DERSİNE AİT KAZANIM F.7.5.2. Aynalar / Önerilen Süre: 6 ders saati Konu / Kavramlar: Düz ayna, çukur ayna, tümsek ayna F.7.5.2.1. Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir. F.7.5.2.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır. MATEMATİK DERSİNE AİT KAZANIM: M.6.3.3.1. Çember çizerek merkezini, yarıçapını ve çapını tanır. TEKNOLOJİ TASARIM DERSİNE AİT KAZANIM 7. 1. 3. Tasarım planı hazırlar. 7. 1. 4. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur. 7. 1. 5. Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir. 7. 1. 6. Tasarladığı ürünü değerlendirme sonuçlarına göre yeniden yapılandırır.
21. YY BECERİLERİNE AİT KAZANIM İletişim ve iş birliği, yaratıcılık ve inovasyon, girişimcilik, liderlik, problem çözme ve eleştirel düşünme
Öğretmen konuyu işler: Düzlem ayna, çukur ayna, tümsek ayna anlatılır.
Problem Durumu: Hayvancılıkla geçimini sağlayan aileler zengin meralar bulabilmek için yaylalara göç etmek zorunda kalmaktadırlar. Bu göç içerisinde çeşitli zorluklar barındırmaktadır. Bu zorluklardan bir tanesi yemek pişirmek için sürekli olarak odun temin edilmesidir. Bekir, ailesine yardım edebilmek için sürekli odun taşımak zorunda kalmaktadır. Bu durum onun yorulmasının yanı sıra odun toplama aşamasında tehlikeli canlılar ile karşılaşmasına da neden olmaktadır. Bu riskli duruma çözüm bulabilmek amacı ile yemeklerin pişirilmesini sağlayabilecek, bir güneş ocağı tasarlamamız gerekmektedir. Bekir ve ailesi gibi birçok aileye

yardımcı olabilmek için nasıl bir güneş ocağı tasarlamalıyız?
Güneş Ocağı Tasarlıyoruz Güneş enerji ile çalışan, en fazla odak uzaklığına sahip maliyeti ucuz güneş ocağı tasarlamak.
Amaç: Öğrencilerin günlük yaşamda kullanılan malzemeler ve öğrendikleri bilgilerden yola çıkarak güneş ocağı yapmalarını sağlamaktır. Gerekli Malzemeler: Leğen, alüminyum folyo, yapıştırıcı, çöp, şiş, cetvel, kalem, bant, koli, termometre
Aşamalar: -Güneş ocağı için araştırma yapılması -Araştırma sonuçlarının tartışılması -Güneş ocağı tasarımına karar verilmesi -Güneş ocağı yapılması -Güneş ocağı denenmesi -Güneş ocağına son halinin verilmesi -Güneş ocağının değerlendirilmesi -Tasarım ile ilgili broşür hazırlanması -Tasarımın video'ya çekilmesi ve sunum
Yapılışı: -Önce nasıl bir güneş ocağı tasarımı yapılacağına karar verilir. -Leğenin çapı, yarı çapı, odak uzaklığı hesaplanır. -Leğenin kenarlarından çöp şişler görseldeki gibi sabitlenir. -Çöp şişlerin kenarlarından alüminyum folyo kaplanır. -Güneş ocağını denemek için bahçeye çıkılır. (Leğenin çapı 40 cm, yarıçapı 20 cm, odak uzaklığı 10 cm olabilir)
1. Aşama Düzey I projeleri:
Deney grubu için Öğrencilere STEM SOS modeli uygulama sürecinde seçilen "Güneş ocağı ile Yemeklerimizi Pişirelim" başlığı altında araştırma ve proje etkinliği uygulanır. Süreç okul içi etkinlikler şeklinde gerçekleştirilir. Öğrenciler konu içeriğine yönelik dönem başına bir Düzey I projesi alır. Müfredat kapsamına ve sırasına göre 3-4 kişilik gruplar halinde bir hafta içerisinde projeler yürütülür ve Düzey I projesi bir hafta içinde sınıfta tamamlanır. Öğrencilere, eğitim-öğretim yılının başında projeyi tamamlamaları için gerekli olan; araştırmanın nasıl yapılacağı, nelere dikkat edileceği ve verilerin nasıl analiz edileceğine dair bilgiler verilir. Öğretmen, projelerin zamanında tamamlanması için rehberlik ve geri bildirim sağlar. STEM SOS modeli sürecine yönelik Düzey I projelerinin

gerçekleştirilmesi için başlangıçta, öğretmen, sınıf içi ve dışında araştırma yapmaları için öğrenci gruplarına (birlikte çalışan 3-4 öğrenci) ‘Dişçiler neden ayna kullanıyor olabilir?’, ‘Kullanılan aynaların özelliği ne olabilir?’, ‘Makyaj aynasında iki tarafındaki ayna neden farklıdır?’ gibi soruları yöneltir. Öğrenciler bu sorulara yanıt aramak için araştırmalar yaparak mevcut olan bilginin doğruluğunu kanıtlayabilmek adına deneyler yapar ve araştırma sonuçlarını powerpoint sunusu hazırlayarak arkadaşlarına sunar. Bu çalışmalar araştırma-sorgulama temelli öğrenme ışığında yürütülür. Düzyey I : Nihai ürün, projenin powerpoint sunumu ile çalışmaların bir raporundan oluşur.
2. Aşama Düzyey II projeleri:
Düzyey I projesinin ardından, öğrencilerin matematik veya fen bilimlerine odaklanan disiplinler arası bir STEM SOS projesini tamamlamaları sağlanmıştır. Düzyey II projeleri matematik ve fen konuları arasından yılın başında öğrenciler için planlanarak öğrencilere verilmiştir. Düzyey II projelerinde öğretmen, öğrencilere projelerin başarılı bir şekilde tamamlanması için değerlendirme listeleri de dahil olmak üzere rehberlik, geri bildirim sağlayarak öğrencilerin projelerini tamamlamalarını sağlar. Tamamlanan projeler sonrası öğrenciler sonuçlarını ve ürünlerini bir video sunumu ile arkadaşlarına sınıf içinde sunar. Düzyey II : Güneş Ocağı Tasarlıyoruz.
3. Aşama Düzyey III projeleri:
Düzyey III projeleri, disiplinlerarasıdır ve projenin tamamlanmasına yönelik her adımda teknoloji projeye entegre edilmiştir. Düzyey III projeleri proje listesinden seçilmiş ve öğrenciler ayrıca kendi proje fikirlerini de projeye eklemişlerdir. Düzyey III projelerinde II’de olduğu gibi öğretmenler tarafından önceden planlama yapılmamıştır. Süreci öğrenciler öğretmen rehberliği olmadan tamamlamışlardır. Ancak Düzyey III projesini sadece 3 öğrenci tamamlayabilmiştir. Düzyey I ve II projeleri genelde ortaokul düzeyinde yapılırken Düzyey III projeleri daha üst düzey projelerdir. Bu nedenle Düzyey III projeleri lise düzeyinde uygulanmaktadır (Çepni, S., 2018). Düzyey III : Derste yapmış olduğunuz güneş ocağı göz önünde bulundurarak, farklı çaplara sahip aynalar kullanarak en iyi güneş ocağı yapınız.
Uygulama Yönergesi
Öğretmen; sınıfa makyaj aynası, dişçi aynası, kaşık getirir. Öğrencilere öğrendikleri bilgileri tazelemek için öğrencilere sorular sorar? -Dişçiler neden ayna kullanıyor olabilir? -Diş çürüklerini nasıl tespit ediyorlar?

-Kullanılan aynaların özelliği ne olabilir?
-Makyaj aynasında iki tarafındaki ayna neden farklıdır?
-Kağıdın dış yüzeyi ile iç yüzeyi arasında farklar neler olabilir?
<https://www.youtube.com/watch?v=az8uFwrP-sM> videosu da izletilebilir.
Aynalardaki görüntüler neden farklıdır?
Soruları sorularak sınıfça tartışılır.
Lazer kullanılarak makyaj aynası ve dışı aynası üzerinde görüntülere bakılır. Işıkların izlediği yollar gözlemlenir. Öğrencilerin gözlemleri not etmeleri istenir.

Stem SOS Etkinlik 2 : Dürbün ve Renkli Teleskop

STEM SOS ÖĞRENME TEMELLİ ÖRNEK DERS PLANI

Ders: Fen Bilimleri
Öğrenme Alanı: Işığın Kırılması ve Mercekler
Sınıf: 7
Süre: 4 Ders Saati
Ders Öğretmeni: Nejmettin YILDIRIM

1. Hedef Kazanımlar:

1.1. Bilişsel Süreç Kazanımları

FEN BİLİMLERİ DERSİNE AİT KAZANIM

F.7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojideki kullanım alanlarına örnekler verir.

F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar.

MATEMATİK DERSİ AİT KAZANIM:

M.5.1.1.3. Kuralı verilen sayı ve şekil örüntülerinin istenen adımlarını oluşturur.

M.6.3.2.3. Alan ölçme birimlerini tanır, m^2 - km^2 , m^2 - cm^2 - mm^2 birimlerini birbirine dönüştürür.

M.6.3.2.4. Arazi ölçme birimlerini tanır ve standart alan ölçme birimleriyle ilişkilendirir.

M.7.3.2.5. Alan ile ilgili problemleri çözer.

TEKNOLOJİ TASARIM DERSİNE AİT KAZANIM

7. 2. 1. Tasarımı için taslak çizimler yapar.

7. 2. 3. Tasarım fikrini açıklamak için çoklu ortam sunusu hazırlar. 7. 2. 6. Günlük hayatta kullanılan bir ürünü mekanik tasarım özelliklerini dikkate alarak yeniden tasarlar. 21. YY BECERİLERİNE AİT KAZANIM İletişim ve iş birliği, yaratıcılık ve inovasyon, girişimcilik, liderlik, problem çözme ve eleştirel düşünme
Öğretmen konuyu işler: Mercekler anlatılır.
Problem Durumu: Ayşe adındaki öğrenci, evinin balkonunda gökyüzündeki yıldızları ve ayın evrelerini incelemek istiyor. Günlük yaşamdaki malzemeleri kullanarak geniş bir görme ve netlik sağlayan bir renkli teleskop ve dürbün yapabilir misiniz?
Renkli Teleskop Tasarlıyoruz En fazla odak uzaklığına sahip maliyeti ucuz teleskop ve dürbün tasarlamak.
Amaç: Öğrencilerin günlük yaşamda kullanılan malzemeler ve öğrendikleri bilgilerden yola çıkarak renkli teleskop ve dürbün yapmalarını sağlamaktır. Gerekli Malzemeler: Boru 40 cm (1 adet), Boru 10 cm (1adet), Sünger (2 adet büyük), Sünger (1 adet küçük), 40mm f450mm mercek (1 adet objektif merceği), 15 mm f26,5mm mercek (2 adet göz merceği), Bant, Karton Gerekli Malzemeler: İki mercek (bir büyük, bir küçük, tercihen optik cam), Karton veya plastik boru (merceklerin yerleştirileceği bir gövde), Tutkal veya yapıştırıcı, Siyah karton veya boya (ışık sızıntısını önlemek için)
Aşamalar: -Teleskop için araştırma yapılması -Araştırma sonuçlarının tartışılması -Araştırma sonuçlarından power point sunum yapılması -Tartışma sonucuna bağlı olarak teleskop yapılmasına karar verilmesi -Teleskobun yapılması -Teleskobun denenmesi -Teleskoba son halinin verilmesi -Teleskobun değerlendirilmesi -Hazırlanan çalışma ile ilgili broşür hazırlanması -Çalışma sunumunun video'ya çekilmesi ve sunum
Yapılışı: - 5 cm çaplı 4 cm uzunluğundaki plastik sünger uzun su borusunun

- içine yerleştirilir.
- 5 cm çaplı 3 cm uzunluğundaki sünger kısa su borusunun içine yerleştirilir. 3 cm çaplı 3 cm uzunluğundaki diğer sünger ise kısa borunun içerisindeki süngerin içine takılır.
 - Objektif merceği uzun su borusunun içindeki süngerin ucuna yapıştırılır.
 - Göz merceği kısa su borusunun içindeki 3 cm çaplı süngerin içine yerleştirilir.
 - İki plastik borunun birbiri içine geçebilmeleri için kısa su borusunun mercek olmayan ucu, uzun su borusunun mercek olmayan ucuna takılır.
 - Yaptığımız teleskopumuzun güzel görünmesi üzeri renkli elışı kağıdı ile kaplanır. Teleskop gözlem yapmak üzere hazırdır.

Yapılışı:

1. İki merceği alın - biri büyük ve düşük yaklaştırma oranına sahip, diğeri ise küçük ve yüksek yaklaştırma oranına sahip olmalıdır.
2. Menteşe bir gövde hazırlayın bu, dürbün tasarımına ve merceklerin sabitlenmesine olanak tanıyacak şekilde olmalıdır. Karton veya bir boru parçası ideal olabilir.
3. Menteşe gövdeye sabitleyin büyük merceği bir uca, küçük merceği diğer uca yerleştirin ve sabitleyin.
4. Işık sızıntısını önleyin bir araya getirilen merceklerin etrafını siyah karton veya boya ile kaplayarak ışık sızıntısını önleyin.
5. Test edin dürbünü dışarıda veya uzak bir nesneyi gözlemleyerek test edin.

1. Aşama Düzey I projeleri:

Deney grubu için Öğrencilere STEM SOS modeli uygulama sürecinde seçilen “Teleskop ile Gökyüzünü İnceleyelim” başlığı altında araştırma ve proje etkinliği uygulanır. Süreç okul içi ve okul dışı etkinlikler şeklinde gerçekleştirilir. Öğrenciler konu içeriğine yönelik dönem başına bir Düzey I projesi alır. Müfredat kapsamına ve sırasına göre 3-4 kişilik gruplar halinde bir hafta içerisinde projeler yürütülür ve Düzey I projesi bir hafta içinde sınıfta tamamlanır. Öğrencilere, eğitim-öğretim yılının başında projeyi tamamlamaları için gerekli olan; araştırmanın nasıl yapılacağı, nelere dikkat edileceği ve verilerin nasıl analiz edileceğine dair bilgiler verilir. Öğretmen, projelerin zamanında tamamlanması için rehberlik ve geri bildirim sağlar. STEM SOS modeli sürecine yönelik Düzey I projelerinin gerçekleştirilmesi için başlangıçta, öğretmen, sınıf içi ve sınıf dışında araştırma yapmaları için öğrenci gruplarına (birlikte çalışan 3-4 öğrenci) ‘Ay’ı nasıl gözlemleyebilirsiniz?’, ‘Teleskopta hangi mercekler kullanılır?’, ‘Gökyüzünü gözleyebilmek için nasıl bir teleskop tasarlayabiliriz?’ gibi soruları yöneltir. Öğrenciler bu sorulara yanıt aramak için araştırmalar yaparak mevcut olan bilginin doğruluğunu kanıtlayabilmek adına deneyler yapar ve araştırma sonuçlarını powerpoint sunusu hazırlayarak arkadaşlarına sunar. Bu çalışmalar araştırma-sorgulama temelli öğrenme ışığında yürütülür.

Düzey I : Nihai ürün, projenin powerpoint sunumu ile çalışmaların bir raporundan oluşur.
2. Aşama Düzey II projeleri: Düzey I projesinin ardından, öğrencilerin matematik veya fen bilimlerine odaklanan disiplinler arası bir STEM SOS projesini tamamlamaları sağlanmıştır. Düzey II projeleri matematik ve fen konuları arasından yılın başında öğrenciler için planlanarak öğrencilere verilmiştir. Düzey II projelerinde öğretmen, öğrencilere projelerin başarılı bir şekilde tamamlanması için değerlendirme listeleri de dahil olmak üzere rehberlik, geri bildirim sağlayarak öğrencilerin projelerini tamamlamalarını sağlar. Tamamlanan projeler sonrası öğrenciler sonuçlarını ve ürünlerini bir video sunumu ile arkadaşlarına sınıf içinde sunar. Düzey II : Teleskop Tasarlıyoruz.
3. Aşama Düzey III projeleri: Düzey III projeleri, disiplinlerarasıdır ve projenin tamamlanmasına yönelik her adımda teknoloji projeye entegre edilmiştir. Düzey III projeleri proje listesinden seçilmiş ve öğrenciler ayrıca kendi proje fikirlerini de projeye eklemişlerdir. Düzey III projelerinde II’de olduğu gibi öğretmenler tarafından önceden planlama yapılmamıştır. Süreci öğrenciler öğretmen rehberliği olmadan tamamlamışlardır. Ancak Düzey III projesini sadece 3 öğrenci tamamlayabilmiştir. Düzey I ve II projeleri genelde ortaokul düzeyinde yapılırken Düzey III projeleri daha üst düzey projelerdir. Bu nedenle Düzey III projeleri lise düzeyinde uygulanmaktadır (Çepni, S., 2018). Düzey III : Derste yapmış olduğunuz teleskopu göz önünde bulundurarak, farklı çaplara sahip mercekler kullanarak en iyi teleskobu yapınız.
Uygulama Yönergesi .Düzey II ve III projelerinde teknoloji doğrudan entegre edilerek kullanılır ve öğrenciler web, Google Drive gibi uygulamalarda video, fotoğraf paylaşımı ve sunum yapar. Düzey II ve Düzey III projeleri aşamasında öğrenciler bilim fuarlarında, STEM sergilerinde ve STEM ile ilgili diğer yarışmalarda sunulabilmek amacıyla ortaya bir ürün çıkarır. STEM SOS modelinde sadece Düzey II ve III projelerinde STEM entegrasyonu gerçekleştirilir.

Stem SOS Etkinlik 3 : Beyaz Işığın 7 Temel Renkten Oluşması

STEM SOS ÖĞRENME TEMELLİ ÖRNEK DERS PLANI

Ders: Fen Bilimleri Öğrenme Alanı: Işığın Soğurulması Sınıf: 7 Süre: 2 Ders Saati Ders Öğretmeni: Nejmettin YILDIRIM
1. Hedef Kazanımlar: 1.1. Bilişsel Süreç Kazanımları
FEN BİLİMLERİ DERSİNE AİT KAZANIM F.7.5.3.1. Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir. F.7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler. F.7.5.3.3. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler. MATEMATİK DERSİNE AİT KAZANIM: M.7.3.3.1. Çemberde merkez açıları, gördüğü yayları ve açı ölçüleri arasındaki ilişkileri belirler. TEKNOLOJİ TASARIM DERSİNE AİT KAZANIM 7. 1. 3. Tasarım planı hazırlar. 7. 1. 4. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur. 7. 1. 5. Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir. 7. 1. 6. Tasarladığı ürünü değerlendirme sonuçlarına göre yeniden yapılandırır. 21. YY BECERİLERİNE AİT KAZANIM İletişim ve iş birliği, yaratıcılık, merak ve öğrenme isteği, problem çözme ve eleştirel düşünme Öğretmen konuyu işler: Işığın kırılması ve Beyaz ışığın 7 renk'e ayrılması anlatılır. Problem Durumu: Güneş enerjisini daha verimli kullanabilmek için beyaz ışığı renklere ayırabilecek nasıl bir sistem tasarlamalıyız?

Beyaz Işığın Renklere Ayırarak Sistem Tasarlıyoruz

Beyaz ışığı en net şekilde renklerine ayırabilecek maliyeti ucuz **Beyaz Işığın Renklere Ayırarak Sistem** tasarlamak.

Amaç: Öğrenciler, beyaz ışın kırılması yoluyla farklı renklerin performansını öğrenirler ve bu ömrün güneş enerjisinin genişlemesini artırma ömrüne nasıl uygulanabildiğini öğrenirler.

Gerekli Malzemeler: Alçak gerilim güç kaynağı (80W), Işık kaynağı, Işık prizması

Aşamalar:

- Beyaz Işığın Renklere ayrılması için araştırma yapılması
- Araştırma sonuçlarının tartışılması
- Beyaz Işığın Renklere Ayırarak Sistem tasarımına karar verilmesi
- Beyaz Işığın Renklere Ayırarak Sistem yapılması
- Beyaz Işığın Renklere Ayırarak Sistem denenmesi
- Beyaz Işığın Renklere Ayırarak Sistem son halinin verilmesi
- Beyaz Işığın Renklere Ayırarak Sistem değerlendirilmesi
- Tasarım ile ilgili broşür hazırlanması
- Tasarımın video'ya çekilmesi ve sunum

Yapılışı:

- Önce nasıl bir Beyaz Işığın Renklere Ayırarak Sistem tasarımı yapılacağına karar verilir.
- Düzenek kurulur.
- Işık kaynağını güç kaynağına bağlayarak çalıştırır.
- Kaynağı, paralel ışın demeti verecek şekilde ayarlar.
- Prizmayı ışık kaynağının önüne yerleştirir ve zeminde oluşan renkleri inceler.
- Işık renklerinin sıralanmasına dikkat eder.

1. Aşama Düzey I projeleri:

Deney grubu için Öğrencilere STEM SOS modeli uygulama sürecinde seçilen "Beyaz Işığın Renklere Ayırarak" başlığı altında araştırma ve proje etkinliği uygulanır. Süreç okul içi etkinlikler şeklinde gerçekleştirilir. Öğrenciler konu içeriğine yönelik dönem başına bir Düzey I projesi alır. Müfredat kapsamına ve sırasına göre 3-4 kişilik gruplar halinde bir hafta içerisinde projeler yürütülür ve Düzey I projesi bir hafta içinde sınıfta tamamlanır. Öğrencilere, eğitim-öğretim yılının başında projeyi tamamlamaları için gerekli olan; araştırmanın nasıl yapılacağı, nelere dikkat edileceği ve verilerin nasıl analiz edileceğine dair bilgiler verilir. Öğretmen, projelerin zamanında tamamlanması için rehberlik ve

geri bildirim sağlar. STEM SOS modeli sürecine yönelik Düzey I projelerinin gerçekleştirilmesi için başlangıçta, öğretmen, sınıf içi ve dışında araştırma yapmaları için öğrenci gruplarına (birlikte çalışan 3-4 öğrenci) 'Gökkuşağı nasıl oluşuyor olabilir', 'Yağmur damlaları ışığı nasıl gösterir gibi soruları yöneltilir. Öğrenciler bu sorulara yanıt aramak için araştırmalar yaparak mevcut olan bilginin doğruluğunu kanıtlayabilmek adına deneyler yapar ve araştırma sonuçlarını powerpoint sunusu hazırlayarak arkadaşlarına sunar. Bu çalışmalar araştırma-sorgulama temelli öğrenme ışığında yürütülür. Düzey I : Nihai ürün, projenin powerpoint sunumu ile çalışmaların bir raporundan oluşur.
2. Aşama Düzey II projeleri:
Düzey I projesinin ardından, öğrencilerin matematik veya fen bilimlerine odaklanan disiplinler arası bir STEM SOS projesini tamamlamaları sağlanmıştır. Düzey II projeleri matematik ve fen konuları arasından yılın başında öğrenciler için planlanarak öğrencilere verilmiştir. Düzey II projelerinde öğretmen, öğrencilere projelerin başarılı bir şekilde tamamlanması için değerlendirme listeleri de dahil olmak üzere rehberlik, geri bildirim sağlayarak öğrencilerin projelerini tamamlamalarını sağlar. Tamamlanan projeler sonrası öğrenciler sonuçlarını ve ürünlerini bir video sunumu ile arkadaşlarına sınıf içinde sunar. Düzey II : Beyaz Işığı Renklere Ayıracak Sistem Tasarlıyoruz.
3. Aşama Düzey III projeleri:
Düzey III projeleri, disiplinlerarasıdır ve projenin tamamlanmasına yönelik her adımda teknoloji projeye entegre edilmiştir. Düzey III projeleri proje listesinden seçilmiş ve öğrenciler ayrıca kendi proje fikirlerini de projeye eklemişlerdir. Düzey III projelerinde II'de olduğu gibi öğretmenler tarafından önceden planlama yapılmamıştır. Süreci öğrenciler öğretmen rehberliği olmadan tamamlamışlardır. Ancak Düzey III projesini sadece 3 öğrenci tamamlayabilmiştir. Düzey I ve II projeleri genelde ortaokul düzeyinde yapılırken Düzey III projeleri daha üst düzey projelerdir. Bu nedenle Düzey III projeleri lise düzeyinde uygulanmaktadır (Çepni, S., 2018). Düzey III : Derste yapmış olduğunuz Beyaz Işığı Renklere Ayıracak Sistem göz önünde bulundurarak, farklı özelliklere sahip malzemeler kullanarak en iyi Beyaz Işığı Renklere Ayıracak Sistem yapınız.
Uygulama Yönergesi
Öğretmen; sınıfa mercekle, ışık prizması, el feneri getirir. Öğrencilere öğrendikleri bilgileri tazelemek için öğrencilere sorular sorar? -Gökkuşağı nasıl oluşuyor olabilir?

-Çay bardağında kaşık neden kırık görünüyor olabilir? -Güneşli bir günde yağmur yağdığına gökyüzü neden rengarenk görünüyor olabilir? - Cd ışık altında neden renkli görünüyor olabilir? https://www.youtube.com/shorts/bVjaqMJ23hA videosu da izletilebilir. Soruları sorularak sınıfça tartışılır. Lazer kullanılarak ışık prizması önündeki renklere bakılır. Işıkların izlediği yollar gözlemlenir. Öğrencilerin gözlemleri not etmeleri istenir.
--

Ek 5. Akademik Başarı Testi

7. SINIF IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ AKADEMİK BAŞARI TESTİ

Sevgili öğrenciler,

Bu testteki sorular, sizlerin Işık madde ile etkileşimi konusuna yönelik başarı düzeyinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Çoktan seçmeli sorularda her sorunun bir doğru cevabı bulunmaktadır. Bu amaç doğrultusunda sizden soruları dikkatli bir şekilde cevaplandırmanız istenmektedir. Elde edilen veriler bilimsel amaçlar dışında kullanılmayacaktır. Katkılarınız için teşekkürler.

Yüksek lisans öğrencisi: Nejmettin YILDIRIM

Danışman: Prof. Dr. Nevzat BAYRİ

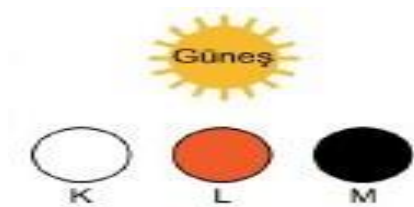
Sınıf düzeyiniz:	⑤	⑥	⑦	⑧
Anne Eğitim Düzeyi	İlkokul	Ortaokul	Lise	Lisans
Baba Eğitim Düzeyi	İlkokul	Ortaokul	Lise	Lisans
Cinsiyetiniz	Kız			
	Erkek			
Kardeş sayınız	Kız		Erkek	

Sınav Yönergesi: Bu sınav kağıdında çoktan seçmeli 30 soru bulunmaktadır. Lütfen sınav kağıdınızdaki soruların eksiksiz olup olmadığını kontrol ediniz. Sınav süresi **60 dakikadır**. Cevaplarınızı mutlaka optik forma işaretleyiniz.

1. Günlük yaşamdan verilen aşağıdaki örneklerin hangisi ışığın soğurulması ile ilgili değildir?

- A) Güneş panelleri aracılığıyla enerji üretmek. B) Yazın açık renkli elbiseler giymeyi tercih etmek.
C) Gökkuşağında farklı renkler gözlemlemek. D) Sıcak bölgelerde evlerin dış cephesini beyaza boyamak.

2.



İlk sıcaklıkları ve büyüklükleri eşit, aynı plastikten yapılmış sırasıyla beyaz, kırmızı, siyah renklerdeki K, L ve M topları, güneş ışığı altında eşit süre bekletiliyor. Sonra topların sıcaklıkları yeniden ölçülüyor. **Buna göre,**
I. Sıcaklık artış miktarı en az K topunda olmuştur.
II. L topundaki sıcaklık artışı, K topundan fazladır.
III. Topların sıcaklıklarındaki artış miktarı sıralaması, $K > L > M$ şeklindedir

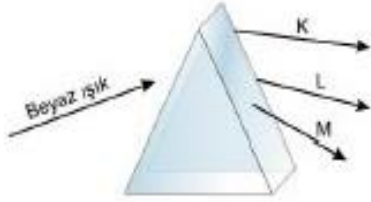
İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız III B) I ve II C) II ve III D) I, II ve III

3. Aşağıdaki öğrencilerden hangisinin verdiği bilgi yanlıştır?

- A) Koyu renkli kıyafetler üzerine düşen ışığın büyük bir kısmını soğurur.
B) Açık renkli kıyafetler üzerine düşen ışığın büyük bir kısmını yansıtır.
C) Soğrulan ışık maddelerde çeşitli bozulmalara neden olabilir.
D) Yanıcı maddeler taşıyan tankerlerin dış yüzeylerinin parlak metallerden yapılmasının nedeni ışığın hemen hemen tamamını soğurmasıdır.

4.

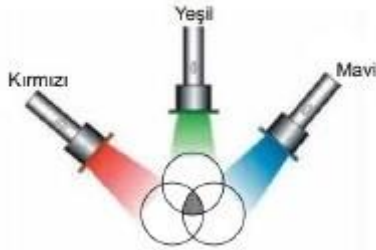


Buna göre oluşan ışık ışınları ile ilgili veriler aşağıdaki gibidir:

- A) M ışını mor olabilir. B) K ışını turuncu olabilir.
C) L ışını kırmızı olabilir. D) M ışını yeşil olabilir.

Bir prizmaya beyaz ışık gönderildiğinde aslında farklı renklere sahip birçok ışın demeti gönderilmiş olur. Prizmaya gelen bu ışınlar farklı açılarla kırılarak ve aynı zamanda saçılarak prizma çıkışında birbirlerinden ayrılır. Beyaz ışık prizmadan geçerek spektrum oluştururken en fazla mor ışık, en az ise kırmızı ışık kırılır. Verilen şekilde prizmaya gönderilen beyaz ışığın kırılmasıyla prizmadan çıkan ışık ışınları gösterilmiştir.

5.



Yandaki şekilde verilen taraflı bölgenin hangi renkte görünmesi beklenir?

- A) Beyaz B) Yeşil C) Siyah D) Sarı

6. Gök kuşağının farklı renklerde görünmesinin sebebi nedir?

- A) Işığın kırılması ve yansıma B) Işığın ana renklerine ayrılması
C) Işığın soğurulması ve yansıma D) Işığın yansıması

7. Aşağıdakilerden hangisi ışığın ara renklerinden birisidir?

- A) Yeşil B) Kırmızı C) Sarı D) Mavi

8. Aşağıda verilen renk karışımlarından hangisinin oluşumu yanlıştır?

- A) Mavi + Yeşil = Cyan B) Yeşil + Mavi = Magenta
C) Yeşil + Kırmızı = Sarı D) Kırmızı + Mavi + Yeşil = Beyaz

9. Öğretmen: Işık maddeyle karşılaştığında soğurulabilir, yansıtılabilir ya da maddelerden geçebilir. Bunun sonucunda maddeler farklı renklerde görülebilir, aynı süre ışık altında bekletilen maddelerin sıcaklıklarında farklılıklar olabilir. Örneğin kışın koyu renkli elbiseleri giymek bizi daha sıcak tutabilirken yazın açık renkli elbiseler giymek bizim daha serin kalmamızı sağlar.

Öğretmenin verdiği bilgilerden yola çıkarak aşağıdaki çıkarımlardan hangisi ya da hangileri yapılabilir?

- I. Sıcak bölgelerde binalar açık renge boyanmalıdır.
II. Kutup ayılarının daha sıcak kalabilmeleri için kürkleri beyazdır.
III. Eşit süre güneş altında kalan sarı ve siyah arabalardan sarı araba daha çok ışık yansıtır.

- A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) I, II ve III

10. Trafik ışıklarının çalıştırılması, II. Seraların ısıtılması, III. Deniz suyundan tuz üretimi

Yukarıda verilen ifadelerin hangisinde amaca ulaşmak için güneş enerjisinden yararlanılabilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I, II ve III

11.



Yandaki görselde verilen güneş panelleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Işık ışınlarının yoğunluğu arttığında güneş panelleri, güneş ışığını daha fazla soğurur.
- B) Güneş panelleri sayesinde güneş enerjisi diğer enerji türlerine dönüştürülür.
- C) Güneş panellerinin çevreye verdiği zarar, fosil yakıtlara göre daha fazladır.
- D) Güneş ışığının güneş panellerine dik açıyla gelmesi elde edilen enerji verimini artırır.

12. Aşağıdaki araçlardan hangisi güneş enerjisini hareket enerjisine dönüştürür?

A) Güneş Paneli B) Radyometre C) Güneş Fırını D) Güneş Kolektörü

13. Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılabileceği ile ilgili öğrencilerin ürettiği fikirler;

- I. Sınırlı miktarda temiz su bulunan bölgelerde suyu damıtmak için kullanılabilir.
- II. Uzayda uyduları çalıştırmak için kullanılabilir.
- III. Endüstri’de (Sanayide) kullanılabilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I, II ve III

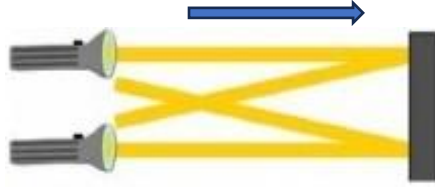
14. Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılabileceği ile ilgili öğrencilerin ürettiği fikirler;

- I. Güneş enerjisi depolama sistemleri geliştirilir ve bu alandaki maliyetler düşürülebilir.
- II. Elektrikli araçlar için güneş enerjisiyle çalışan şarj istasyonları daha yaygın hale getirilebilir.
- III. Güneş enerjisiyle çalışan toplu taşıma araçlarının yaygınlaştırılması da çevre dostu bir adım olabilir.

ifadelerden hangileri doğrudur?

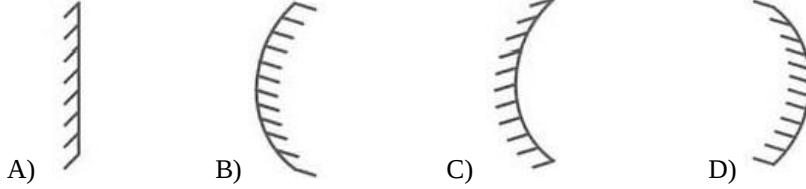
A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I, II ve III

15.

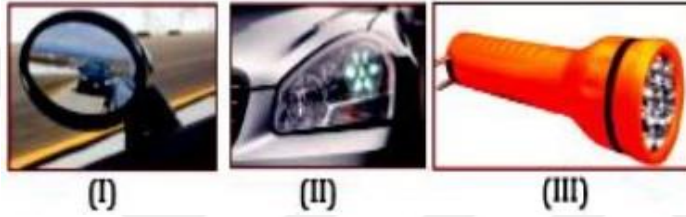


El fenerlerinden çıkan ışık ışınları bir kutu içerisindeki aynaya çarparak şekildeki gibi yansımıştır.

Buna göre kutu içerisindeki ayna aşağıdakilerden hangisidir?



16.



Yandaki görselde verilen araçların hangilerinde çukur ayna kullanılır?

A) I ve II B) II ve III C) I ve III D) I, II ve III

17. Emre; I, II ve III numaralı aynaların önüne geçtiğinde oluşan görüntüler aşağıdaki gibidir.



Emre'nin kullandığı aynalar sırasıyla hangi seçenekte doğru verilmiştir?

A) Tümsek ayna -Düz ayna-Çukur ayna B) Düz ayna-Tümsek ayna-Çukur ayna
C) Tümsek ayna-Çukur ayna-Düz ayna D) Çukur ayna-Düz ayna-Tümsek ayna

18.



Şekillerde düz ve küresel ayanlar önünde bulunan sırasıyla K, L ve M oyuncak arabalar ve hareket yönleri görülmektedir. Buna göre hangi arabalar ok yönünde hareket ettiklerinde görüntüleri büyür? (F: Odak noktası)

- A) Yalnız L B) Yalnız M C) K ve L D) L ve M

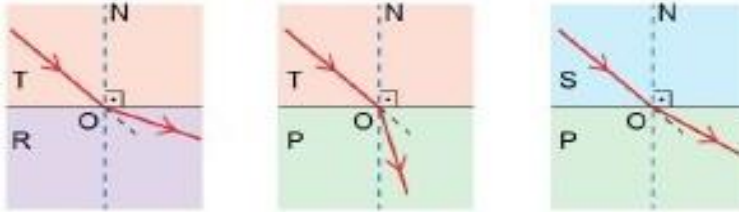
19.



Yandaki resimde arabalarda bulunan iki ayna çtörü oklarla gösterilmiştir. Bu ayna türleri ile ilgili aşağıdaki cümlelerin hangisi doğrudur?

- A) 1 düz aynadır. Çünkü arkadan gelen araçları olduğu gibi göstermesi gerekmektedir.
B) 1 tümsek aynadır. Çünkü arkadaki araçları rahat görebilmek için geniş açılı göstermesi gerekir.
C) 2 çukur aynadır. Çünkü arkadaki araçların hepsinin görüntüsünü bir araya toplayıp göstermelidir.
D) 2 tümsek aynadır. Çünkü arkadaki araçların hepsinin görüntüsünü bir araya toplayıp göstermelidir.

20. Sıcaklıkları eşit P, R, T ve S ortamlarında ışığın aldığı yol aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



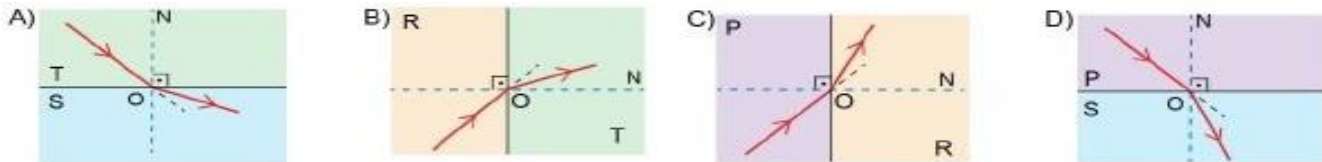
Buna göre ortamların yoğunlukları arasındaki ilişki hangisi seçenekte doğru verilmiştir?

- A) $S > P > T > R$ B) $R > P > T > S$ C) $R > T > S > P$ D) $S > R > T > P$

21. Işık P, R, S ve T ortamlarında süratleri tabloda verilmiştir.

Ortam	P	R	S	T
Işığın sürati (km/s)	124 000	200 000	229 000	300 000

Buna göre ışığın bu ortamlarda izlediği yol hangi seçenekte doğru gösterilmiştir?



22.



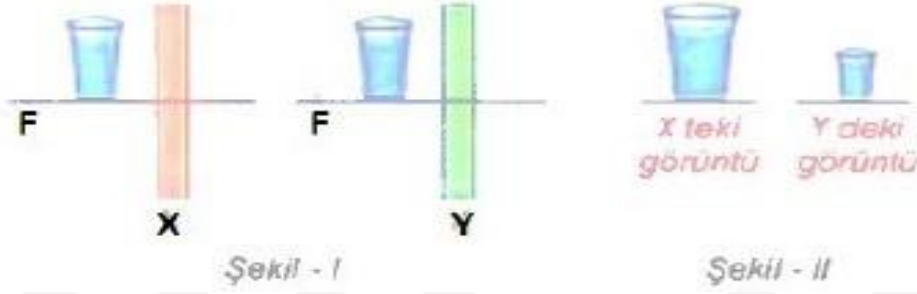
Yandaki resimde su içindeki bir kalemin kırık gibi görünmesinin nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Işığın yansımaları B) Işığın kırılması C) Işığın soğurulması D) Işığın yayılması

23. Aşağıdakilerden hangisi kalın kenarlı merceklerle ilgili doğru bir ifade değildir?

- A) Görüntü düz ve küçüktür. B) Yakınsak mercek olarak da adlandırılır.
C) Uç kısımları ortasına göre kalındır. D) Işığı dağıtarak kırar.

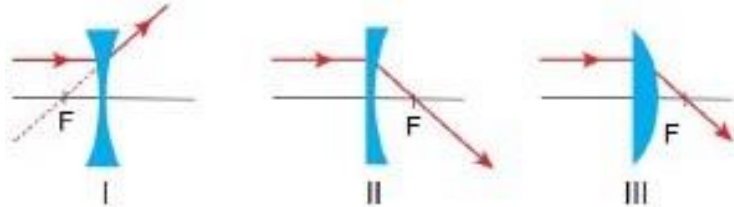
24. Odak noktaları F olan X ve Y şeffaf kutularında bulunan merceklerinin önüne birer bardak Şekil -I deki gibi konulmuştur.



X ve Y ye bakıldığında oluşan görüntüler Şekil -II deki gibi olduğuna göre, X deki mercek hangisi olabilir?

- A) B) C) D)

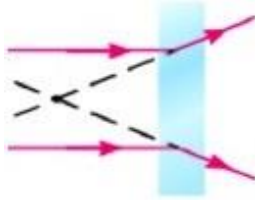
25. İnce ve kalın kenarlı merceklerle şekildeki gibi asal eksene paralel ışık ışınları gönderiliyor.



Buna göre hangilerinde ışığın izlemesi gereken yol doğru gösterilmiştir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III

26.



Yandaki şekilde odak noktasından çıkıyormuş gibi kırılan ışına baktığımızda, bu ışınların verilecek merceklerden hangisinde kırıldığını söyleyebiliriz?

A)



B)



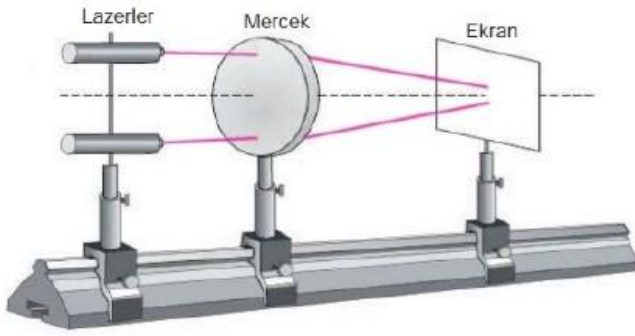
C)



D)



27.



Odak uzaklığını araştırmak için kurulan bir deney düzeneğinde, asal eksene paralel olarak yerleştirilen lazer ışınları mercekten kırıldıktan sonra ekran üzerine yandaki şekilde düşmektedir. Verilenlere göre ışık ışınlarının ekran üzerinde tek noktada kesiştiği görülmektedir. Hangi mercek kullanılmamıştır?

A)



B)



C)



D)



28.



Özellğine göre bazı araçların yapısında ince kenarlı, bazılarında ise kalın kenarlı mercek kullanılır. Aşağıdaki şekillerde çeşitli amaçlar için kullanılan gözlükler verilmiştir, (K: Hipermetrop göz kusurunda kullanılır. L: Miyop göz kusurunda kullanılır.)

Şekildeki gözlüklerle ilgili, ifadelerinden hangisi yanlıştır?

- A) K: Yakını görememe göz kusurunda kullanılır
- B) L: Uzağı görememe göz kusurunda kullanılır.
- C) K: Kalın kenarlı mercek kullanılır.
- D) L: Kalın kenarlı mercek kullanılır.

29. Evlerin dış kapılarında gelen kişileri görebilmek için gözetleme deliğinde kalın kenarlı mercek kullanılır.

Verilen bilgiye göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Kalın kenarlı mercede cismin görüntüsü daima cismin boyundan küçük ve düzdür.
- B) Kalın kenarlı mercede cismin görüntüsü daima cismin boyundan büyük ve düzdür.
- C) Kalın kenarlı mercede cismin görüntüsü daima odak ile merkez arasındadır.
- D) Kalın kenarlı mercede cismin görüntüsü daima odak noktasındadır.

30. Aşağıda verilen araçların hangilerinde mercek kullanılmaz?



- A) Yalnız I
- B) II ve III
- C) I ve IV
- D) III ve IV

Başarılar ☺

Nejmettin YILDIRIM
Fen Bilimleri Öğretmeni

AKADEMİK BAŞARI TESTİ CEVAP ANAHTARI	
1	C
2	B
3	D
4	C
5	A
6	A
7	C
8	B
9	B
10	D
11	C
12	B
13	D
14	D
15	C
16	B
17	A
18	D
19	B
20	A
21	C
22	B
23	B
24	C
25	D
26	D
27	D
28	C
29	A
30	C