

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LİSANSÜSTÜ TEZLERDEKİ STEM ETKİNLİKLERİNİN BÜTÜNLEŞİK STEM
EĞİTİMİ ÖZELLİKLERİNE GÖRE İÇERİK ANALİZİ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ESMA DEMİRKOL

OCAK 2025

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LİSANSÜSTÜ TEZLERDEKİ STEM ETKİNLİKLERİNİN BÜTÜNLEŞİK STEM
EĞİTİMİ ÖZELLİKLERİNE GÖRE İÇERİK ANALİZİ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esmâ DEMİRKOL

DANIŞMAN : Dr. Öğr. Üyesi Beril YILMAZ SENEM

ZONGULDAK

Ocak 2025

KABUL:

Esmâ DEMİRKOL tarafından hazırlanan “Lisansüstü Tezlerdeki STEM Etkinliklerinin Bütünleşik STEM Eğitimi Özelliklerine Göre İçerik Analizi” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 17/01/2025

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Beril YILMAZ SENEM

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü

Üye: Prof. Dr. Sevgi AYDIN GÜNBATAR

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Şule KÖSEM

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

..../..../20....

Prof. Dr. Fikret GÖLGELEYEN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Esmâ DEMİRKOL

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

LİSANSÜSTÜ TEZLERDEKİ STEM ETKİNLİKLERİNİN BÜTÜNLEŞİK STEM EĞİTİMİ ÖZELLİKLERİNE GÖRE İÇERİK ANALİZİ

Esmâ DEMİRKOL

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Beril YILMAZ SENEM
Ocak 2025, 77 sayfa

Bu çalışma, fen bilimleri eğitiminde STEM uygulamalarını içeren lisansüstü tezlerdeki etkinlikleri, Roehrig, Dare, Ellis ve Ring-Whalen (2021) tarafından geliştirilen Bütünleşik STEM Uygulamaları Çerçevesi'ne göre değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Ulusal Tez Merkezi veri tabanından “ortaokul”, “STEM” ve “STEAM” anahtar kelimeleri kullanılarak seçilen yüksek lisans ve doktora tezleri örneklem olarak alınmış ve doküman analizi yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmaya dahil edilen tezler, ortaokul düzeyindeki (5-8. sınıflar) öğrencilere yönelik, en az iki farklı STEM veya STEAM alanını entegre eden ve açıkça tanımlanmış uygulamaları kapsayan kriterler esas alınarak belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, incelenen tezlerden 8’inde herhangi bir problem durumu sunulmamışken, 145 etkinlik yalnızca tek bir problem durumu içermektedir. STEM etkinliklerinin yüksek lisans tezlerinin %94,5’inde ve doktora tezlerinin %91,4’ünde gerçek yaşam problemlerine yer verdiği tespit edilmiştir. Çevre teması, STEM etkinliklerinde en sık tercih edilen tema olarak öne çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, etkinliklerin %80,2’sinde (f=73) disiplinler arası bir yaklaşım benimsenmişken, %19,8’inde (f=18) çok disiplinli bir yaklaşım izlenmiştir. Doktora tezlerinde ise STEM etkinliklerinin

ÖZET (devam ediyor)

%58,6'sında (f=41) disiplinler arası, %40,0'ında (f=28) çok disiplinli bir yaklaşım tercih edilmiştir. Gerçekleştirilen etkinliklerin %95'inin gerçek yaşam problemlerini içerdiği belirlenmiş; ancak, bu problem durumlarının yalnızca yaşam problemlerini içerdiği belirlenmiş; ancak, bu problem durumlarının yalnızca %4,3'ünün öğrenciler tarafından belirlendiği ortaya çıkmıştır. STEM kariyerleri hakkında bilgi sunma oranları ise yüksek lisans tezlerinde %61, doktora tezlerinde ise %77,1 olarak ölçülmüştür. Bu bulgular, STEM eğitiminde gerçek yaşam problemlerinin yaygın bir şekilde kullanıldığını gösterse de öğrenci merkezli problem belirleme süreçlerinin sınırlı kaldığını ve disiplinler arası yaklaşımların daha sık tercih edildiğini ortaya koymaktadır. Çalışma, bütünlük STEM uygulamalarının ortaokul düzeyindeki etkisini anlamaya katkı sağlamayı hedeflemektedir. Bu bağlamda, STEM disiplinlerinin eğitim uygulamalarına entegrasyonunun nasıl gerçekleştirildiği, gerçek dünya problemlerine uygunluğunun ne ölçüde sağlandığı ve mühendislik becerilerinin ne kadar vurgulandığı gibi kritik konulara ışık tutarak, öğretmenlere ve STEM uygulayıcılarına bütünlük STEM uygulamalarını daha etkili bir şekilde tasarlama ve uygulama konusunda rehberlik etmek amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fen eğitimi, STEM, STEAM, bütünlük STEM uygulamaları, doküman analizi

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

A CONTENT ANALYSIS OF STEM ACTIVITIES IN GRADUATE THESES REGARDING THE CHARACTERISTICS OF INTEGRATED STEM EDUCATION

Esma DEMİRKOL

**Zonguldak Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mathematics and Science Education**

Thesis Advisor: Assist. Prof. Dr. Beril YILMAZ SENEM

January 2025, 77 pages

This study aims to evaluate the activities in graduate theses that incorporate STEM applications in science education, based on the Integrated STEM Practices Framework developed by Roehrig, Dare, Ellis, and Ring-Whalen (2021). Master's and doctoral theses selected from the National Thesis Center database using the keywords "middle school," "STEM," and "STEAM" were taken as the sample and analyzed through document analysis. The theses included in the study were determined based on criteria that they target middle school students (grades 5-8), integrate at least two distinct STEM or STEAM fields, and contain clearly defined applications. According to the analysis results, while 8 of the examined theses did not present any problem situations, 145 activities included only a single problem situation. It was found that real-life problems were addressed in 94.5% of the STEM activities in master's theses and 91.4% of those in doctoral theses. The theme of the environment emerged as the most frequently preferred theme in STEM activities. Additionally, an interdisciplinary approach was adopted in 19.8% (f=18). In doctoral theses, an interdisciplinary approach was preferred in 58.6% (f=41) of STEM activities, while a multidisciplinary approach was adopted in 40.0% (f=28). It was

ABSTRACT (continued)

determined that 95% of the implemented activities included real-life problems; however, only 4.3% of these problem situations were identified by the students themselves. The rates of providing information about STEM careers were measured as 61% in master's theses and 77.1% in doctoral theses. These findings indicate that while real-life problems are widely utilized in STEM education, student-centered problem identification processes remain limited, and interdisciplinary approaches are more frequently preferred. The study aims to contribute to understanding the impact of integrated STEM practices at the middle school level. In this context, it seeks to shed light on critical issues such as how the integration of STEM disciplines into educational practices is achieved, the extent to which alignment with real-world problems is ensured, and the degree to which engineering skills are emphasized, thereby aiming to guide teachers and STEM practitioners in designing and implementing integrated STEM applications more effectively.

Keywords: Science education, STEM, STEAM, Integrated STEM, document analysis

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve bu çalışmanın yürütülmesi sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile özellikle aile zamanından fedakârlık ederek bana yol gösterici ve destek olduğu için değerli danışmanım sayın Dr. Öğretim Üyesi Beril YILMAZ SENEM'e,

Tezimi sunarken araştırmama katkıda bulunan değerli jüri üyeleri Prof. Dr. Sevgi AYDIN GÜNBATAR ve Dr. Öğr. Üyesi Şule KÖSEM hocalarıma teşekkür ederim.

Araştırmamın analiz sürecinde verdiği desteklerinden ötürü sevgili Nazlı PULAT'a,

Süreç boyunca bana moral veren ve beni motive eden değerli kardeşlerime, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve her zaman destekleyen kıymetli annem ve babama teşekkür ediyorum.



İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------|
| KABUL: | ii |
| ÖZET..... | iii |
| ABSTRACT..... | v |
| TEŞEKKÜR..... | vii |
| İÇİNDEKİLER..... | ix |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | xiii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | xv |
| EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ..... | xvii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ..... | xix |
| | |
| BÖLÜM 1 GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1. STEM..... | 1 |
| 1.2. ÇALIŞMANIN AMACI VE ÖNEMİ..... | 2 |
| 1.3. ARAŞTIRMA SAYILTI LARI..... | 3 |
| | |
| BÖLÜM 2 KURAMSAL ÇERÇEVE..... | 5 |
| 2.1. BÜTÜNLEŞİK STEM/STEAM EĞİTİMİ NEDİR?..... | 5 |
| 2.2. MULTİDİSİPLİNER, İNTERDİSİPLİNER VE TRANSDİSİPLİNER YAKLAŞIMLAR..... | 7 |
| 2.2.1. Multidisipliner Yaklaşım..... | 9 |
| 2.2.2. İnterdisipliner Yaklaşım..... | 10 |
| 2.2.3. Transdisipliner Yaklaşım..... | 11 |
| 2.3. MÜHENDİSLİK TARIM SÜRECİ..... | 11 |
| 2.4. LİTERATÜR TARAMASI..... | 14 |

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

| | <u>Sayfa</u> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| BÖLÜM 3 YÖNTEM | 21 |
| 3.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ | 21 |
| 3.2. ARAŞTIRMA EVRENİ VE ÖRNEKLEMİ | 21 |
| 3.3. VERİ TOPLAMA | 22 |
| 3.4. VERİ TOPLAMA ARACI | 23 |
| 3.5. VERİ ANALİZİ | 29 |
| 3.5.1. Analizin tutarlılığı | 30 |
| BÖLÜM 4 BULGULAR | 31 |
| 4.1. ARAŞTIRMA SORUSU 1. STEM ETKİNLİKLERİNİN NE KADARI GERÇEK HAYAT PROBLEMLERİNE ÇÖZÜM GELİŞTİRMEYE ODAKLANMIŞTIR? .. | 33 |
| 4.2. ARAŞTIRMA SORUSU 2. STEM ETKİNLİKLERİ MÜHENDİSLİK TASARIM DÖNGÜSÜNÜ NE ÖLÇÜDE İÇERMEKTEDİR? | 35 |
| 4.3. ARAŞTIRMA SORUSU 3. STEM ETKİNLİKLERİNDE BAĞLAM ENTEGRASYONU NASIL YAPILMIŞTIR? | 39 |
| 4.4. ARAŞTIRMA SORUSU 4. STEM ETKİNLİKLERİNDE İÇERİK ENTEGRASYONU NASIL YAPILMIŞTIR? | 42 |
| 4.5. ARAŞTIRMA SORUSU 5. STEM ETKİNLİKLERİNDE ÖĞRENCİ KATILIMI NASIL SAĞLANMIŞTIR? | 44 |
| 4.6. ARAŞTIRMA SORUSU 6. STEM ETKİNLİKLERİNDE HEDEFLenen ÜST DÜZEY BECERİLER HANGİLERİDİR? | 45 |
| 4.7. ARAŞTIRMA SORUSU 7. STEM ETKİNLİKLERİNİN NE KADARI STEM KARİYERLERİ HAKKINDA BİLGİ VERMEKTEDİR? | 46 |
| BÖLÜM 5 SONUÇ VE TARTIŞMA | 49 |
| 5.1. STEM ETKİNLİKLERİNİN NE KADARI GERÇEK HAYAT PROBLEMİNE ÇÖZÜM GELİŞTİRMEYİ HEDEFLEMİŞTİR? | 49 |
| 5.2. STEM ETKİNLİKLERİ MÜHENDİSLİK TASARIM DÖNGÜSÜNÜ NE ÖLÇÜDE İÇERMEKTEDİR? | 51 |

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.3. STEM ETKİNLİKLERİNDE GERÇEK HAYAT PROBLEMİNE MÜHENDİSLİK TASARIM DÖNGÜSÜ İLE CEVAP ARARKEN BAĞLAM ENTEGRASYONU NE DÜZEYDE/NASIL YAPILMIŞTIR? | 52 |
| 5.4. STEM ETKİNLİKLERİNDE DİSİPLİNLER ARASINDA ENTEGRASYON NASIL SAĞLANMIŞTIR? | 53 |
| 5.5. STEM ETKİNLİKLERİNDE ÖĞRENCİ KATILIMI NASIL SAĞLANMIŞTIR? .. | 55 |
| 5.6. STEM ETKİNLİKLERİNDE HEDEFLENEN ÜST DÜZEY BECERİLER HANGİLERİDİR? | 55 |
| 5.7. STEM ETKİNLİKLERİNİN NE KADARI STEM KARIYERLERİ HAKKINDA BİLGİ VERMEKTEDİR?..... | 56 |
| KAYNAKLAR..... | 59 |
| EK AÇIKLAMALAR | 71 |
| ÖZGEÇMİŞ | 77 |



ŞEKİLLER DİZİNİ

| <u>No</u> | <u>Sayfa</u> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Şekil 2.1 Multidisipliner, İnterdisipliner ve Transdisipliner yaklaşımlar | 8 |
| Şekil 2.2 Multidisipliner, İnterdisipliner ve Transdisipliner yaklaşımları | 9 |
| Şekil 2.3 “Mühendislik tasarımının lise STEM derslerine dâhil edilmesi” Hynes vd. (2011)’nin anlatımından yola çıkılarak görselleştirilmiştir. | 13 |
| Şekil 3.1 Araştırmaya dâhil edilen tezlere ait PRISMA akış şeması. | 23 |
| Şekil 4.1 Lisansüstü ve doktora tezlerinin yıllara göre dağılımı..... | 31 |
| Şekil 4.2 Yüksek lisans ve doktora tezlerinde ele alınan etkinlik sayıları dağılımı..... | 32 |
| Şekil 4.3 Yüksek lisans ve doktora tezlerinde yer verilen etkinlik sayısı dağılımı..... | 32 |
| Şekil 4.4 Etkinliklerin mühendislik tasarım döngüsü basamaklarına göre dağılımı..... | 35 |
| Şekil 4.5 Etkinliklerin farklı çözüm durumlarına göre dağılımı | 37 |
| Şekil 4.6 Etkinliklerin çözüm çeşitliliğine göre dağılımı..... | 38 |
| Şekil 4.7 Etkinliklerin problem durumlarında içerdikleri konulara göre dağılımı..... | 39 |
| Şekil 4.8 Etkinliklerin konu, içerik ve beceriler arasında bağlantı kurulma durumlarına göre dağılımı. | 41 |
| Şekil 4.9 Etkinliklerin içerik entegrasyonu yaklaşımlarına göre dağılımı. | 42 |
| Şekil 4.10 Etkinliklerin bağlamın yapılaşma duruma göre dağılımı | 43 |
| Şekil 4.11 Etkinliklerin geliştirmeyi hedefleyen becerileri..... | 45 |
| Şekil 4.12 Etkinliklerin STEM kariyerleriyle ilgili bilgi verme durumuna göre dağılımı..... | 47 |



ÇİZELGELER DİZİNİ

| <u>No</u> | <u>Sayfa</u> |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Çizelge 3.1 Bütünleşik STEM Eğitimi Çerçevesi ve İlgili Maddeler. | 24 |
| Çizelge 4.1 Tezlerin etkinliklerde verilen problem durumu sayısına göre dağılımı. | 33 |
| Çizelge 4.2 Problem durumlarının günlük hayat ile ilişkilendirilme durumu. | 34 |
| Çizelge 4.3 Etkinliklerin öğrenci katılımını yansıtan özelliklere göre dağılımı | 44 |
| Çizelge A.1. Bütünleşik STEM Eğitimi Çerçevesi Doğrultusunda Hazırlanan Çizelge | 71 |
| Çizelge B.1. İncelenen Yüksek Lisans Tezleri | 72 |
| Çizelge B.2. İncelenen Doktora Tezleri | 75 |



EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ

| | <u>Sayfa</u> |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| EK A: Bütünleşik STEM Eğitimi Çerçevesi Doğrultusunda Hazırlanan Rubrik | 71 |
| EK B: İncelenen Tezler | 72 |





SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

| | |
|--------------|---------------------------------------------------------------------|
| ABD | : Amerika Birleşik Devletleri |
| BEÜ | : Bülent Ecevit Üniversitesi |
| FBE | : Fen Bilimleri Enstitüsü |
| MTS | : Mühendislik Tasarım Süreci |
| SMT | : Science, Mathematics and Technology/Bilim, Matematik ve Teknoloji |
| STEAM | : Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik |
| STEM | : Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik |



BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. STEM

Bilimsel yöntemle elde edilen bilgiler, yeni teknolojilerin geliştirilmesini sağlayarak insanlık tarihinin akışını değiştirmiştir. Bu süreç, sanayileşmeyle birlikte hızlanmış ve günümüzde bilim ve teknoloji, hayatımızın her alanına nüfuz ederek toplumları ve kültürleri şekillendirmeye devam etmektedir. Özellikle 19. ve 20. yüzyıllardaki sanayi devrimlerinin tetiklediği bu dönüşüm, 21. yüzyılda dijital devrimle birlikte daha da ivme kazanarak, Beers'in (2011) de belirttiği gibi, teknolojiye hızlı büyüme ve bilgi patlamasını tetiklemiştir. Bu durum, ülkeler arasında şiddetli bir rekabet ortamının oluşmasına neden olmuş ve insanlık için hem büyük fırsatlar hem de zorluklar yaratmıştır. Bu sebeple küresel arenada rekabet edebilmek için ülkelerin, yenilikçi fikirleri hayata geçirerek ve üretkenliği artırarak ekonomilerini dönüştürmeleri gerekmektedir (Arslantekin 2023). Bu dönüşüm, eğitim sistemlerinde köklü değişimleri beraberinde getirmiştir. Ülkelerin, küresel rekabette başarılı olmak için eğitim sistemlerini ve sanayi politikalarını sürekli olarak güncellemeleri, yani yenilikçi ve üretken bir iş gücü yetiştirmeye odaklanmaları gerekmektedir (Metin 2023) Bu becerilere sahip bireyler yetiştirmek amacıyla, disiplinler arası etkileşimin önem kazandığı STEM öne çıkan eğitim yaklaşımlarından biri olmuştur (Bybee 2013; Kuenzi 2006). STEM eğitimi, öğrencilerin teorik bilgileri pratik hayata uygulamalarını teşvik ederek, onlara gerçek dünyadaki meslekler için gerekli becerileri kazandırmayı hedefleyerek öğrencilere yalnızca bilgiyi tüketen değil, aynı zamanda bilgiyi üreten bireyler haline getirmeyi amaçlamaktadır. (STEM Task Force Report 2014). Başka bir ifade ile STEM eğitimi, disiplinler arası bir yaklaşım olarak, yaratıcı düşünme, yenilikçilik, tasarım becerileri, girişimcilik, doğru sorular sorma, etkili bir takımın parçası olma, öğrenme sorumluluğu üstlenme, süreçleri analiz edebilme, bilimsel ve teknolojik okuryazarlık gibi geleceğin ihtiyaç duyacağı becerileri kazandırmayı amaçlayan önemli bir eğitim modelidir (Akarsu, Akçay ve Elmas 2020).

STEM yaklaşımının temel amacı, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini birleştirerek öğrencilerin gerçek dünya problemlerine çözüm üretme yeteneği kazanmalarını sağlamaktır (Bybee 2013; Kuenzi 2006). Bu yaklaşım sayesinde, öğrenciler STEM alanlarındaki olgu, ilke ve tekniklerini deneyimleyerek öğrenirler ve elde ettikleri becerileri hem okul hayatında hem de gerçek yaşamda birçok disipline transfer edebilirler (Thomasian 2011).

Son yıllarda ülkemizde STEM ile ilgili çok fazla çalışma yapılmış olup, bu çalışmalar devam etmektedir. Mevcut literatürün sistematik bir incelemesinin sonuçlarına dayanarak, ortaokullarda yapılan entegre STEM uygulamalarının ne ölçüde yapıldığı, uygulamalar sırasında dikkat edilmesi gereken kavramlar ve uygulamaların STEM'in temel unsurlarını içermediği görülmüştür. Bu nedenle, Roehrig vd.'nin (2021) hazırladığı rubriği baz alarak bu çerçevede STEM uygulamalarını incelemek ve bu alana katkı sunmak üzere alan yazın yapılmıştır.

1.2. ÇALIŞMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Ülkemizde STEM ile ilgili yapılan lisansüstü tez çalışmalarındaki uygulamaların Entegre STEM Çerçevesi kapsamında analiz edilmesi, uygulamalarda STEM disiplinlerinin nasıl entegre edildiği, günlük hayatta karşılaşılabilecek gerçek problemlerin uygunluğu, mühendislik becerilerinin odak olup olmama durumu gibi kritik konular hakkında bilgi sağlayacak ve böylece entegre STEM uygulamalarını etkili bir şekilde planlamak ve uygulamak için eğitimcilerle fikir verecektir.

Fen bilimleri eğitimi alanında STEM uygulamalarına odaklanan lisansüstü tez çalışmalarının, Roehrig vd.'nin (2021) öne sürdüğü Entegre STEM Çerçevesi 'ne göre içerik analizini yapmaktır. Bu doğrultuda araştırmanın ana problemi;

1. STEM uygulamalarına odaklanan lisansüstü tez çalışmalarındaki STEM etkinlikleri Bütünleşik STEM Eğitimi'nin özelliklerini ne ölçüde taşımaktadırlar?

Araştırmanın ana problemini detaylandıran alt problemleri ise şöyledir;

1. STEM etkinliklerinin ne kadarı gerçek hayat problemine çözüm geliştirmeyi hedeflemiştir?
2. STEM etkinlikleri mühendislik tasarım döngüsünü ne ölçüde içermektedir?
3. STEM etkinliklerinde bağlam entegrasyonu nasıl yapılmıştır?
4. STEM etkinliklerinde içerik entegrasyonu nasıl yapılmıştır?
5. STEM etkinliklerinde öğrenci katılımı nasıl sağlanmıştır?
6. STEM etkinliklerinde hedeflenen üst düzey becerileri hangileridir?
7. STEM etkinliklerinin ne kadarı STEM kariyerleri hakkında bilgi vermektedir?

1.3. ARAŞTIRMA SAYILTILARI

- i. Lisansüstü tezlerde yer verilen STEM uygulamalarında iki veya daha fazla disiplin alanı entegre edilmiştir,
- ii. Uygulama, ders içi ve/veya ders dışında, okul ortamı içinde ve/veya dışında yapılmıştır.
- iii. STEM uygulamaları tezlerde verilen açıklamalarla tutarlıdır.



BÖLÜM 2

KURAMSAL ÇERÇEVE

Araştırmanın bu bölümünde, bütünleşik STEM ile ilgili kuramsal bilgilere, multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner yaklaşımlara, mühendislik tasarım süreci, alan yazın ile ilgili yurt içi ve yurt dışında yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. BÜTÜNLEŞİK STEM/STEAM EĞİTİMİ NEDİR?

Williams (2010), bütünleşik STEM eğitiminin 20. yüzyılın başlarında endüstrinin nitelikli iş gücüne olan ihtiyacı doğrultusunda ortaya çıktığını belirtir. İlk olarak SMT (Science, Mathematics and Technology/Bilim, Matematik ve Teknoloji) olarak adlandırılan bu eğitim modeli, daha çok erkek öğrencilere yönelik ve teknik bir eğitim içermektedir. Soğuk Savaş döneminde mühendisliğin öneminin artmasıyla birlikte, STEM eğitimi daha geniş bir kapsam kazanmış ve mühendisliği de içine alarak günümüzdeki adını almıştır. Güney Kore, STEM isminde revizyona gitmiş ve bu disipline “Sanat” disiplinini de ekleyerek, STEAM olarak değiştirmiştir (Yakman 2010). STEM/STEAM modeli böylece diğer devletlerin de ilgi odağı haline gelmiştir. Günümüzde, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) başta olmak üzere birçok ülke, sürdürülebilir ekonomik büyüme ve rekabet gücü için STEM/STEAM eğitime büyük önem vermektedir (Dugger 2010; Norris 2010). Schleigh’a (2011) göre, ülkelerin yeniliğe yatırım yapması, bilim toplumunun sosyo-ekonomik yapısını dönüştürerek, "bilgi gücü" anlayışını güçlendirmiş ve ülkelerin gelişmek için bilime daha fazla kaynak ayırmalarını sağlamıştır (Yörükogulları 2013).

Bu doğrultuda, Birleşik Krallık, STEM öğretmenlerini teşvik etmek amacıyla “Ulusal STEM Eğitimi Öğretmenlere Yönelik Vergi Teşvik Yasası”nı hayata geçirmiş ve ulusal bir STEM öğretmeni yetiştirme ağı kurmuştur. Güney Kore’de ise 2011 yılında Eğitim Bakanlığı, toplum için STEAM okuryazarlığına sahip kapsamlı insan kaynakları yetiştirmek amacıyla matematik, fen bilimleri, mühendislik ve teknolojiyi birleştiren bir STEAM müfredatının uygulanması önerilmiştir. Çin’de STEM eğitime büyük önem vermiş ve bu alanda “Çin’de STEM Eğitimi

Beyaz Kitabı” ve “Çin STEM Eğitimi 2029 İnovasyon Eylem Planı” gibi rehber belgeler yayınlamıştır. Mart 2017’de Çin, fen bilgisi öğretmenlerinin STEM kavramlarını öğretimlerine entegre edebileceği İlkokul Fen Müfredatı Standartları’nı yayınlamış (Fu 2021) ve ilkokul fen bilgisi müfredatını STEM müfredatının bir parçası haline getirmiştir. Bu gelişmeler, STEM eğitiminin ülkeler için bir reform ve yenilik kaynağı olarak önceliklendirildiğini göstermektedir. STEM yaklaşımının bu kadar dikkat çekmesi ve STEM faaliyetlerine önem verilmesinin nedenlerinden birisi de toplumların ekonomik ve teknolojik alanlarda bir rekabet ortamına girmelerinden kaynaklanmaktadır (Karr-Kidwell 2000). Bu nedenle pek çok gelişmiş ve gelişmekte olan ülke, yalnızca bilgi aktarımına ve ezbere dayalı eğitim modellerini terk ederek, eğitim sistemlerini araştırma, üretim, sorgulama ve yenilik yapmayı teşvik eden, proje ve tasarım odaklı disiplinler arası STEM eğitime yönlendirmeyi amaçlamaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı 2017). Bu yaklaşımın temel nedeni bilgiyi ezberlemek, depolamak veya yüceltmek yerine öğrencileri uygulamada başarılı hale getirmektir. Dolayısıyla öğrencilere yaparak yaşayarak öğrendiği, üretim yaptığı ve öğrendiklerini somutlaştırarak kullanılabilir hale getirdiği bir yaklaşım sunulmaktadır (Pehlivan 2019).

Marshall (2010)’a göre STEM’in amacı çocuklarımızı geleceğin karmaşık sorunlarına çözüm bulabilen, yenilikçi ve girişimci bireyler olarak yetiştirerek, onların bilgiyi pasif bir şekilde alıcı olmaktan ziyade, aktif olarak sorgulayan, keşfeden ve başkalarıyla iş birliği yapan bireyler olmalarını sağlamaktır. Bu yaklaşım, çocukların sadece bilgiyi tüketen değil, aynı zamanda bilgi üreten ve paylaşan bireyler olmalarını sağlayacaktır (Marshall, 2010). STEM eğitiminin önemi dünya genelinde kabul edilmekle birlikte, yapılan çalışmalar STEM eğitimi uygulamalarında farklılıklar olduğunu göstermektedir. Bu farklılıkların giderilmesi ve araştırma ile uygulamaların iyileştirilmesi için STEM eğitiminin yeniden düzenlenmesi ve temel niteliklerinin açıkça tanımlanması, eğitim sisteminin çağın gerekliliklerine uyum sağlaması açısından vazgeçilmezdir (Arslan ve Arastaman 2021). Etkili bir bütünleşik STEM eğitimi için gerçek yaşam problemleri ele alınarak STEM disiplinlerinin bağlantılarının yapılması ve öğretim programlarına dahil edilmesi önerilmektedir (Bybee 2013; Honey vd. 2014). Entegre STEM eğitimi, literatürde çeşitli araştırmacılar tarafından kapsamlı bir şekilde ele alınmış ve tanımlanmıştır. Moore, Stohlmann ve diğerleri (2014), bu yaklaşımı, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bir araya getirilerek ders içeriklerinin gerçek dünya sorunlarıyla ilişkilendirilmesi çabası olarak tanımlamaktadır. Bu tanım, entegre

STEM'in disiplinlerarası bir bütünleşme ve gerçek dünya uygulamalarına odaklandığını vurgulamaktadır. Benzer şekilde, Kelley ve Knowles (2016), entegre STEM'i, iki veya daha fazla STEM alanının öğretimini kapsayan ve öğrencilerin öğrenme süreçlerini geliştirmek amacıyla disiplinler arasında özgün bağlamlar kurmayı hedefleyen bir yaklaşım olarak tanımlamaktadır. Tsupros, Kohler ve Hallinen (2009) ise, STEM entegrasyonunun, öğrencilere STEM konularını izole bir şekilde öğrenmek yerine, gerçek dünya bağlamında deneyimleme fırsatı sunduğunu belirtmektedir. Bu tanımların ortak noktasında, gerçek dünya uygulamalarının STEM eğitiminde merkezi bir rol oynadığı görülmektedir. Bu tanımların ortak noktasında, gerçek dünya uygulamalarının STEM eğitiminde merkezi bir rol oynadığı görülmektedir. Bu bağlamda, entegre STEM eğitimi, teorik bilgileri pratik uygulamalarla harmanlayarak öğrencilere daha anlamlı ve derinlemesine bir öğrenme deneyimi sağlamayı hedeflemektedir. Bu tez çalışmasında, bütünlük STEM/STEAM yaklaşımını benimsemiş olup, bundan sonraki bölümlerde STEM kavramını bu perspektif doğrultusunda ele alacağız.

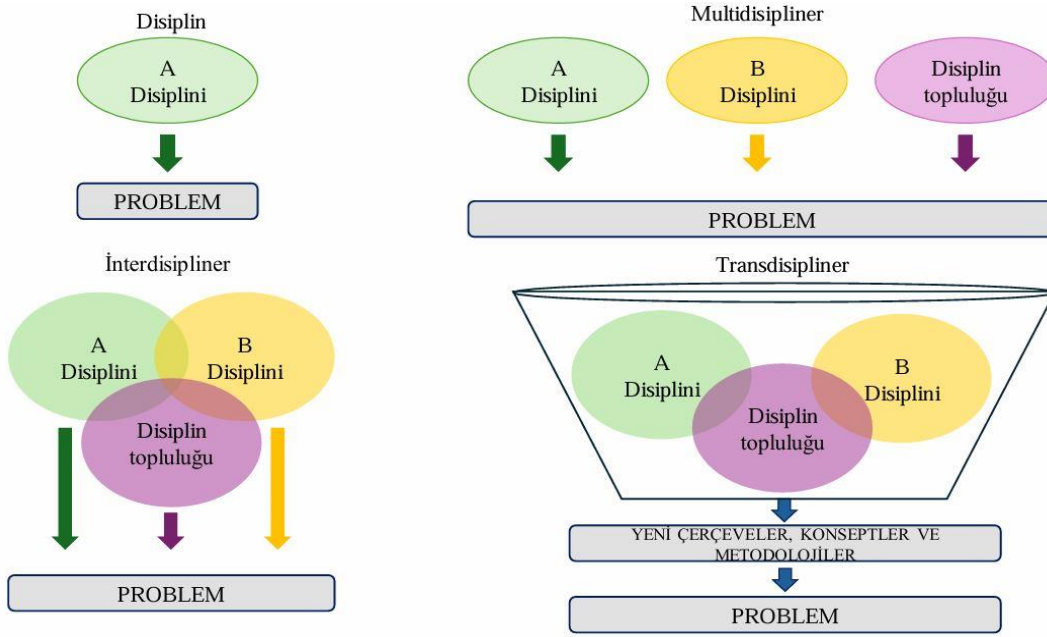
2.2. MULTİDİSİPLİNER, İNTERDİSİPLİNER VE TRANSDİSİPLİNER YAKLAŞIMLAR

Günümüzde giderek karmaşıklaşan sorunlara çözüm bulmak için farklı disiplinlerden gelen uzmanların bir araya gelmesi kaçınılmaz hale gelmiştir. Entegrasyon kavramı, bu farklı disiplinlerin bilgi ve yöntemlerini bir araya getirerek yeni bir bütün oluşturma sürecini ifade eder. Multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner olmak üzere üç farklı epistemolojik çerçevede incelenen bu yaklaşımlar, bilgi üretimi ve problem çözme süreçlerinde interdisipliner etkileşimi farklı derinliklerde ve genişlikte ele alır. Bu bölümde, bu üç yaklaşımın temel özellikleri, birbirlerinden farklılıkları ve 21. yüzyıl becerilerinin gelişimi üzerindeki etkileri incelenecektir (Mardiana 2020).

Yukarıda bahsedilen farklı disiplinler, bilgi, öğretim ve öğrenmenin belirli alanlarını kapsar. Bu disiplinler sadece akademik alanda değil, aynı zamanda günlük yaşamda da karar verme, problem çözme ve bilgi edinme süreçlerinde önemli bir rol oynar.

Multidisipliner çalışmalar farklı disiplinlerin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan bir sinerjiyi ifade ederken, interdisipliner çalışmalar bu disiplinler arasındaki etkileşimin derinlemesine incelenmesini ve ortak bir zemin bulunmasını hedefler. Transdisipliner çalışmalar ise disiplinlerin ötesine geçerek, yeni bilgi ve anlayışların üretilmesi için farklı bir çerçeve sunar. Bu bağlamda, transdisipliner çalışmalar interdisipliner çalışmalardan farklı olarak, disiplinlerin

sınırlarını aşan ve güncel problemlere yönelik çözümler üreten bir nitelik taşımaktadır (Kaya 2022). Bu hiyerarşik yapıda, disiplinler arasındaki etkileşim ve bilgi alışverişi giderek yoğunlaşır ve disiplinler arası çalışmalar, ayrı disiplinlerden çok disiplinli, disiplinler arası ve disiplinler üstü olmak üzere artan bir bütünleşme düzeyine doğru ilerler (Şekil 2.1).



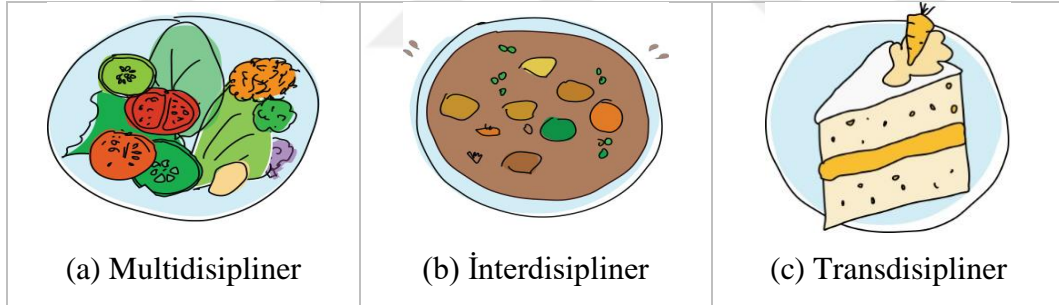
Şekil 2.1 Multidisipliner, İnterdisipliner ve Transdisipliner yaklaşımlar (Heinzmann 2019).

Burada disiplin kelimesi tek bir daire ile, “multidisipliner” birbirinden ayrı üç farklı daire ile, “interdisipliner” kısmen örtüşen dairelerdir ve “transdisipliner” kısmen örtüşen daireleri kapsayan daha farklı formata giren daireler bütünü temsil eder.

Multidisipliner yaklaşımda farklı disiplinler (matematik, tarih, fen bilimleri vb.) kendi kavram ve yöntemlerini koruyarak bir araya gelirler (Pak 2006), Şekil 2.2’de görüldüğü gibi, Pak bu yaklaşımı bir sebze tabağına veya karışık salataya benzetmiştir. Bu metafora göre, karışık salatanın içindeki malzemeler kendine özgü tat ve dokusunu korurken, birlikte yeni bir lezzete ulaşır ve tabağın tüm bileşenleri açıkça ayırt edilebilir. Bu durum, çok disiplinli yaklaşımda disiplinler arasındaki ilişkinin zayıf olduğunu ve her bir disiplinin kendi içinde bağımsız olarak öğretildiğini gösterir (Pak 2006). Öğrencilerden, farklı disiplinlerde öğrendikleri bilgileri birbirinden ayrı tutmaları ve her bir disiplinden gelen bilgileri farklı bağlamlarda kullanmaları beklenir (Lederman ve Niess 1997).

Disiplinlerarası yaklaşımda farklı disiplinlerin kavramları ve yöntemleri birbirine o kadar bütünleşir ki, ayırt etmek zorlaşır. Bu yaklaşım bir güveç yemeğine benzetilebilir (Bailey 2019). Orijinal malzemeler hala kısmen ayırt edilebilir, ancak genel olarak karışık tatların harmanlanmış bir tenceresidir (Şekil 2.2). İnterdisipliner yaklaşımda disiplinler arasındaki ilişkilerin güçlü olduğunu ve yeni bir bilgi sentezinin oluştuğunu gösterir. Öğrencilerden, farklı disiplinlerden gelen bilgileri birleştirerek yeni anlamlar üretmeleri ve karmaşık problemleri çözmek için disiplinler arası bir bakış açısı geliştirmeleri beklenir.

Transdisipliner yaklaşımda, farklı disiplinlerden gelen bilgiler, yöntemler ve perspektifler bir araya gelerek, tamamen yeni ve beklenmedik bir bütünlük oluşturur (Kaya 2022). Tıpkı kek veya pastada olduğu gibi (Şekil 2.2), her bir malzeme kendi özelliğini korurken, bir araya geldiklerinde ortaya çıkan tat ve doku iç içe geçerek, başlangıçtaki malzemelerin toplamından çok daha fazlasıdır (Pak 2006). İnterdisipliner yaklaşımda öğrencilerden farklı disiplinlerden gelen bilgileri birleştirerek yeni anlamlar üretmeleri beklenirken, transdisipliner yaklaşımda öğrenciler, disiplinlerin sınırlarını aşarak, tamamen yeni ve özgün çözümler üretmeye teşvik edilir.



Şekil 2.2 Multidisipliner, İnterdisipliner ve Transdisipliner yaklaşımları (Pak 2006).

2.2.1. Multidisipliner Yaklaşım

Multidisipliner yaklaşım, farklı bilim dallarının kendi uzmanlık alanlarından yararlanarak, ortak bir amaç için bir araya geldiği bir çalışma yöntemidir. Bu yaklaşım, tek bir disiplinin sınırlarını aşıp konuya daha kapsamlı bir bakış açısı sunmayı hedefleyerek farklı bakış açılarını bir araya getirmeden yan yana koyabilmektedir (Ülgen 2017). Dersler arasında derin bir ilişki kurulmadan her ders ayrı bir birim olarak görülebilmektedir (Arslantekin 2023). Örneğin, öğrenciler fen bilimleri dersinde uzay hakkında temel bilgiler edinirken, matematik dersinde bu bilgileri kullanarak hesaplamalar yapabilir, Türkçe dersinde uzay maceraları yazarak hayal

güçlerini kullanabilir, görsel sanatlar dersinde uzayın görselliğini keşfederek yaratıcılıklarını ortaya çıkarabilir ve bilişim teknolojileri dersinde ise bu deneyimlerini sanal bir ortama aktararak dijital becerilerini geliştirebilirler. Benzer şekilde, öğrenciler fen bilimleri dersinde çevre dostu teknolojik araçlar geliştirerek problem çözme becerilerini kullanabilir. Ardından, bu araçları tanıtmak ve çevre bilincini artırmak için görsel sanatlar dersinde afiş tasarlayabilir, bilişim teknolojileri dersinde animasyon hazırlayabilir veya müzik dersinde beste yaparak farklı ifade biçimlerini deneyebilirler. Diğer bir deyişle, multidisipliner çalışmalarda farklı disiplinlerden uzmanlar ortak bir projede yer almasına rağmen genellikle kendi disiplinlerinin sınırları içinde kalarak çalışır. Böylece disiplinler arasında bilgi ve yöntemlerin birleştirilmesi yeterince sağlanamaz (Keil 2016).

2.2.2. İnterdisipliner Yaklaşım

İnterdisipliner yaklaşım, belirli bir problem veya konuyu merkez alarak, farklı disiplinlerin bakış açıları ve yöntemlerinin bir araya getirilmesiyle, multidisipliner yaklaşıma kıyasla daha kapsamlı ve derinlemesine bir anlayışa ulaşmayı amaçlayan bir çalışma yaklaşımıdır (Yıldırım 1996). Diğer bir deyişle tek bir disiplinin sınırlarını aşarak farklı disiplinlerin iş birliği ile çok yönlü bir analiz yapmaktır (Bernstein 2005). Bu anlayışı benimseyen bilim insanlarından Albert Einstein'ın fizikçi olup kimya ve matematiğe katkı sunan çalışmaları, yine Galileo Galilei'nin fizikçi, astronom, matematikçi ve mühendis olup modern bilimin temellerini atması gibi gelişmeler interdisipliner çalışmanın somut örnekleridir (Özaydınlı ve Kılıç 2019).

Bu yaklaşım ile farklı derslerin içeriği ve becerileri, ortak bir problem etrafında birleştirilerek öğrencilerin disiplinler arasında bağlantı kurmasına olanak tanınır. Öğrenciler, bu yaklaşım sayesinde farklı derslerde öğrendiklerini birleştirerek daha kapsamlı bir anlayışa ulaşabilirler. Örneğin öğrenciler, hacim konusunu tüm detaylarıyla anlayabilmek için, teknoloji tasarım dersinde geometrik cisimlerin modelini oluşturarak, matematik dersinde bu oluşturdukları şekillerin hacimlerini matematiksel formüllerle hesaplama yaparak ve fen bilimleri dersinde bu cisimlerin hacimleri hakkında fikir geliştirerek, multidisiplin yaklaşımından farklı olarak konuyu diğer dersler ile ilişkilendirebilir (Semerci 2016). Benzer şekilde, Aytar ve Özsevgeç (2019) çalışmalarında sürdürülebilir kalkınma konusu ele alınırken, fen ve teknoloji dersi çevresel, sosyal bilgiler dersi sosyal ve ekonomik, din kültürü ve ahlak bilgisi dersi kültürel boyutuyla ilişkilendirilerek öğrencinin konu ile bağlantı kurması kolaylaştırılmıştır. Bu yaklaşım, öğrencilerin kendi bölgelerindeki atık sorununa çözüm bulmak için de kullanılabilir.

Öğrenciler, fen bilimleri ve hayat bilgisi derslerinde öğrendikleri bilgileri birleştirerek, geri dönüşüm için teknolojik bir model tasarlayabilir ve matematiksel hesaplamalar yaparak bu modelin etkinliğini değerlendirebilir. Böylece karmaşık olan bir duruma farklı disiplinlerin kavramları ile yaklaşmış olurlar. Sonuç olarak, interdisipliner yaklaşımda, öğrenciler sadece farklı dersler arasındaki bağlantıları kurmakla kalmaz, aynı zamanda bu bağlantıları kullanarak yeni bilgiler üretir ve mevcut bilgilerini derinleştirirler. Lederman ve Niess'in (1997)'de vurguladığı gibi, bu yaklaşım disiplinler arasındaki derinlemesine etkileşimi teşvik eder.

2.2.3. Transdisipliner Yaklaşım

Transdisipliner yaklaşım, güncel bir konuyu farklı disiplinlerin bir araya gelerek incelediği, disiplinler arası sınırların ortadan kalktığı ve tamamen yeni kavram ve olguların ortaya çıktığı bir çalışma yöntemidir (Kaya 2022). Bu yaklaşım, sorunlara daha bütüncül bir bakış açısı getirerek, farklı disiplinlerin bir araya geldiği, yeni soruların ve sorunların ortaya çıktığı bir ortam yaratır (Yamin 2009). Transdisipliner yaklaşımın temel amacı, öğrencilerin soruları, ilgileri ve merakları etrafında şekillendirilerek sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmaktır (Gencer 2019). Bu yaklaşımın en önemli özelliği, araştırma sürecinin başından sonuna kadar toplumun tüm kesimlerinin aktif olarak dahil edilmesidir (Varol 2018). Cappellaro'a (2018) göre çevre eğitiminde bu yaklaşım, öğrencilerin çevre sorunlarına çözüm bulma sürecinde aktif rol almalarını ve bu süreçte farklı disiplinler ve meslekler arasındaki bağlantıları keşfetmelerini sağlayarak gelecekteki kişisel, sosyal veya profesyonel yaşamlarında çevre sorunlarına karşı duyarlı bireyler olmak için hazırlanmalarını hedefler.

Pandemiye bağlı olarak ortaya çıkan uzaktan fen eğitimi sorunlarına, eğitim bilimleri, psikoloji, teknoloji ve fen bilimleri gibi farklı alanlardaki uzmanların iş birliğiyle, sorunların bağlamına uygun çözümler üretilerek toplum ile iş birliği içerisinde yeni bilgi türlerini ortaya çıkarabilecek olmasından transdisipliner yaklaşımla ele alındığı söylenebilir (Kaya 2022).

2.3. MÜHENDİSLİK TARIM SÜRECİ

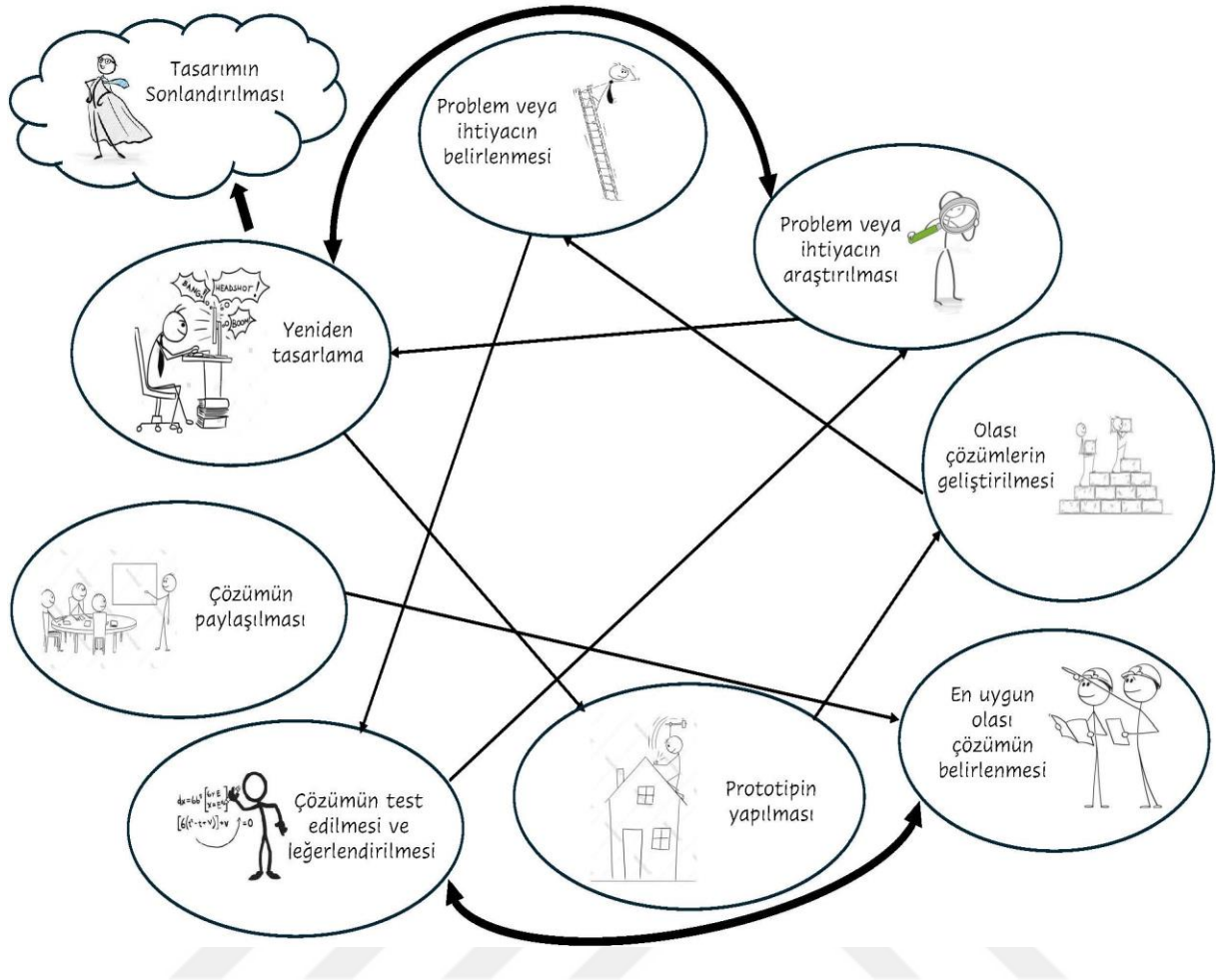
Mühendislik, bilim ve matematiği yaratıcılıkla birleştirerek insanların ihtiyaç ve isteklerine yönelik çözümler üreten karmaşık bir süreçtir (Brophy ve diğ. 2008). Bu süreç, genellikle belirli bir sorun, ihtiyaç veya taleple başlar ve mühendislik, bu gereksinimlere uygun çözümler

tasarlamayı amaçlar. Matematik ise problemi anlamlandırarak ve çözüm sürecine sistematik bir yaklaşım sunarak mühendislik tasarımına katkıda bulunur (Trevallion ve Trevallion 2020).

Tasarım kavramı, farklı disiplinlerde yaygın olarak kullanılan bir terimdir. Mühendislik tasarımı da bu disiplinlerden biri olup, belirli bir problemi çözmek için sistematik ve yaratıcı düşünmeyi içeren bir süreçtir (Wendell 2008). Özellikle mühendislik tasarımı, bilimsel araştırma süreçleriyle bütünleşerek öğrencilerin istenen kazanımları elde etmelerine, günlük hayatta karşılaştıkları sorunlara çeşitli çözümler geliştirmelerine, en etkili seçeneği belirlemelerine ve STEM alanlarını bir araya getirmelerine yardımcı olur (Wendell 2008). Bunun yanı sıra, mühendislik tasarımı, öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık, iş birliği ve iletişim gibi becerilerini geliştirmelerine katkı sağlayan kapsamlı bir öğrenme sürecidir (Demirezen 2024).

Bu bağlamda, mühendislik tasarımının temel amacı, öğrencilerin karşılaştıkları problemlere pratik ve akılcı çözümler üretmelerini sağlamaktır. Aynı zamanda, onların tasarım becerilerini geliştirmelerine, ellerindeki malzemeleri en verimli şekilde kullanarak özgün tasarımlar ortaya koymalarına destek olur (Çakır ve Yalçın 2022). Bu süreç, öğrencilerin problem çözme yeteneklerini artırırken, geçmiş deneyimlerinden ve başarısızlıklarından ders çıkararak daha etkili çözümler üretebileceklerini fark etmelerini sağlar. Böylece, bağımsız, bilinçli ve üstbilişsel düşünme becerilerine sahip bireyler olarak gelişmelerine olanak tanır (Moore 2014).

Mühendislik tasarım sürecinin (MTS) farklı varyasyonları olmakla birlikte, hepsinin temel amacı birden fazla disiplinin bir araya getirildiği bir problem çözme mekanizması geliştirmektir. Bu süreç, modelleme ve tasarımın döngüsel yapısıyla yakından ilişkilidir. Modelleme ve tasarımın döngüsel süreçleri büyük ölçüde benzerlik gösterir: öncelikle bir problem durumu analiz edilir. Problemi çözmek amacıyla ilk fikirler (başlangıç modelleri veya tasarımlar) ortaya konur; umut vadeden bir yön belirlenerek deneysel olarak ifade edilir. Fikir test edilir ve elde edilen veriler değerlendirilerek fikir yeniden şekillendirilir veya gerekirse tamamen reddedilir. Güncellenen veya yeni oluşturulan fikir tekrar deneysel olarak ortaya konur. Bu döngü, geliştirilen model veya tasarım, problemde belirtilen kısıtlamaları tam anlamıyla karşılayana kadar devam eder (Zawojewski vd. 2008). Hynes, vd.'nin (2011) mühendislik tasarım süreçlerini detaylandırarak problemin ve ihtiyacın belirleme aşamasından başlayarak tasarımın bitirilmesi sürecine kadar dokuz aşama belirtmiştir.



Şekil 2.3 “Mühendislik tasarımının lise STEM derslerine dâhil edilmesi” Hynes vd. (2011)’nin anlatımından yola çıkılarak görselleştirilmiştir.

Mühendislik tasarım süreci, öncelikle bir sorunun, ihtiyacın veya isteğin belirlenmesiyle başlar (NRC 2012). Bu başlangıç noktası, STEM entegrasyonunun temel amacına doğrudan hizmet eder ve öğrencilerin farklı disiplinlerin sınırlarını aşan gerçek dünya problemleriyle etkileşime geçmesini sağlayarak öğrenme süreçlerini destekler (Moore ve diğerleri 2014). Probleme yönelik gerekli ihtiyaçlar belirlenerek, sorunu çözerken dikkate alınması gereken çeşitli unsurlar olduğu fark edilerek ve etkili bir çözüm geliştirerek sorunun ayrıntılı bir şekilde incelenmesi sağlanır (Crismond 2001). En iyi çözüm yolunun bulunması için potansiyel çözümlerin kuvvetli taraflarını uygun şekilde bir araya getirecek yepyeni bir çözüm dizayn ederler (Mentzer 2011; NRC 2012) ve çözüm önerileri verimlilik, işlevsellik, maliyet, dayanıklılık gibi özelliklerine göre değerlendirilir, karar verilir (Şimşek ve Soysal 2022). Bu çözüm yolları içerisinde en uygun olan bulunarak prototip hazırlanır. Test edilip, değerlendirilir. Değerlendirme sonucunda beklenen performansı sergilemeyen prototiplerin

iyileştirilmesi, revize edilmesi ve test edilmesi süreci, sorun çözme aşamasında başarılı oluncaya kadar tekrarlanmalıdır (Hynes vd. 2011; Brunzell 2012).

Tasarım sürecini bitirdiklerinde ve tasarımın gerektirdiği ihtiyaçları karşılayan işe yarar bir ürün elde edildiğinde kişilerarası, sözlü (Morgan ve diğ. 2013), yazılı doküman ve sunum yapılır (Çakır ve Yalçın 2022; Morgan ve diğ. 2013).

2.4. LİTERATÜR TARAMASI

STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmalar, son yıllarda gerek Türkiye’de gerekse uluslararası alanda giderek artan bir ilgiyle ele alınmıştır.

Fındık (2023) Türkiye’deki ilkokullarda son yıllarda giderek önem kazanan STEM eğitimi uygulamalarının durumunu ortaya koymak amacıyla üzerine betimsel bir içerik analizi ile 30 farklı çalışmanın incelendiği araştırmada, özellikle 2017-2020 yılları arasında gerçekleştirilen STEM eğitimi uygulamalarına odaklanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, STEM eğitiminin öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgilerini artırdığı, 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiği ve akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği görülmüş ve incelenen çalışmaların çoğunda STEM eğitime yönelik tutumlarını belirleme üzerine yoğunlaştığı ortaya konmuştur.

Günbatar, Kiran, Boz ve Roehrig (2024), 2013-2020 yılları arasında üç farklı NSTA dergisinde yayımlanan STEM etkinliklerini analiz ederek, bu etkinliklerin entegre STEM standartlarının nasıl uygulanması gerektiğine dair netlik sağlamayı amaçlamışlardır. Çalışmada, gerçek dünya problemlerine, öğrenci merkezli yaklaşımlara, grup çalışmasına, yeniden tasarıma ve değerlendirmeye ne ölçüde yer verildiği incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, etkinliklerin çoğu STEM’in özelliklerini içerirken, değerlendirme alanında eksiklikler olduğu tespit edilmiştir.

Kaya ve Ayar (2020), Türkiye’de son on yılda yapılan STEM eğitimi üzerine nitel araştırma çalışmalarını kapsamlı bir şekilde incelemeyi amaçlamıştır. 50 farklı çalışmanın incelendiği bu araştırmada, çalışmaların çoğunlukla öğretmenleri hedef aldığı ve durum çalışması yönteminin sıklıkla kullanıldığı görülmüştür. Araştırmacılar, genellikle görüşme tekniği ile veri toplamış ve betimsel ile içerik analizi teknikleri ile verileri analiz etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların sayısı zamanla artış göstermektedir. Bu

çalışmaların odak noktası genellikle STEM eğitimi ve uygulamalarına yönelik paydaş görüşlerini almak üzerinedir. Araştırmacılar, STEM eğitiminin bireylerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmesi, farklı STEM disiplinlerini bir araya getirmesi, öğrencilerin kariyer tercihleri ve mesleklere yönelik algılarını etkilemesi gibi konulara ilgi göstermişlerdir. Ancak araştırmada STEM uygulamalarını yürüten öğretmenlerin pedagojik bilgi düzeyleri ve olası kavram yanılgılarının incelenmesine yönelik çalışmaların yetersiz olduğu tespit edilmiştir.

McLure, Tang ve Williams (2022) tarafından yapılan çalışma, ortaokul ve liselerde uygulanan entegre STEM projelerine yönelik ampirik araştırmaları inceleyerek, projelerin özelliklerini, etkinliğini ve STEM disiplinlerinin entegrasyon yöntemlerini değerlendirmiştir. 35 hakemli yayının analiz edildiği bu araştırmada, projelerin tanımlayıcı özellikleri ve etkili STEM projeleriyle uyumu sorgulanmış; ayrıca, sınıf ortamındaki STEM projelerinin STEM alanlarının entegrasyonuna yönelik yöntemleri ne ölçüde ele aldığı araştırılmıştır. Bulgular, mühendislik ve fen bilimlerinin (özellikle fizik) en sık entegre edilen disiplinler olduğunu gösterirken, projelerin öğrencilerle bağlam arasındaki ilgisi ve öğrenci çeşitliliğini kapsama düzeyi konusunda endişeler ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra, öğretmen ve öğrencilerin STEM becerilerini entegrasyon süreçlerinde nasıl uyguladığına dair literatürde önemli bir eksiklik olduğu vurgulanmıştır.

Günbatar ve Tabar (2019), Türkiye'de STEM eğitimi alanında 2017-2023 yılları arasında yapılan çalışmaları, katılımcı profili, araştırma deseni, veri toplama araçları ve analiz yöntemleri gibi çeşitli boyutlarda incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, çalışmaların çoğunluğu öğrenciler ve öğretmen adayları üzerinde gerçekleştirilmiş olup, nitel durum çalışması deseni sıklıkla tercih edilmiştir. STEM eğitimi hakkındaki görüşler ve STEM'e karşı tutumlar, en sık incelenen değişkenler arasında yer almaktadır. Araştırma sonuçları, Türkiye'de STEM eğitimi alanında yapılan çalışmaların çoğunlukla öğrencilerin ve öğretmen adaylarının STEM hakkındaki görüşlerine odaklandığını göstermektedir. Ancak, bütünlük STEM eğitimi, etkinlikleri ve ölçme değerlendirme açısından verilen öğretmen eğitimlerinin yetersiz olduğu belirlenmiştir. Bu durum, öğretmenlerin STEM eğitimini etkili bir şekilde uygulayabilmeleri için daha fazla desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

Çalışkan ve Okuşluk (2021) çalışmasına göre Türkiye'de yüksek lisans ve doktora düzeyinde 2016-2019 yılları arasında STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaları içerik analizi yöntemiyle 63 tezi incelemeyi amaçlamıştır. Bu araştırma bulgularına göre STEM alanında yapılan

çalışmaların büyük çoğunluğu öğrenciler ile yapıldığı ve öğretmenlerle yapılan çalışmaların ise nispeten daha az olduğu belirlenmiştir. Yine çalışmaların yapıldığı en fazla anabilim dalının fen bilgisi öğretmenliği olduğu görülmüş olup, diğer bilim dallarında da yaygınlaştırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yıldızay ve Çetin (2018), 2006-2018 yılları arasında yapılan 15 makale ve 19 tezi kapsamlı bir içerik analizine tabi tutarak 34 adet çalışma incelenmiştir. Çalışmaların büyük bir kısmı, K-12 öğrencilerini deneysel desenlerle inceleyen nicel araştırmalardan oluşmaktadır. Bu çalışmalarda, öğrenci başarısı en sık ölçülen değişken olarak öne çıkmıştır. Makale ve tezlerin yıllara göre sayılarına bakıldığında ise makalelerin sayısında artış olduğu görülmüştür.

Demir (2022), bu çalışma 2014-2021 yılları arasında gerçekleştirilen lisansüstü tezlerin içerik analizi yoluyla yönelimlerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırma bulguları, STEM alanında en fazla çalışmanın 2019 yılında yapıldığını, kadın araştırmacıların daha fazla çalışma ürettiğini, Gazi Üniversitesi'nin en çok çalışma yapılan kurum olduğunu, Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nün en fazla çalışmaya ev sahipliği yaptığını ve Matematik ve Fen Bilimleri bölümünün en sık tercih edilen alan olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, çalışmalarda en fazla karma yöntemin kullanıldığı, çalışma grubu olarak çoğunlukla ortaokul öğrencilerinin seçildiği, veri toplama araçları arasında başarı testi, tutum ölçeği ve görüşme formunun öne çıktığı belirlenmiştir. Örneklem seçiminde uygun ve amaçlı örnekleme yöntemleri ağırlık kazanmış, veri analizinde ise t-testi en sık kullanılan yöntem olmuştur.

Diğer çalışmalardan farklı olarak, Kalemkuş (2020), 2014-2019 yılları arasında Türkiye'de gerçekleştirilen STEM yaklaşımına yönelik deneysel araştırmaların eğilimlerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. YÖK Ulusal Tez Merkezi, ULAKBİM ve Google Akademik veri tabanlarından elde edilen veriler, içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Araştırmaların büyük çoğunluğu ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilmiş olup, akademik başarı, problem çözme becerileri ve derse yönelik tutum gibi değişkenler üzerinde odaklanmıştır. Çalışmaların çoğunluğunda kontrol gruplu deneysel desenler kullanılmış ve uygulamalar ortalama 6-10 hafta sürmüştür. Karma araştırma yöntemlerinin sıklıkla tercih edildiği görülmüştür. Coğrafi olarak İstanbul ili, bu tür araştırmaların yoğunlaştığı bir merkez olarak öne çıkmıştır. Yapılan çalışmalarda elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının STEM'e yönelik farkındalık düzeylerinin fazla olduğu görülmüştür.

Soypak ve Eskici (2023), 2018-2022 yılları arasında yayınlanan 24 makale ve tez, lise ve ortaokul düzeyinde matematik ve fen eğitiminde robotik kodlamanın kullanımına yönelik kapsamlı bir içerik analiziyle değerlendirilmiştir. Çalışmaların büyük çoğunluğu, ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirilmiş olup, matematik derslerinde robotik kodlama uygulamalarının (özellikle Scratch) daha sık kullanıldığı görülmüştür. Bu çalışmalar, matematik derslerinde akademik başarı ve problem çözme becerisi üzerindeki etkileri, fen derslerinde ise (Arduino gibi yazılımlar aracılığıyla) anlamlı öğrenme ve derse yönelik tutum üzerindeki etkileri açısından değerlendirilmiştir.

Pulat (2020) yaptığı yüksek lisans çalışmasında FeTeMM yaklaşımındaki etkinliklerin FeTeMM yaklaşımının özelliklerini ne kadar taşıdığı araştırılmıştır. Türkiye'deki FeTeMM etkinlikleriyle ilgili yapılan araştırmalar, bu etkinliklerin disiplinler arası entegrasyon, gerçek hayat problemlerine dayalı olma, öğrenci merkezli öğrenmeyi destekleme, kullanılan yöntem ve teknikler, ölçme değerlendirme şekli üzerinden analiz yapıldığı görülmüştür.

Delibalta (2023) yaptığı yüksek lisans çalışmasında, Jolly (2017) tarafından geliştirilen bir ölçme aracını kullanarak FeTeMM etkinliklerinin, FeTeMM derslerinin temel özelliklerini ne derece yansıttığını araştırmıştır. Bu araştırmada, 'problemi tanımlama', 'farklı disiplinleri bir arada kullanma', 'mühendislik ve tasarım süreçlerini içermeye' ve 'öğrencilere sunulan materyallerin ve yapılan değerlendirmelerin uygunluğu' gibi dört ana başlık altında inceleme yapılmıştır.

Balca 2022 araştırmaların konu temalarının STEM eğitimi ve tutum, STEM eğitimi ve doküman inceleme, STEM eğitimi ve inanç, STEM eğitimi ve beceri, STEM eğitimi ve değer, STEM eğitimi ve algı, STEM eğitime yönelik içerik geliştirme, STEM eğitime yönelik görüşler, STEM eğitimi ve kariyer olduğu sonucuna varılmıştır. STEM uygulamalarının; öğrencilerin STEM'e yönelik tutumları, akademik başarıları ve STEM alanlarına ait mesleklere yönelik ilgilerindeki etkisi ve farklı çalışma karakteristiklerinin mevcut etkiyi ne şekilde farklılaştırdığına ilişkin veriler elde edilmiştir.

Yıldırım ve Gelmez-Burakgazi (2020) Türkiye'de STEM eğitimi üzerine gerçekleştirilen araştırmalar son yıllarda artış göstermektedir; ancak nitel çalışmaların birikimini ve sentezini ele alan bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma, meta-sentez yöntemini kullanarak, Türkiye'de STEM eğitimiyle ilgili nitel bulguları derlemeyi ve kapsamlı bir perspektif sunmayı

amaçlamaktadır. Bu yönüyle, mevcut durumu değerlendirerek gelecekteki STEM eğitimi çalışmalarına yol göstermesi beklenmektedir. Bu doğrultuda, toplam 12 nitel çalışma analiz edilmiş ve bulgular üç temel boyutta toplanmıştır: okul içi ve dışı STEM uygulamalarının etkileri, STEM eğitime yönelik bilişsel durum ve öğretmen adaylarının STEM disiplinleri arasındaki ilişkileri kurma kapasiteleri. Bu boyutlar çerçevesinde yapılan sentez, nitel bulguları üç ana tema altında birleştirmiştir: 21. yüzyıl becerileri ile STEM alanlarına duyulan ilgi, algılar ve görüşler ve STEM disiplinleri arasındaki bağlantılar. Araştırma, öğretmenler, öğretmen adayları ve araştırmacılar için öneriler sunarak alana katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Çavaş, Ayar ve Gürcan (2020), bu çalışma, 2010 yılından günümüze kadar Türkiye’de STEM eğitimi üzerine ulusal literatürde yer alan makale ve lisansüstü tezleri incelemeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, YÖK Ulusal Tez Merkezi’nde 2010-2018 yılları arasında “STEM, STEM eğitimi, FeTeMM, entegre STEM öğretimi” anahtar kelimeleriyle taranan 45 lisansüstü tez analiz edilmiştir. Makale seçimi için ise TÜBİTAK ULAKBİM-Dergi Park veri tabanındaki 64 eğitim dergisi incelenmiş ve aynı anahtar kelimeleri içeren, 2010-2018 yıllarında yayımlanmış 52 makale araştırmaya dahil edilmiştir. Çalışmalar, yayın yılı, dil, bağımlı değişkenler, yöntemler, veri toplama araçları, örneklem grupları ve veri analizi teknikleri açısından ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmiştir. Bu analizle, Türkiye’de STEM eğitimi alanındaki araştırmalara genel bir perspektif sunulması ve gelecekteki çalışmalar için yol gösterici bir temel oluşturulması hedeflenmektedir.

Kepir (2024) çalışmasında Türkiye’de ortaokul fen eğitimi alanında lisansüstü tezlerde yer alan “Canlılar ve Yaşam” konu başlığına yönelik geliştirilen STEM etkinliklerinin mühendislik entegrasyonu açısından incelenmesini amaçlanarak, doküman analizi tekniği kullanılmıştır. Araştırmanın veri seti, Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK) Ulusal Tez Veri Merkezi’nde, fen eğitimi kapsamında ortaokul düzeyinde STEM eğitimi üzerine yürütülen ve “Canlılar ve Yaşam” konu alanına yönelik etkinlikler veya uygulama yönergeleri içeren 14 tezden ve bu tezlerde yer alan 33 etkinlikten oluşmaktadır.

Her bir etkinlik, uygulama süreçleri ve disiplinler arası entegrasyon düzeyleri açısından detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Bu analiz sürecinde, etkinliklerin akışını ve disiplin entegrasyonunu özetleyen akış şemaları hazırlanmıştır. Akış şemaları, Roehrig ve diğerleri (2021) tarafından önerilen sınıflandırma çerçevesine göre dört kategoride değerlendirilmiştir: (1) disiplin entegrasyonu açısından zayıf mühendislik tasarım görevleriyle fen içeriğine uyumlu

etkinlikler, (2) disiplin entegrasyonu açısından fen içeriğiyle sınırlı bağlantısı olan mühendislik tasarım görevine dayalı etkinlikler, (3) disiplin entegrasyonu açısından fennin bağlam olarak kullanıldığı mühendislik tasarım görevine odaklanan etkinlikler ve (4) disiplin entegrasyonu açısından entegre ve tutarlı STEM etkinlikleri.

Analiz sonuçlarına göre, incelenen tezlerdeki STEM etkinliklerinin büyük çoğunluğu ya mühendislik tasarımına ya da fen öğretimine odaklanan bir yapıda tasarlanmıştır. Ayrıca, fen bilimlerinin yalnızca bağlam olarak kullanıldığı ve mühendislik tasarımına ağırlık veren etkinlikler de tespit edilmiştir. Bununla birlikte, disiplin entegrasyonu açısından entegre ve tutarlı STEM etkinlikleri kategorisinde yalnızca bir etkinliğin yer alması dikkat çekicidir.

Bu çalışmada, Türkiye’de uygulanan STEM eğitimi modellerinin güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koymak ve yeni bir model önerisi geliştirmektir. Mevcut STEM uygulamalarında, öğretmenlerin ve öğrencilerin STEM becerilerini nasıl entegre ettiğine dair ayrıntılı bilgilerin eksik olduğu bir boşluk belirlenmiştir. Çalışmamızın özgün yanı, yalnızca disiplinler arası entegrasyonu ele almakla yetinmeyip, STEM disiplinlerinin birleşiminin ötesinde sosyal, politik ve diğer gerçek hayat bağlamlarının entegrasyonunu incelememiz ve bu entegrasyonu mühendislik tasarım döngüsünün aşamalarına göre analiz etmemizdir. Araştırmada, STEM kariyerleri hakkında ne düzeyde bilgi sunulduğu, 21. yüzyıl becerilerinin ne ölçüde kazandırıldığı, içerik entegrasyonunun nasıl sağlandığı, öğrenci katılımının hangi seviyede olduğu ve uygulamaların ne kadarının gerçek hayat problemlerine çözüm üretmeyi hedeflediği de değerlendirilmiştir.



BÖLÜM 3

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın yöntemi, evreni ve örnekleme, veri toplama araçları, araştırma süreci ve veri analizine yer verilmiştir.

3.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Nitel bir araştırma doğasına sahip olan bu çalışmada, STEM eğitimi gerçekleştiren lisansüstü tez çalışmalarındaki uygulamaların, Bütünleşik STEM Eğitimi Çerçevesi'nde yer alan özellikler bakımından incelenmesi amaçlanmıştır. Durum çalışmaları araştırmacının kontrolünde olmayan durum ve olguları 'Nasıl' ve 'Niçin' sorularını kullanarak derinlemesine inceleyen bir araştırma yöntemidir (Yıldırım ve Şimşek 2016). Bu araştırma, 'nasıl' sorusu kullanarak STEM uygulamaların özellikleri hakkında var olan durumu ortaya çıkarmayı hedefleyen bir durum çalışmasıdır. Bununla beraber çalışmada lisansüstü tezler veri kaynağı olarak kullanılmış ve belirli bir çerçeve dâhilinde incelenerek doküman analizi yapılmıştır. Doküman analizi anlam çıkarma, belirli bir konu hakkında bir kavrayış geliştirme ve bilgi üretme amacıyla verilerin incelenmesi ve yorumlanmasını gerektirmektedir (Corbin ve Strauss 2008).

3.2. ARAŞTIRMA EVRENİ VE ÖRNEKLEMİ

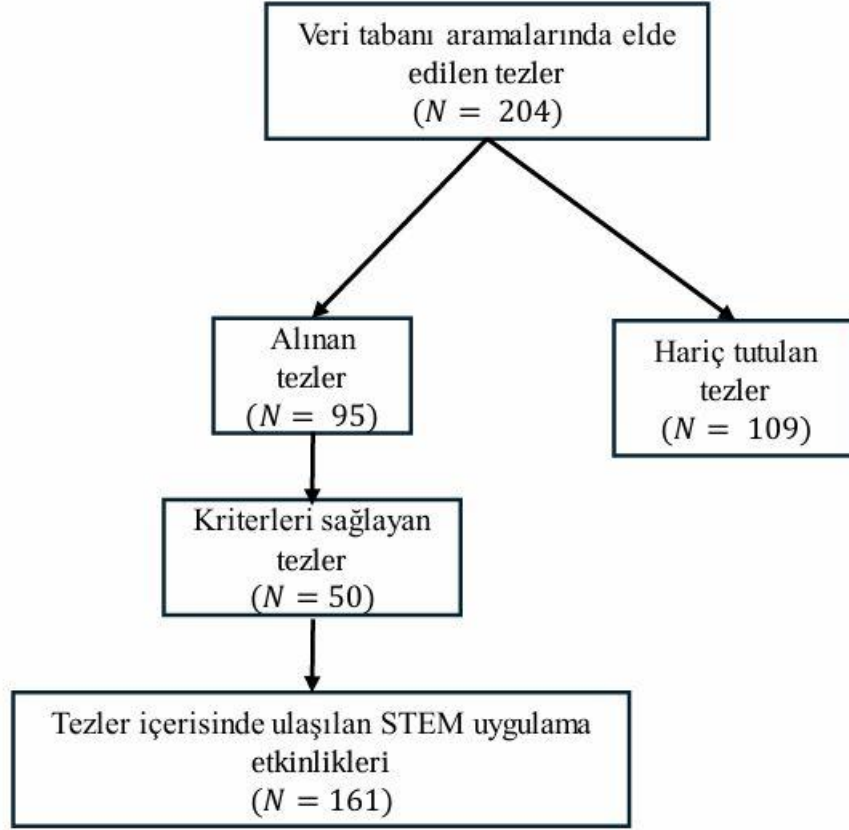
Bu çalışmada 2020-2024 yılları arasında Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanı kullanılarak "STEM" ve "STEAM" anahtar kelimeleri kullanılarak araştırma yapılmıştır. Bu kapsamda Türkçe yazılmış 50 adet yüksek lisans/ doktora tezi çalışmaya dahil olmuştur. Bu çalışmanın amacı doğrultusunda, çalışmaya dahil edilen kaynaklara ilişkin detaylı bilgiler EK-B'de sunulmuştur.

3.3. VERİ TOPLAMA

Bu araştırmada YÖK Tez veri tabanında son beş yıldı yayımlanmış olan doktora ve yüksek lisans tez çalışmaları incelenmiştir. Fen bilimleri derslerinde gerçekleştirilmiş STEM/STEAM etkinliklerini içeren tezler içerik analizine uygun bir biçimde Excel programına işlenmiştir. Tezlerin seçiminde dâhil edilme şartları řu şekildedir:

- i. İki veya daha fazla STEM/STEAM disiplini entegre edilmiştir,
- ii. Ortaokul (5-8.sınıf) fen bilimleri derslerinde yürütölmüştür,
- iii. Nitel ve/veya nicel veri toplanmıştır,
- iv. Uygulama, ders içi ve/veya ders dışında, okul ortamı içinde ve/veya dışında yapılmış olabilir,
- v. Tez alışmasındaki STEM/STEAM uygulamalarının ders planı veya etkinlik planına yer verilmiştir.

Etkinliklerin toplanmasına 2024 yılı mart ayında başlanmış olup 2024 yılı ağustos ayı itibariyle son verilmiştir. Dolayısıyla, bu araştırma bu tarihten sonra yayımlanan etkinlikler hakkında bilgi sunmamaktadır. İlk etapta 95 teze ulaşılmış ama detaylı inceleme neticesinde kriterleri sağlamadığı düşüncesiyle 50 lisansüstü tez ile çalışma yürütölmüştür. Bu tezlerde yer verilen 161 STEM etkinliği ile analizler gerçekleştirilmiştir. Bu etkinlikler ve künyeleri Ek-B'de izelge B1 ve izelge B2'de sunulmuştur.



Şekil 3.1 Araştırmaya dâhil edilen tezlere ait PRISMA akış şeması.

3.4. VERİ TOPLAMA ARACI

STEM etkinliklerini değerlendirmek amacı ile Roehrig vd. (2021) tarafından geliştirilen “Bütünleşik STEM Eğitimi Çerçevesi” Türkçe’ye çevrilmiş ve çerçevede yer alan özellikler doğrultusunda değerlendirme ölçeği hazırlanmıştır. “Bütünleşik STEM Eğitimi Çerçevesi” ve buradaki özellikler doğrultusunda hazırlanan maddeler ilgili özellikle aynı satırda Çizelge 3.1.’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Bütünleşik STEM Eğitimi Çerçevesi ve İlgili Maddeler.

| Özellik | Tanım | Sınıfta | Rubrikteki maddeler |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gerçek dünya problemlerine odaklanma | <p>Gerçek dünya problemleri:</p> <ul style="list-style-type: none">• öğrenmenin bağlamsallaştırılması• birden fazla çözümü desteklemeli• Öğrencilerin STEM bilgilerini uygulamaya ve genişletmeye teşvik etmeli• Motive edici, öğrencilerle ilgili olmalı• Mümkün ise, öğrencileri değişimin aracılığı olarak konumlandırılmalı | <p>Gerçek dünya probleminin seçimi karmaşık bir süreçtir, çünkü hem bilişsel hem de duygusal olarak öğrenciyi etkileyen birçok faktör vardır. Öğrenci katılımını ve güçlü STEM kimliklerinin gelişimini teşvik etmek için gerçek dünya probleminin seçilmesinde cinsiyet ve etnik köken açıkça dikkate alınmalıdır.</p> | <p>Etkinlik kaç farklı problem durumu içermektedir?</p> <p>Etkinlikteki problem durumu gerçek hayat problemi içeriyor mu?</p> <p>Problem durumu öğrencileri motive edici ve öğrencilerle alakalı mı?</p> <p>Birden fazla çözümü destekliyor mu?</p> |
| Mühendislik Tasarımı katılımı | <ul style="list-style-type: none">• Öğrencilerin mühendislik tasarımında fırsatlara sahip olması beklenir• Öğrenciler, başarısızlıktan ders çıkarma ve tasarım çözümlerini yinelemeli olarak geliştirme fırsatlarıyla tam mühendislik tasarım sürecine katılmalıdır• Öğretmenlerin, mühendislik tasarımının sosyo-politik yönlerine dikkat çekmek için etik, özen ve empati boyutlarını vurgulamaları gerekir | <p>Öğretmenlerin, öğrencilerin tasarımlarını değerlendirme ve toplanan verileri yeniden tasarlamak için kullanma fırsatlarına sahip olmalarını sağlamaları gerekir. Tasarım kararları, maliyet, malzemeler ve işlevsellik gibi teknik faktörlere ek olarak sosyal ve politik hususların analizini içermelidir.</p> | <p>Etkinlik tasarım çözümlerini yinelemeli olarak geliştirme fırsatları veriyor mu?</p> <p>Çözüm çeşitliliği materyalden mi konudan mı kaynaklanıyor?</p> |
| Bağlam entegrasyonu | <ul style="list-style-type: none">• Entegre STEM bağlamları, STEM içeriğini öğrenme ve uygulama fırsatları sağlar• Kanıta dayalı akıl yürütme, STEM içeriğinin gerçek dünya problemine uygulanması için önemlidir• Kriterler ve kısıtlamalar tasarım süreci boyunca açıkça ele alınmalıdır• Mühendislik tasarım problemi daha geniş sosyo-politik bağlamda açıkça ele alınmalıdır | <p>Öğretmenlerin bir mühendislik tasarım zorluğunun bir kurcalama egzersizi haline gelmemesine dikkat etmeleri gerekir. Makerspace ve birçok mühendislik müfredatı, STEM içeriği ile bağlam arasındaki bağlantılar örtük olduğundan kaliteli entegre STEM'i yansıtmaz. Öğretmenlerin öğrencileri düşünmeye ve kanıta dayalı akıl yürütmeye dâhil ederek açıkça bağlantılar kurmaları gerekir. Gerçek dünya bağlamları, STEM içeriği, kriterleri ve kısıtlamalarının teknik odak noktasına ek olarak açıkça ele alınması gereken sosyal ve politik sorunları kapsar.</p> | <p>Problem durumunda kullanılan bağlamların konuları nelerdir? (Sosyal, politik, sosyal adalet, sağlık, çevre veya, sanat)</p> <p>Problem durumunun öğrencilerin gelişimsel olarak uygun konu içeriği, beceriler ve öğrenme hedefleriyle açık bağlantılara izin veriyor mu?</p> |

Çizelge 3.1 (devam ediyor)

| Özellik | Tanım | Sınıfta | Rubrikteki maddeler |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| İçerik entegrasyonu | <ul style="list-style-type: none"> • Öğrencilere tasarım çözümlerini geliştirmeleri için STEM içeriğini öğrenme ve uygulama fırsatı verilmelidir • STEM disiplinleri arasındaki bağlantılar açık olmalıdır • İçerik entegrasyonu <i>çok disiplinli (multidisciplinary), disiplinler arası interdisciplinary), veya disiplinler üstü (transdisciplinary)</i> yaklaşımlarla sağlanabilir • Matematik ve teknoloji, bilim ve mühendisliğe hizmet eden araçlarla sınırlı olmamalıdır • STEM dışı disiplinler, uygun çözümler geliştirmek ve sorunun daha geniş sosyo-politik bağlamını anlamak için açıkça entegre edilmelidir | <p>Entegrasyon için en kritik unsur, disiplinler arasında ve bağlam ile disiplinler arasındaki bağlantıların öğrencilere açık bir şekilde gösterilmesidir. Öğretmenlerin, bu bağlantıları öğrencilere modellemesi, disiplinler arası modeller ve temsiller kullanması, ayrıca öğrencilerin bu bağlantıları anlamalarını desteklemek için amaçlı rehberlik ve sorular sorması gerekmektedir. STEM dışındaki disiplinlerin entegrasyonu, öğrencilerin mühendislik deneyimlerini yalnızca teknokratik bir odaklanmanın ötesine genişletir. Sosyo-bilimsel meseleler gibi pedagojik yaklaşımlar, tasarım çözümleri geliştirilirken dikkate alınması gereken gerçek dünya problemlerinin sosyo-politik boyutlarını ön plana çıkarabilir.</p> | <p>Stem uygulamaları hedeflenen disiplinler arasında yaklaşımlardan “multidisipliner”, “interdisipliner”, “transdisipliner” olmak üzere hangisini benimsemiştir? Stem uygulamalarında öğrencilerin bağlam ile içeriği kolayca ilişkilendirmeleri için örnek tasarım veya modelden faydalanılıyor mu?</p> |
| STEM Süreçlerinde Etkin Öğrenci Katılımı (Gerçek STEM uygulamalarına katılım) | <ul style="list-style-type: none"> • Öğrenciler, STEM uygulamalarına katılma fırsatına sahip olmalıdır • Öğrencilerin STEM uygulamalarını kullanımı öğretmen tarafından sınırlandırılmamalıdır • Öğrenciler, STEM uygulamalarına ek olarak kültürel ve kişisel bilgi ve uygulamalardan yararlanarak epistemik bir etkiye/eyleme sahip olmalıdır <p>STEM için kritik olan veri uygulamaları ve kanıta dayalı akıl yürütmedir</p> | <p>Bütünleşik STEM eğitimi, öğrencilere kendi çözüm yollarını belirleme fırsatı verilmesini gerektirir. Öğretmen tarafından sınırlandırılan yönergeler, tek bir tasarım çözümüyle sonuçlanacaktır; oysa bütünleşik STEM eğitimi, bir probleme birden fazla olası çözüm üretme imkânı sunmayı gerektirir. Bu entegre görevlerin açık uçlu doğası, öğretmenlerin dikkatli rehberliğini gerektirir; bu sayede öğrenciler, katıldıkları STEM uygulamalarını anlayabilir ve süreçlerini değerlendirebilir. Öğrenciler, tasarım kararlarını gerekçelendirmek için veri uygulamaları ve kanıta dayalı akıl yürütme süreçlerini kullanmalıdır.</p> | <p>Stem uygulamalarında öğrenci özgün çalışma yapmaya teşvik ediliyor mu? Stem uygulamaları sırasında öğrencilere kendi kendilerine araştırma yapmaları için fırsat veriliyor mu? Stem uygulamalarında öğrenciler tasarım konularında karar veriyor mu?</p> |

Çizelge 3. 1 (devam ediyor)

| Özellik | Tanım | Sınıfta | Rubrikteki maddeler |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Yirmi birinci yy. Becerileri | <ul style="list-style-type: none">Entegre STEM öğretimi, yirmi birinci yüzyıl becerilerinin geliştirilmesini desteklemelidirSTEM’de küçük grup çalışmaları, öğrencilerin öğrenme süreçlerini müzakere etmelerini ve Bloom’un taksonomisinin daha üst düzey bilişsel seviyelerinde katılım sağlamalarını gerektirirKüçük grup STEM etkinliklerine katılım, kadın öğrenciler ve renkli öğrenciler için beyaz erkek akranlarına göre farklılık göstermektedir | Belirsiz olarak tanımlanan problemler, öğrencilerin tasarım odaklı düşünme süreçlerine katılarak yirmi birinci yüzyıl becerilerini geliştirmelerine olanak tanır. Öğretmenlerin, küçük grup etkinliklerini iş birliği, eleştirel düşünme, yaratıcılık ve analiz ve değerlendirme gibi üst düzey bilişsel görevleri destekleyecek şekilde yapılandırması gerekir. Ayrıca öğretmenler, tüm öğrencilerin eşit katılımını desteklemek için küçük grup çalışmalarını dikkatlice yönlendirmelidir. Öğrenciler, küçük gruplar halinde çalışma konusunda açık bir şekilde bilgilendirilmelidir. | Stem uygulamalarında üst düzey becerilerden hangilerine yer veriliyor? |
| STEM Kariyerleri | STEM kariyerlerine dair ayrıntılarla tanışma fırsatları yaratmalı Gerçek STEM uygulamalarına katılma imkânları yaratmalı (öğrencinin aktif rol aldığı) Kişisel bilgi ve deneyimlerle bağlantı kurarak kimlik gelişimine odaklanma | Öğretmenler, konuya uygun STEM kariyerlerini, rol modellerle tanışma fırsatları da dâhil olmak üzere, ayrıntılı bir şekilde tanıtmalıdır. Öğrenciler, STEM profesyonellerinin çalışmalarını öğrenme fırsatı bulmalı; STEM uygulamalarını kullanarak, STEM içeriklerini ve kişisel deneyimlerini gerçek dünya problemlerine çözüm önerileri geliştirmek için uygulamalıdır. | STEM uygulamaları STEM kariyerleri hakkında bilgi veriyor mu? Uygulamalarda öğrenciye uygulamanın öneminden bahsediliyor mu? Uygulamalarda öğrenciye o uygulamanın mümkün olabileceği ifade ediliyor mu? |

*İlk üç sütun Roehring vd., (2021) “Beyond the basics: a detailed conceptual framework of integrated STEM” isimli makalesinden alınmıştır.

Araştırmacılar tarafından Roehring vd. (2021)'nin Bütünleşik STEM Eğitimi erevesi'ne göre oluşturulan rubrik Ek-A'da verilmiştir. Bu ereve yedi bölüme ayrılmıştır.

1. Gerçek dünya problemine odaklanma: STEM eğitiminde teorik bilginin pratik uygulamalarla bütünleşmesini sağlayarak öğrencilerin öğrenme deneyimini dönüştürür. Bu zellik, öğrenmeyi bağlamsallaştırarak, birden fazla zm yolunu destekleyerek, STEM bilgisini uygulamaya teşvik ederek, motive edici bir öğrenme ortamı yaratarak ve öğrencileri değişim aracıları olarak konumlandırarak pedagojik bir değer taşır. Sınıf uygulamalarında ise problem seçiminin dikkatli bir şekilde yapılması ve öğrencilerin bireysel farklılıklarının gözetilmesi, bu yaklaşımın başarısını artırır. Rubrikteki maddeler ise bu sürecin değerlendirilmesinde rehber bir ereve sunarak, öğretmenlerin ve araştırmacıların gerçek dünya problemlerinin etkisini sistematik bir şekilde incelemesine olanak tanır. Bu bağlamda, gerçek dünya problemleri, STEM eğitiminin hem teorik hem de pratik boyutlarını güçlendiren vazgeçilmez bir unsurdur.
2. Mühendislik tasarımı katılımı, STEM eğitiminde öğrencilerin aktif öğrenme süreçlerine dâhil olmasını sağlayarak teknik becerilerin yanı sıra eleştirel düşünme ve sosyal sorumluluk bilincini geliştirir. Öğrencilerin mühendislik tasarımında fırsatlara sahip olması, başarısızlıktan ders çıkararak yinelemeli zmler üretmesi ve öğretmenlerin sosyo-politik boyutları vurgulaması, bu yaklaşımın pedagojik değerini ortaya koyar. Sınıf uygulamalarında, öğretmenlerin veri temelli yeniden tasarım fırsatları sunması ve tasarım kararlarını teknik faktörlerin ötesinde sosyal ve politik analizlerle zenginleştirmesi, mühendislik eğitimini çok boyutlu bir deneyime dönüştürür. Rubrikteki maddeler ise bu sürecin değerlendirilmesinde yapılandırılmış bir yaklaşım sağlayarak, mühendislik tasarımı katılımının hem öğrencilerin öğrenme ıktıları hem de tasarım sürecinin kalitesi üzerindeki etkisini ler. Bu bağlamda, mühendislik tasarımı katılımı, STEM eğitiminin pratik ve toplumsal yönlerini birleştiren temel bir unsur olarak öne çıkar.
3. Bağlam entegrasyonu, STEM eğitiminde disiplinler arası bir yaklaşımla teorik bilginin gerçek dünya problemleriyle bütünleşmesini sağlayarak öğrencilerin öğrenme deneyimini dönüştürür. Entegre STEM bağlamlarının öğrenme ve uygulama fırsatları sunması, kanıta dayalı akıl yürütmenin vurgulanması, kriterler ve kısıtlamaların aık tanımlanması ve sosyo-politik boyutların ele alınması, bu yaklaşımın pedagojik değerini ortaya koyar. Sınıf uygulamalarında, öğretmenlerin bağlam ile STEM içeriği arasında açık bağlantılar kurması

ve yüzeysel bir deneyimden kaçınması, bu sürecin başarısını artırır. Rubrikteki maddeler ise bağlamın konularını ve öğrencilerin gelişimsel ihtiyaçlarıyla uyumunu analiz ederek, bağlam entegrasyonunun etkisini ölçmede yapılandırılmış bir yol sunar. Bu bağlamda, bağlam entegrasyonu, STEM eğitimini yalnızca teknik bir çabadan ibaret olmaktan çıkararak, öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve toplumsal farkındalık becerilerini geliştiren bütüncül bir yaklaşıma dönüştürür.

4. İçerik entegrasyonu, STEM eğitiminde öğrencilerin tasarım çözümleri geliştirmesini destekleyen ve disiplinler arası bağlantıları açıkça ortaya koyan bir yaklaşımdır. STEM içeriğini öğrenme ve uygulama fırsatları sunması, disiplinler arası veya üstü entegrasyon modelleri kullanması, matematik ve teknolojiyi araçsal bir rolden öteye taşıması ve STEM dışı disiplinleri sorunun sosyo-politik bağlamına entegre etmesi, bu yaklaşımın pedagojik değerini oluşturur. Sınıf uygulamalarında, öğretmenlerin bu bağlantıları modellemesi ve rehberlik yapması, entegrasyonun başarısını artırırken, sosyo-bilimsel meselelerin dahil edilmesi öğrencilerin bakış açısını genişletir. Rubrikteki maddeler ise uygulamanın disiplinler arası düzeyini ve bağlamla içerik arasındaki ilişkiyi ölçerek, içerik entegrasyonunun etkisini analiz eder. Bu bağlamda, içerik entegrasyonu, STEM eğitimini teknik bir çabadan öteye taşıyarak, öğrencilerin hem bilimsel hem de toplumsal sorunlara bütüncül bir yaklaşımla çözüm üretmesini sağlayan temel bir unsur olarak öne çıkar.
5. STEM süreçlerinde etkin öğrenci katılımı, öğrencilerin gerçek STEM uygulamalarına aktif bir şekilde dâhil olmasını sağlayarak öğrenme deneyimini dönüştürür. Öğrencilerin katılım fırsatlarına sahip olması, öğretmen tarafından sınırlandırılmaması, kültürel ve kişisel bilgilerden yararlanarak epistemik etki yaratması ve veri uygulamaları ile kanıta dayalı akıl yürütmeyi kullanması, bu yaklaşımın pedagojik değerini oluşturur. Sınıf uygulamalarında, açık uçlu görevler ve öğretmen rehberliği, öğrencilerin birden fazla çözüm üretmesine ve süreçte özerklik kazanmasına olanak tanır. Rubrikteki maddeler ise katılımın özgünlük, bağımsız araştırma ve karar alma boyutlarını değerlendirerek, bu sürecin etkisini sistematik bir şekilde analiz eder. Bu bağlamda, STEM süreçlerinde etkin öğrenci katılımı, öğrencilerin yalnızca teknik beceriler kazanmasını değil, aynı zamanda yaratıcı, analitik ve özerk bireyler olarak gelişmesini sağlayan temel bir unsur olarak öne çıkar.

6. Yirmi birinci yüzyıl becerileri, entegre STEM öğretiminin öğrencilerin çağdaş yetkinliklerini geliştirmesini sağlayarak öğrenme deneyimini zenginleştirir. Küçük grup çalışmaları yoluyla öğrenme süreçlerinin müzakere edilmesi, üst düzey bilişsel becerilerin teşvik edilmesi ve katılımın cinsiyet ve etnik köken farklarına duyarlı bir şekilde ele alınması, bu yaklaşımın pedagojik değerini ortaya koyar. Sınıf uygulamalarında, belirsiz problemlerle tasarım odaklı düşünme ve öğretmen rehberliği, iş birliği, eleştirel düşünme ve yaratıcılık gibi becerilerin gelişimini desteklerken, eşit katılımın sağlanması kapsayıcılığı güçlendirir. Rubrikteki madde ise üst düzey becerilerin entegrasyonunu analiz ederek, bu sürecin etkisini ölçer. Bu bağlamda, yirmi birinci yüzyıl becerileri, STEM eğitimini yalnızca teknik bir çaba olmaktan çıkararak, öğrencilerin modern dünyanın gerektirdiği çok yönlü yetkinlikleri kazanmasını sağlayan temel bir unsur olarak öne çıkar.
7. STEM kariyerleri, öğrencilerin bu alanlardaki mesleklerle tanışmasını ve aktif katılım yoluyla kariyer farkındalığı geliştirmesini sağlayarak STEM eğitimini zenginleştirir. STEM kariyerlerine dair ayrıntılarla tanışma fırsatları, gerçek uygulamalara katılım ve kişisel deneyimlerle kimlik gelişimine odaklanma, bu yaklaşımın pedagojik değerini oluşturur. Sınıf uygulamalarında, öğretmenlerin rol modellerle tanışma imkânı sunması ve öğrencilerin STEM içeriklerini gerçek dünya problemlerine uygulaması, kariyer farkındalığını ve kimlik oluşumunu destekler. Rubrikteki maddeler ise uygulamanın kariyer bilgisi sunma, önemini vurgulama ve erişilebilirlik hissi yaratma kapasitesini analiz ederek, bu sürecin etkisini değerlendirir. Bu bağlamda, STEM kariyerleri, öğrencilerin teknik becerilerinin ötesinde, gelecekteki meslek yollarını keşfetmelerini ve STEM alanlarında bir kimlik geliştirmelerini sağlayan temel bir unsur olarak öne çıkar.

3.5. VERİ ANALİZİ

2020-2024 yılları arasında yayımlanmış STEM uygulamaları içeren lisansüstü tez çalışmalarındaki STEM etkinlikleri belirtilen rubrik doğrultusunda içerik analizine tabii tutulmuştur. Rubrik, Excel ortamına aktarılmış ve araştırmaya dâhil olan çalışmalar rubrikteki maddelere göre incelenmiştir. İlgili maddeler belirtilen özellikleri taşıma durumuna göre kodlandıktan sonra her madde için frekans ve yüzdeler hesaplanmıştır. Aynı özellikteki maddelere ait bulgular bir araya getirilerek ilgili özellik altında değerlendirilmiştir.

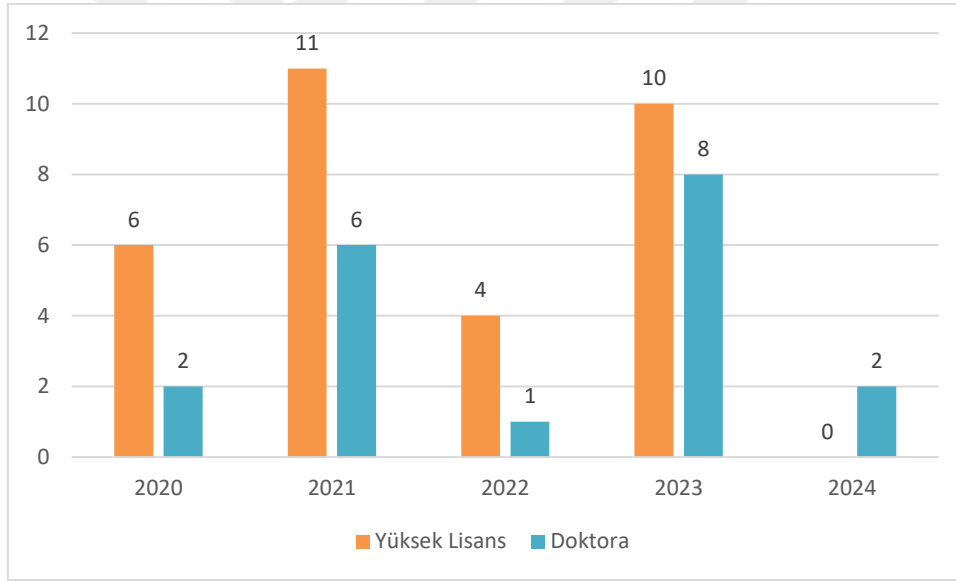
3.5.1. Analizin tutarlılığı

Araştırmaya dâhil olan lisansüstü tez çalışmalarındaki 161 etkinliğinden rastgele seçilen 14'ü (analizler yapılırken dâhil edilen bütün etkinlik sayısının %10'u idi) hem araştırmacı hem de STEM entegrasyonu üzerine yüksek lisans çalışması yapmış bir araştırmacı tarafından ayrıntılı şekilde incelemiş ve ayrı ayrı kodlanmıştır. Yapılan incelemelere göre oluşan kodlar Excel tablosuna işlenmiştir. Ayrı yapılan her iki kodlama sonucu karşılaştırmış Çalışmanın güvenilirliği için kodlayıcılar arasındaki görüş birliği Miles ve Huberman (1994) formülü ($\Delta = C \div (C + \partial) \times 100$) ile 0,80 olarak hesaplanmıştır. Formülde, Δ : Güvenirlik katsayısını, C: Üzerinde görüş birliği sağlanan konu/terim sayısını, ∂ : Üzerinde görüş birliği bulunmayan konu/terim sayısını ifade etmektedir. Çalışmanın güvenilirliğini veren bu kodlama denetiminde kodlayıcılar arası görüş birliğinin en az %80 olması beklenmektedir (Miles ve Huberman 1994).

BÖLÜM 4

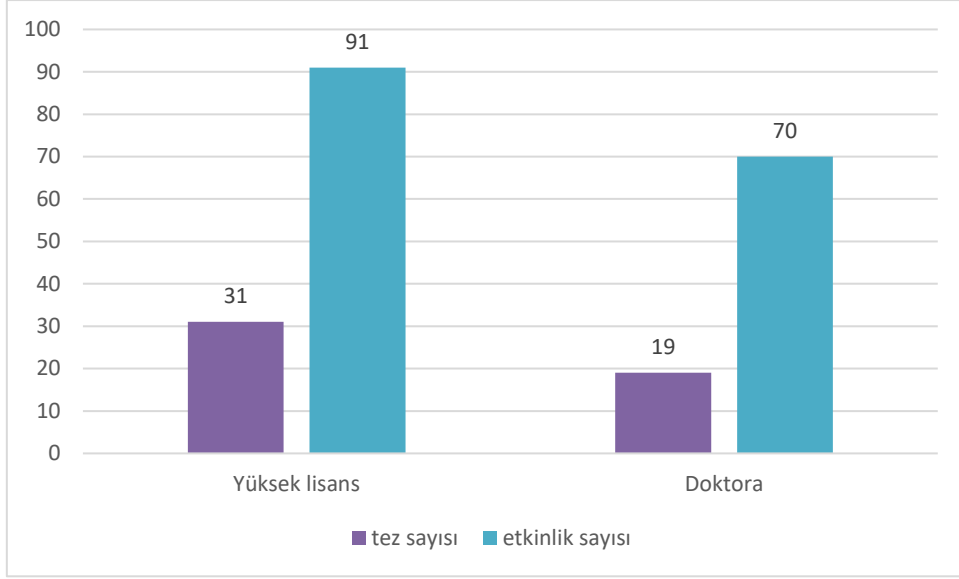
BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde verilen kriterler dâhilinde toplam 50 lisansüstü tez ve içerisindeki 161 STEM uygulamalarının, Roehring vd. (2021) belirlediği çerçeve ışığında yapılan analiz ile elde edilen bulgular paylaşılacaktır. Bu çalışma kapsamında incelenen lisansüstü tezlerin önce demografik bilgileri verilir, bulgular araştırma sorularının sırasına göre verilecektir.



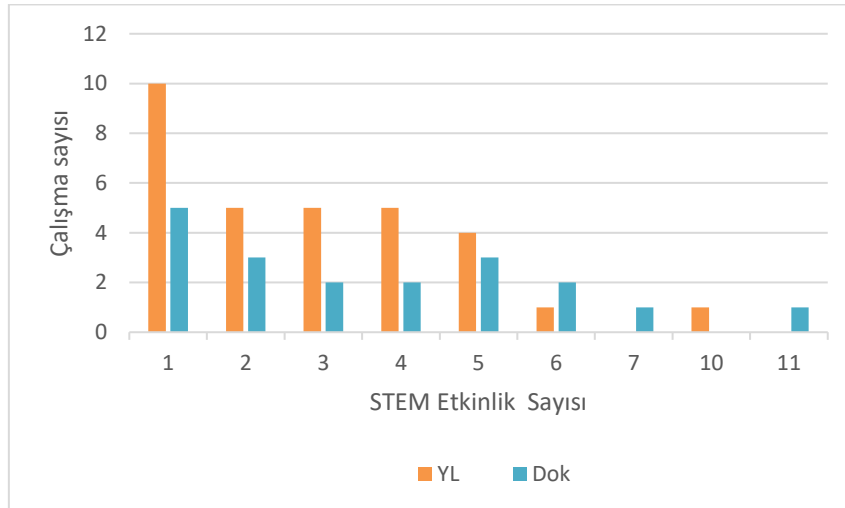
Şekil 4.1 Lisansüstü ve doktora tezlerinin yıllara göre dağılımı.

Araştırmaya dâhil edilen 50 lisansüstü tezde 8'i 2020; 17'si 2021 yılında, 18'i 2023 yılında yayımlanmıştır. Çalışma için veri toplama sürecinde 2024 yılında STEM etkinliği içeren 2 çalışmaya ulaşılmıştır. Yıllara göre yayımlanmış lisansüstü tezlerin yüksek lisans veya doktora olma durumları Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.2 Yüksek lisans ve doktora tezlerinde ele alınan etkinlik sayıları dağılımı.

Tezlerden toplam 161 etkinliğe ulaşılrken bunlardan 91'i incelenen 31 yüksek lisans tezlerine, 70 etkinlik ise 19 doktora tezlerine aittir. Yüksek lisans tezlerinin içermiş oldukları etkinlik sayıları dikkate alındığında bu çalışmada incelenen yüksek lisans tezleri ortalama 2.9 etkinlik içeriyorken, doktora çalışmaları 3.7 etkinlik içermektedir. Etkinlik sayıları bir ile on bir arasında değişiklik göstermekte 4.3'te yüksek lisans ve doktora çalışmalarının içermekte olduğu etkinlik sayıları verilmiştir.



Şekil 4.3 Yüksek lisans ve doktora tezlerinde yer verilen etkinlik sayısı dağılımı.

Şekil 4.3'e göre bir doktora çalışması en fazla 11 etkinlik içeriyorken yüksek lisans çalışması en fazla 10 etkinlik içermektedir. Yüksek lisans çalışmalarının %32'si sadece bir STEM etkinliği içermektedir. Benzer şekilde doktora çalışmalarının %26'sında sadece bir STEM etkinliğine yer verilmiştir. Yüksek lisans ve doktora çalışmalarının %16'sında 2 STEM etkinliğine yer verilirken 3, 4, 5 etkinlik içeren çalışmaların yüzdeleri yüksek lisans tezleri için %16 iken doktora tezlerinde %11'dir. Lisansüstü tezlerde 1-5 etkinlik içeren çalışmaların yüzdeleri 6-11 etkinlik içeren çalışmaların yüzdelerinden oldukça fazladır. Yüksek lisans tezlerinin %94'ü, doktora tezlerinin %79'u 1-5 arasında etkinlik içermektedir. Yüksek lisans tezlerinin %6,5'i, doktora tezlerinin %21'i 6-11 arasında etkinlik içermektedir.

4.1. ARAŞTIRMA SORUSU 1. STEM ETKİNLİKLERİNİN NE KADARI GERÇEK HAYAT PROBLEMLERİNE ÇÖZÜM GELİŞTİRMEYE ODAKLANMIŞTIR?

Tezlerde yer alan toplam 161 etkinlikten 160'ı için veri girişi yapılmıştır. Analize giren 160 etkinliğin 8 (%5,0)'inde hiçbir problem durumu verilmezken, 145 (%90,1) etkinlik bir adet problem durumu içermektedir. Tüm etkinliklerin içerisinde 7 (%4,3) etkinlikte problem durumu öğrenciler tarafından geliştirilmiştir. Çizelge 4.1'de lisansüstü tezlerde yer alan STEM etkinliklerinde problem durumu verilme yüzdeleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Tezlerin etkinliklerde verilen problem durumu sayısına göre dağılımı.

| | Yüksek lisans | | Doktora | | Toplam |
|-------------------------------------|---------------|------|----------|------|--------|
| | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | |
| Problem durumu verilmemiş | 0 | 0,0 | 8 | 11,4 | 8 |
| 1 tane problem durumu verilmiş | 83 | 91,2 | 62 | 88,5 | 145 |
| 1'den fazla problem durumu içeriyor | 7 | 7,7 | 0 | 0,0 | 7 |

Çizelge 4.1'e göre, doktora çalışmalarında yer alan STEM etkinliklerinin %11,4'ünde (f=8) herhangi bir problem durumu verilmemiş, geri kalan %88,5'inde bir problem durumu verilmiştir. Yüksek lisans tezlerinin %91,2'sinde (f=83) bir problem durumu verilirken %7,7'sinde (f=7) birden fazla problem durumu verilmiştir. Verilen problem durumlarının günlük hayatla ilişkili olma durumu çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Problem durumlarının günlük hayat ile ilişkilendirilme durumu.

| | Yüksek lisans | | Doktora | | Toplam |
|-----------------------------------------------------|---------------|------|----------|------|--------|
| | <i>f</i> | % | <i>F</i> | % | |
| Gerçek hayat problemi içermeyen | 4 | 4,4 | 5 | 7,1 | 9 |
| Gerçek hayat problemi içeren | 86 | 94,5 | 64 | 91,4 | 150 |
| Problemin öğrenci tarafından belirlenmesi isteniyor | 1 | 1,0 | 1 | 1,4 | 2 |

Çizelge 4.2’deki verilere göre, yüksek lisans çalışmalarındaki STEM etkinliklerinin %94,5’inde, doktora çalışmalarının %91,4’ünde gerçek hayat problemi verilmiştir. Yüksek lisans çalışmalarındaki etkinliklerin %4,4’ünde, doktora çalışmalarındaki etkinliklerin ise %7,1’inde gerçek hayat problemi verilmemiştir. Yüksek lisans çalışmalarındaki etkinliklerin %1,0’ında, doktora çalışmalarının %1,4’ünde problemin öğrenci tarafından kurgulanması beklenmektedir. Aşağıda günlük hayattan verilen problem durumlarına ait farklı örnekler verilmiştir:

Boğa (2023), çalışmasında, “Evsel katı atık ayrıştırma tesisinde çalışan bir mühendis olarak çalışmaktasınız. Şehirden tesise gönderilen katı atıkların doğru şekilde ayrıştırılmadığı görülmüştür. Bu sorunu çözmek amacıyla yeni bir sistem kurulması kararlaştırılmıştır. Bunun için sizden atık ayrıştırarak bir sistem oluşturmanız beklenmektedir. Katı Atık ayrıştırıcı sistem manyetik bir alandan oluşan palet sistemi şeklinde oluşturmanız gerekmektedir. Atık ayrıştırma sistemi minimum malzeme ile metal, plastik ve cam materyalleri ayrıştırarak şekilde olacaktır.”. (s.87, Y. lisans).

Birgin (2022), çalışmasında “Aksaray’da bir arsa üzerine ev yapmak isteyen Eşref Bey evinin oturma odasının kış aylarında daha fazla ışık alabilmesi için bir mühendisten yardım almak istiyor. Mühendis siz olsaydınız Güneş ışınlarının geliş açısının etkisini gösteren ve coğrafik yönlere göre doğru konumlanmış özgün bir model geliştirerek evin iç zemininde en çok alanın aydınlandığı ve en az alanın aydınlandığı durumları bularak Eşref Bey’e yardımcı olabilir misiniz?”. (s.157, Y. lisans).

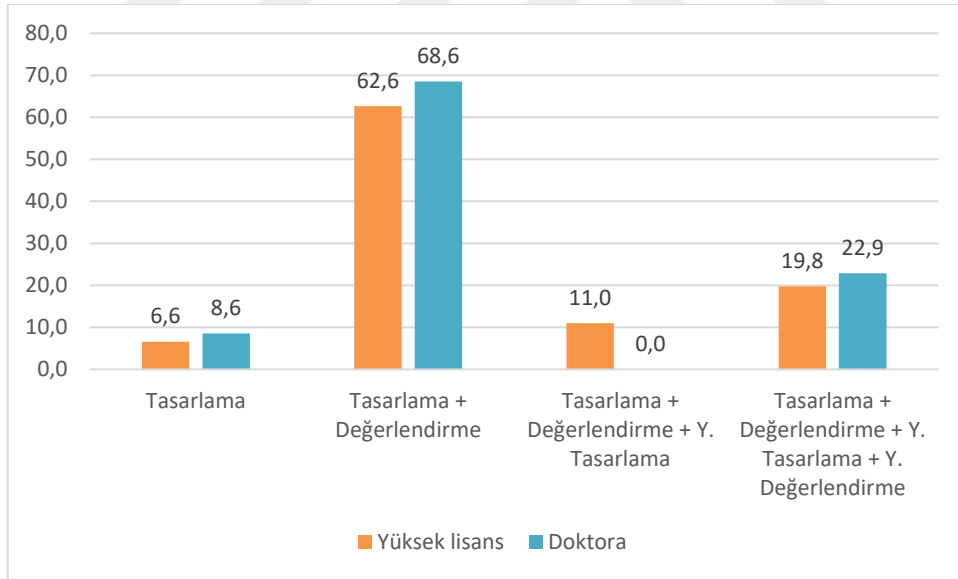
Düzen (2023), çalışmasında “. Bunun üzerine içinde bulunduğunuz mühendislik firmasından bir atık ayırma tesisi için kullanılabilir atık ayırma araçları tasarımı yapmanız isteniyor. Evsel atıkların ayrılabilir bir araç tasarımı yapmanız sizlerden bekleniyor.” (s.104, Y. Lisans)

İncelenen çalışmalarda yer alan etkinliklerde problem durumu verilmiş olsa da günlük hayattan bir probleme dönüştürülmediği belirlenmiştir. Aşağıda bu durumu örneklendiren bir etkinlik verilmiştir.

Üldeş (2024) çalışmasında, “Siz de grup arkadaşlarınızla seçtiğiniz takım yıldızını 3D olarak tasarlayın ve sınıfa tanıtın.” (s.165, Doktora).

4.2. ARAŞTIRMA SORUSU 2. STEM ETKİNLİKLERİ MÜHENDİSLİK TASARIM DÖNGÜSÜNÜ NE ÖLÇÜDE İÇERMEKTEDİR?

STEM uygulamalarında öğrencilerin tasarımlarını değerlendirme ve toplanan verileri yeniden tasarlamak için kullanma fırsatlarına sahip olmaları beklenmektedir. Çalışmaya dâhil edilen lisansüstü tezlerdeki STEM uygulamaları tasarım yaptırdığı gibi tasarım çözümlerini yinelemeli olarak geliştirme fırsatları verme durumuna göre incelendi. Şekil 4.4'te incelenen etkinliklerin tasarım döngüsündeki basamaklara göre yüzdelik dağılımları verilmiştir.



Şekil 4.4 Etkinliklerin mühendislik tasarım döngüsü basamaklarına göre dağılımı.

Yüksek lisans çalışmalarındaki etkinliklerin %62,6'sı (f=57) tasarım döngüsündeki ilk iki basamak olan tasarlama ve değerlendirme adımlarını içerirken etkinliklerin %19,8'i (f=18) tasarlama, değerlendirme, yeniden tasarlama ve yeniden değerlendirme şeklinde dört basamağı da içermektedir. Tasarlama, değerlendirme ve yeniden tasarlama şeklinde üç basamağı

etkinliklerin %11'i (f=10), sadece tasarlama basamağını etkinliklerin %6,6'sı (f=6) içermektedir (Şekil 4.4).

Doktora çalışmalarındaki etkinliklerin %68,6'sı (f=48) tasarım döngüsündeki ilk iki basamak olan tasarlama ve değerlendirme adımlarını içerirken etkinliklerin %22,9'u (f=16) tasarlama, değerlendirme, yeniden tasarlama ve yeniden değerlendirme şeklinde dört basamağı da içermektedir. Sadece tasarlama basamağını etkinliklerin %8,6'sı (f=6) içerirken tasarlama, değerlendirme ve yeniden tasarlama şeklinde üç basamağı içeren bir etkinliğe rastlanılmamıştır (Şekil 4.4).

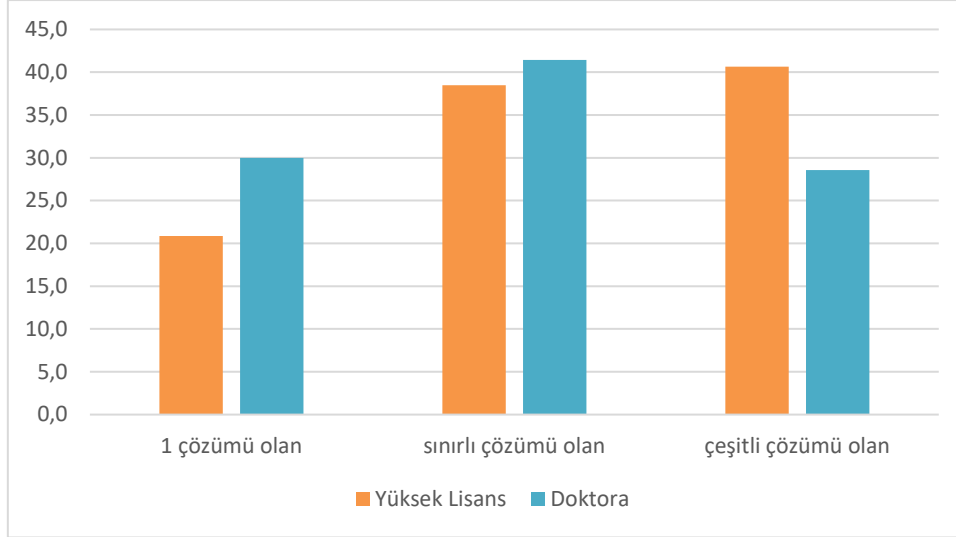
Buyuran (2021), kendi seramı yapıyorum etkinliğinde “Sera içerisinde kullanılan malzeme önemli midir?” (s.93) sorusu ile neden malzemelerin seçildiğine vurgu yapılmış. “Seraları kamuoyuna tanıtma zamanı” (s.94) ile sunum yapılması istenmiş ancak etkinliğin tekrar tasarım veya değerlendirme unsurlarından bahsedilmemiştir.

Elbir (2020), araç tasarlama etkinliğinde, “Ürünü test etme” (s.183) bölümü ile mühendislik tasarım süreçlerinden değerlendirme aşamasına değinilmiştir.

Kılıçkırın (2023), legolar ile vinç tasarlama etkinliğinde, “Programlama yapılırken öğrencilerin vincin çalışmasını iyileştirecek değişiklikleri yapmaları istenmiş” mühendislik tasarımı süreçlerinden yeniden tasarlama belirtilirken son olarak tekrar bir değerlendirme sürecinden bahsedilmemiştir (s.48).

Açıksöz (2023), Rüzgâr Enerjili Araba Tasarım Projesi etkinliği ile “yeni ürünün oluşturulması ve test edilmesi” bölümünde mühendislik tasarım sürecinin temel basamaklarından ürün tasarlama, tasarımı değerlendirme, iyileştirme ve yeniden değerlendirme aşamalarını kullanıldığına vurgu yapılmıştır (s.238).

Bütünleşik STEM çerçevesine göre tasarım kararları çok çözümlü problem durumlarının içerilmesi ile çeşitlendirilebilir. Öğrenciler tasarım kararlarını alırken karar verecekleri kriterler problem durumunun içermekte olduğu konu(lar)dan kaynaklanabileceği gibi materyal çeşitliliğinden de kaynaklanabilir. Bu nedenle çalışmaya dâhil edilen STEM etkinlikleri öğrencilerden farklı tasarımlar yapmasını isterken çeşitliliği konu ya da malzeme üzerinden yapma durumuna göre analiz edilmiştir. Bu doğrultuda STEM etkinliklerinin çözüm seçeneği sunma durumu ve çözüm çeşitliliğinin kaynağına dair elde edilen bulgular aşağıdaki Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.5 Etkinliklerin farklı çözüm durumlarına göre dağılımı

Çalışma kapsamında incelenen 161 STEM etkinliğinde öğrencilere sınırlı ve çeşitli çözümleri olan tasarım süreçlerinin sağlandığı görülmektedir. Şekil 4.5'e göre yüksek lisans tezlerindeki etkinliklerin %38,5 ile doktora tezlerindeki etkinliklerin %41,4'ü öğrencilere sınırlı çözüm sayısı olan problem durumlarına ait tasarımlar yapmasını beklemektedir. Daha çok çözüm sayısını içeren problem durumlara ait tasarımlara yüksek lisans tezlerindeki etkinliklerin %40,7'inde yer verilirken doktora tezlerindeki etkinliklerde bu yüzdelik 28,6 olarak tespit edilmiştir. Sınırlı ve çeşitli çözüm seçeneklerinin dışında tek çözümü olan tasarımlar da yüksek lisans etkinliklerinin %20,9'unda yer alırken doktora etkinliklerinin %30,0'ında bulunmaktadır.

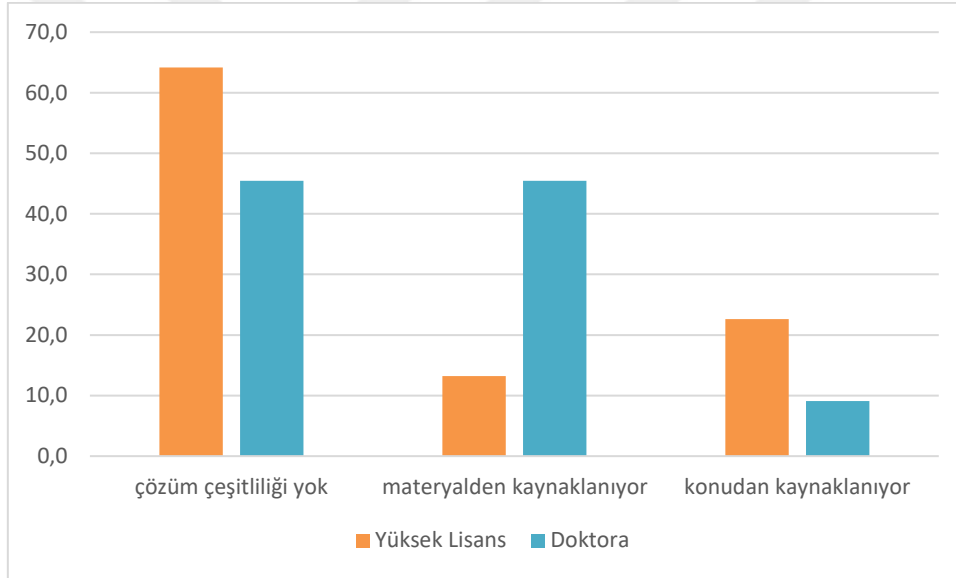
Elde edilen veriler üzerinden oluşturulan örnek durumları şöyledir:

Kurtuluş (2023), müze için güvenlik sistemi oluşturma etkinliğinde; bir müze için güvenlik sistemi tasarlama sürecinde, tek bir ışık kaynağı kullanılarak lazer tabanlı bir güvenlik mekanizması oluşturulması gerekmektedir. Tasarım sürecinde, farklı yansıtıcı yüzeylerin seçilmesi, yüzey sayısının artırılması ve yüzeylerin değişik açılarla konumlandırılması gibi değişkenler, güvenlik sisteminin etkinliği ve karmaşıklığı üzerinde doğrudan etkili olacaktır. Bu nedenle, aynı amaca ulaşmak için birden fazla çözüm yolu içermektedir.

Olamaz (2023) araç tasarlama etkinliğinde, öğrencilere sunulan malzeme ve işlem kısıtlamaları, tasarım uzayını daraltarak tek bir çözüme ulaşmayı hedeflendiği gözlenmektedir. Eker (2020), Mum tasarımı etkinliğinde 2 adet malzeme (margarin ve parafin) verilerek, erime noktasının grafik üzerinde gösterimi istenerek çözüme ulaşması beklenir. Sınırlı sayıda çözüm olduğu

görülmüştür. Kocaman (2021), Jeodezik sera etkinliğinde “Bilim adamları gelecekte iklim değişikliği nedeniyle bitkiler, toprak ve tarım ürünlerinin olumsuz etkileneceğini belirtmekte. Ülkemizde de bu sorun dikkate alınarak insanların imkân dahilinde kendi ürünlerini bahçelerinde yetiştirmeleri için bir proje gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. Siz bir inşaat mühendisisiniz ve bu proje için sizinle çalışmak isteniyor. Yaz ve kış iklim koşullarına dayanıklı, en az malzemeyle en geniş hacim ve en dayanıklı yapıda bir sera tasarlayabilir misiniz?” verilen malzemeye göre beşgen veya altıgen jeodezik sera tasarlanması isteniyor. Çözümün sınırlı sayıda olduğu gözlenmektedir.

Çözüm çeşitliliğinin yanında tezlerde yer alan STEM etkinliklerinde tasarım sürecinde sağlanan çeşitliliğinin kaynağı incelenmiş ve etkinliklerin bu çeşitliliğin konudan ya da materyalden kaynaklanmasına göre dağılımı Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6 Etkinliklerin çözüm çeşitliliğine göre dağılımı

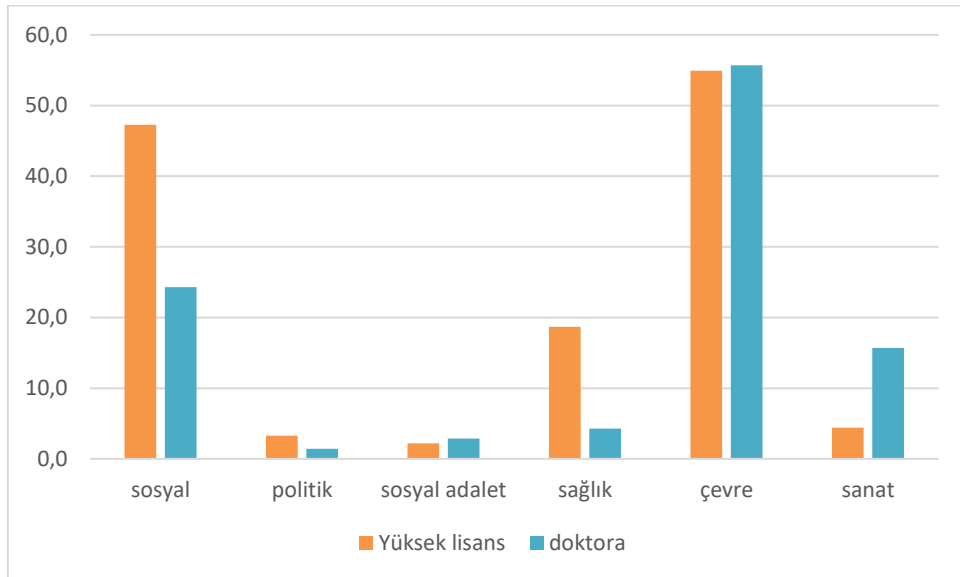
Çalışma kapsamında incelenen 161 STEM etkinliklerinden toplam 97 etkinlik çözüm çeşitliliğinin kapsamı bakımından incelenmiştir. Yüksek lisans tezlerinden 53, doktora tezlerinden 44 etkinlik çözüm çeşitliliği ve kaynağı bakımından irdelenmiştir. Şekil 4.6’da 53 yüksek lisans etkinliğinin %64,2’sinde çeşitliliğin olmadığı, %13,2’sinde çeşitliliğin farklı materyaller ile sağlandığı, %22,6’sında çeşitliliğin konudan kaynaklandığı görülmektedir. Doktora çalışmalarında ise etkinliklerin %45,5’inde çeşitliliğin olmadığı, %45,5’inde çeşitliliğin farklı materyaller ile sağlandığı, %9,1’inde çeşitliliğin konudan kaynaklandığı görülmektedir.

Yıldırım (2023), aydınlatmalı çerçevemizi yapalım etkinliğinde tasarım süreci boyunca malzeme pazarına gitmeleri ve tasarımlarını gerçekleştirebilmek için belirli malzemelere dayalı kararlar almaları istenmektedir. Bu süreçte öğrencilerin yaratıcı fikirler geliştirmeleri hedeflenirken, çözüm çeşitliliğinin büyük ölçüde kullanılan malzemelerin çeşitliliğine ve bu malzemelerin sağladığı olanaklara bağlı olduğu görülmektedir. (s.323)

Yüzgeç (2021), depreme dayanıklı araç tasarlama etkinliğinde, verilen malzemeler ile tasarım yapmaları istenerek, öğrencilerin tasarım süreçlerinde konuya ilişkin çözüm çeşitliliği farklı yaklaşımlar geliştirmelerinden kaynaklandığı görülmüştür.

4.3. ARAŞTIRMA SORUSU 3. STEM ETKİNLİKLERİNDE BAĞLAM ENTEGRASYONU NASIL YAPILMIŞTIR?

Etkinliklerde verilen problem durumlarının gerçek hayat ile ilişkisi kurulurken tercih edilen bağlam farklı alanlarda olabilir. Sosyal, politik, sosyal adalet, sağlık, çevre ve sanat gibi farklı alanları mühendislik sürecine katmak problemleri gerçek hayatta olduğu gibi bütünsel algılamaya ve çözmeye yardımcı olacaktır. Bu nedenle çalışmaya dâhil edilen lisansüstü tezlerindeki problem durumlarındaki bağlamlar konularına göre incelenmiş ve bulgular Şekil 4.7 verilmiştir



Şekil 4.7 Etkinliklerin problem durumlarında içerdikleri konulara göre dağılımı.

Şekil 4.7'ye göre, STEM etkinliklerinde yer verilen problem durumlarında en çok çevre konuları kullanılmıştır. Yüksek lisans tezlerindeki etkinliklerin %54,9'unda (f=50), doktora tezlerindeki etkinliklerin %55,7'sinde (f=39) bağlam olarak çevre konusu tercih edilmiştir. Kullanılan bağlamlarda sosyal konular hem yüksek lisans (%47,3) hem de doktora (%24,3) tezlerinde ikinci sırada gelmektedir. Sağlık konuları yüksek lisans etkinliklerinde 18,7 yüzdellekle üçüncü sırada gelirken doktora etkinliklerinde 15,7 yüzdellekle üçüncü sırada sanat konuları gelmektedir. Bu konuların dışında politik ve sosyal adalet konularına yer verilmiş olsa dahi yüzdellekleri 1,4 ile 3,3 arasında sınırlı kalmaktadır.

Aşağıda elde edilen veriler ışığında örnek durumlar verilmektedir.

Uyanık (2021), halkın ikilemi ev etkinliğinde, farklı illerde inşa edilecek konutlar için bir başmühendisin tasarım sürecini ele alıyor. Mühendis, her ilin kendine özgü iklim ve coğrafi koşullarını dikkate alarak bir plan geliştiriyor. Bu süreçte, halkın iki farklı beklentisini karşılamaya çalışıyor: Bir yandan iklime uygun, çevreyle uyumlu yapılar isteniyor; diğer yandan modern ve yüksek binalar talep ediliyor. Sonuç olarak, mühendis her şehrin ihtiyaçlarına özel hem iklimle uyumlu hem de modern imkanlar sunan bir tasarım önerisi sunuyor.

Problem durumu bölgenin iklimi, coğrafyası ve doğal kaynakları gibi çevresel konuları, halkın yaşam tarzı, kültürel değerleri, sosyal beklentileri gibi sosyal konuları içermektedir. Konut projelerinin maliyeti, bölgenin ekonomik durumu ve insanların gelir düzeyi gibi ekonomik konuları, her iki grubun haklı olduğu görüşüne adil bir karar verme sürecinin gerçekleşmesi için adalet konularını içerdiği görülmektedir.

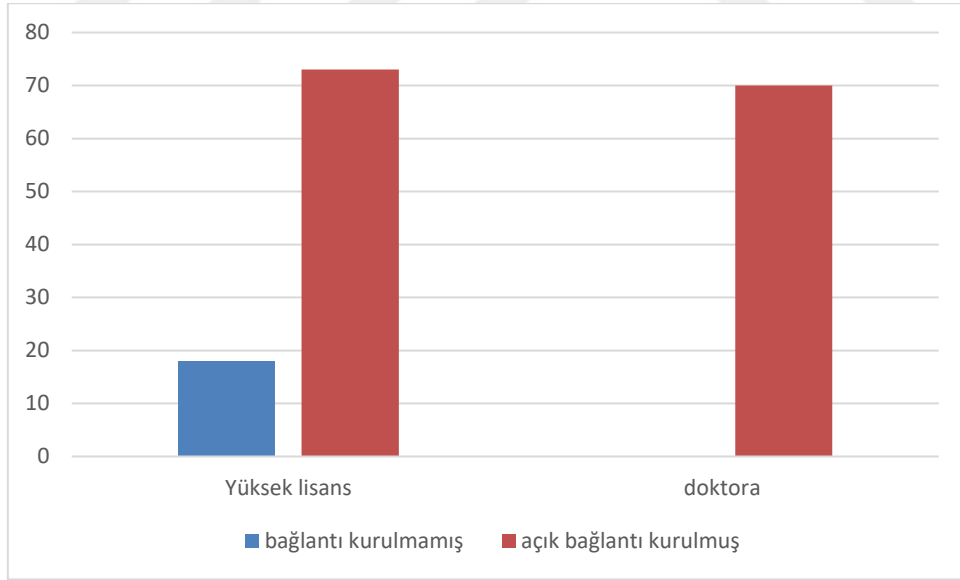
Buyuran (2021), sürdürülebilir moda etkinliğinde, moda sektöründeki kıyafetlerin sürdürülebilir üretim yöntemleri geliştirerek çevre kirliliğini azaltmak amaçlanmıştır. Burada sürdürülebilir modanın ekonomik boyutunun, sosyal ve çevresel etkilerle olan bağlantısı vurgulanmaktadır.

Demir (2021), organik tarımla kendi sebzemizi üretelim etkinliğinde sağlıklı yaşam ve çevre bilinci doğrultusunda bitki yetiştiriciliğinde doğru koşulları belirlemek ve sürdürülebilir tarımı teşvik etmektir. Bu etkinlikte sağlıklı yaşam ve çevre bilinci gibi konulara vurgu yapılmaktadır.

Üldeş'in, (2024) doktora tezinde örnek olarak verdiği köprü tasarımı etkinliğinde; öğrenciler, güvenli bir okul yolculuğu için köprü tasarlayarak mühendislik ve problem çözme becerilerini kullanırken eğitimde fırsat eşitliğinin önemini keşfedeceklerdir. Güvenli ulaşım, sosyal adalet ve çevre bilinci gibi konulara değinilmektedir.

Bahar (2023), ısıya dayanıklı kedi evi etkinliğinde; küresel ısınmanın etkileriyle artan soğuk havalarda sokak kedilerinin korunmasını sağlamak için dayanıklı ve yalıtımlı kedi evleri tasarlamayı amaçlamaktadır. Burada tüm canlıların yaşama hakkı ve köydeki kedilerin de barınma ihtiyacı, sosyal adalet, küresel ısınmanın çevresel konular ile ilgili olduğu gözlenmektedir.

Problem durumundaki bağlam ve içerik öğrenme hedefleri arasında açık ve belirgin bir entegrasyon olmadan, öğrenciler deneme yanılma yöntemine başvuracak ve içerik öğrenme hedeflerine ulaşmayı engelleyecektir. Bu sebeple etkinliklerdeki problem durumunda odaklanılan konu içeriğinin, beceriler ve öğrenme hedefleriyle bağlantılı olup olmama durumu incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucun elde edile bulgular Şekil 4.8'de verilmiştir.

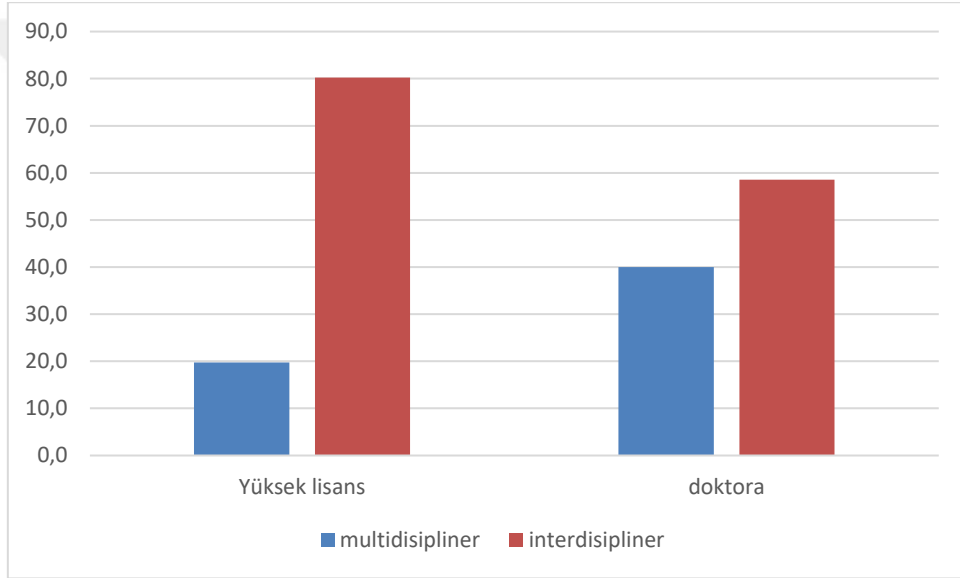


Şekil 4.8 Etkinliklerin konu, içerik ve beceriler arasında bağlantı kurulma durumlarına göre dağılımı.

Adanur (2023), "Kendi Rüzgâr Türbinimizi Tasarlayalım" etkinliğinde, açıklama bölümünde yer alan videonun izletilmesiyle yıldırım düşmesi sonucu yanan rüzgâr paneli üzerinden bağlam oluşturulduğunu ve böylece konunun, becerilerle ve öğrenme hedefleriyle bağlantılı hale getirildiğini gözlemlenmiştir.

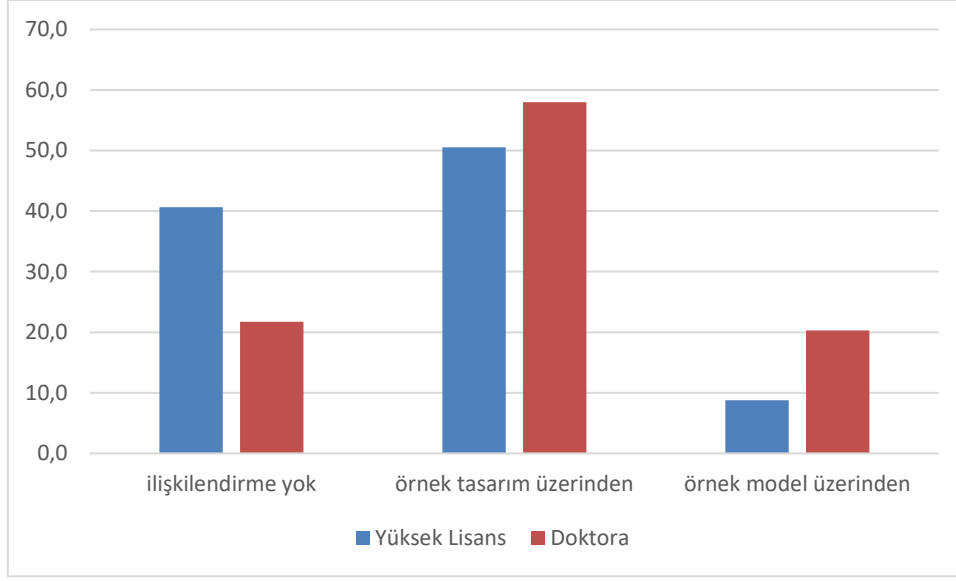
4.4. ARAŞTIRMA SORUSU 4. STEM ETKİNLİKLERİNDE İÇERİK ENTEGRASYONU NASIL YAPILMIŞTIR?

STEM etkinliklerinde içerik entegrasyonu çok disiplinli (multidisipliner), disiplinler arası (interdisipliner) veya disiplinler üstü (transdisipliner) yaklaşımlarla sağlanabilir.



Şekil 4.9 Etkinliklerin içerik entegrasyonu yaklaşımlarına göre dağılımı.

Şekil 4.'a göre yüksek lisans çalışmalarında yer alan STEM etkinliklerinin %80,2'sinde (f=73) disiplinler arası yaklaşım benimsenirken, %19,8'inde (f=18) çok disiplinli yaklaşım benimsenmiştir. Doktora çalışmalarında uygulanan STEM etkinliklerinin %58,6'sında (f=41) disiplinler arası yaklaşım benimsenirken, %40,0'ında (f=28) çok disiplinli yaklaşım benimsenmiştir. Entegrasyon için en kritik unsur, disiplinler arasında ve bağlam ile disiplinler arasındaki bağlantıların öğrencilere açık bir şekilde gösterilmesidir. Etkinlikler, bu bağlantıların modellenmesi, disiplinler arası modeller ve temsiller kullanılması açısından incelenmiştir. Bu incelemeyle elde edilen bulgular Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10 Etkinliklerin bağlamın yapılma duruma göre dağılımı

Şekil 4.'a göre yüksek lisans tezlerinde yer alan STEM etkinliklerinin %50,5'inde (f=46) disiplinler arasındaki bağlantı örnek tasarım üzerinden yapılmaktadır. Etkinliklerin %8,8'inde (f=8) bağlantı örnek model üzerinden yapılmaktadır, etkinliklerin %40,7'sinde (f=37) bir ilişkilendirme yapılmamıştır. Doktora tezlerinde yer alan STEM etkinliklerinin %58,0'inde (f=40) disiplinler arasındaki bağlantı örnek tasarım üzerinden yapılmaktadır. Etkinliklerin %20,3'ünde (f=14) bağlantı örnek model üzerinden yapılmaktadır, etkinliklerin %21,7'sinde (f=15) bir ilişkilendirme yapılmamıştır.

Meço (2021), protez kol etkinliğinde “Öğrenciler üzerlerine düşen meslek ve sorumlulukları üstlenirler. Öğretmen Arduino kodlarını öğrencilerle paylaşır.” (s.37) disiplinler arası bağ güçlendirilmeden her disiplin için görev paylaşarak multidisipliner yaklaşım gözlenmektedir. Tez bulgularında da bu durum “Arduino destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin temel STEM beceri düzeyleri üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını göstermektedir.” olarak ele alınmaktadır.

Çoban (2023), Sahne aydınlatması etkinliğinde “Teknoloji tasarım öğretmeni Mehmetlerin sınıfında okuldaki konferans salonunun gösteri sahnesi ve aydınlatmalarının yenileceğini anlatmıştır. Yeni sahne düzeninin nasıl olacağına dair öğrencilerin de fikrini almak istediklerini ve bununla ilgili olarak proje ödevi vereceğini söylemiştir.” örnek tasarım ya da örnek model üzerinden ilişkilendirme yapılmamıştır (s.250).

4.5. ARAŞTIRMA SORUSU 5. STEM ETKİNLİKLERİNDE ÖĞRENCİ KATILIMI NASIL SAĞLANMIŞTIR?

Öğrencilerin STEM etkinliklerinde ne kadar aktif rol ve sorumluluk aldığı önemlidir. Bu nedenle çalışmaya dâhil edilen lisansüstü tez çalışmalarında yer alan STEM etkinlikleri öğrencilerin ne kadar etkin oldukları bakımından incelenmiştir. Etkinlikler, öğrencilerin kendi kendine araştırma yapmak, özgün bir çalışma yapmak için teşvik edilmek ve bazı konularda karar verme olanaklarına sahip olma durumlarına göre incelenmiştir. Bu doğrultuda elde edilen bulgular Çizelge 4.3 Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Etkinliklerin öğrenci katılımını yansıtan özelliklere göre dağılımı.

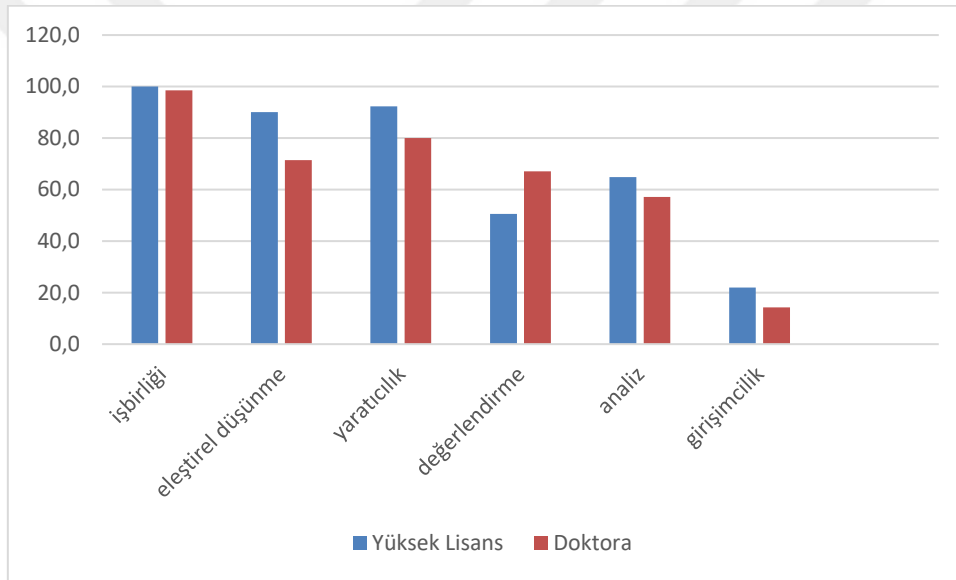
| | Araştırma yapmak için fırsat veriliyor mu? | | Özgün çalışma yapmaya teşvik ediliyor mu? | | Öğrenci hangi konuda karar alıyor? | | | | | | |
|------------|--------------------------------------------|-------|-------------------------------------------|-------|------------------------------------|---------|-------------|---------------|-------|---------------|---------|
| | Evet | Hayır | Evet | Hayır | Maliyet | Malzeme | İşlevsellik | Sosyo-politik | Çevre | Sosyal adalet | Estetik |
| Y. lisans | 67 | 24 | 26 | 65 | 28 | 39 | 81 | 3 | 21 | 1 | 76 |
| Doktora | 52 | 18 | 15 | 55 | 15 | 22 | 59 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Toplam (f) | 119 | 42 | 41 | 120 | 43 | 61 | 140 | 3 | 21 | 1 | 145 |
| Toplam (%) | 73,9 | 26,1 | 25,5 | 74,5 | 26,7 | 37,9 | 87,0 | 1,9 | 3,0 | 0,6 | 90,1 |

Çizelge 4.3'e göre, çalışma kapsamında incelenen 161 etkinlikte %73,9'unda (f=119) öğrencilere kendi başlarına araştırma yapmaları için fırsat verildiği belirlenmiştir. Yüksek lisans tezlerindeki etkinliklerin %73,6'sı (f=67), doktora tezlerindeki etkinliklerin %74,3'ü (f=52) öğrencilere kendi kendilerine araştırma yapmaları için fırsat yaratmaktadır. Bununla beraber yüksek lisans tezlerindeki etkinliklerin %28,6'sı (f=26), doktora tezlerindeki etkinliklerin %21,4'ü (f=15) öğrencileri özgün bir çalışma yapmaya teşvik etmektedir. Etkinliklerde, öğrenciler en sık işlevsellik ve estetik konularında karar alma fırsatına sahip iken sosyo-politik ve sosyal adalet konularında nadiren karar almaktadırlar.

Yıldız (2022), elektrikli araba etkinliğinde “Öğrencilere aşağıdaki sorular sorulur ve araştırmaları için süre tanınır”, araştırma için fırsat verildiği, “Hangi malzemeleri kullanmayı planlıyorsunuz?” malzeme seçiminde karar verildiği, “Tasarımları hakkında yorum yaparak onları cesaretlendirebilir ve tasarımlarını geliştirmeleri için ipuçları verebilirsiniz” ifadesi, özgün tasarım yapılmasının desteklendiğini ifade eder.

4.6. ARAŞTIRMA SORUSU 6. STEM ETKİNLİKLERİNDE HEDEFLENEN ÜST DÜZEY BECERİLER HANGİLERİDİR?

Bütünleşik STEM öğretimi, yirmi birinci yüzyıl becerilerinin geliştirilmesini desteklemelidir ve öğrencilerin Bloom taksonomisinin üst düzey bilişsel seviyelerinde katılım sağlamalarını gerektirir. Çalışmaya dahil edilen STEM uygulamaları, grup etkinliklerini iş birliği, eleştirel düşünme, yaratıcılık, analiz, değerlendirme ve girişimcilik gibi üst düzey bilişsel görevleri destekleyecek şekilde yapılandırma durumu bakımından incelenmiştir. Lisansüstü tezlerdeki etkinliklerin geliştirmeyi hedefledikleri becerilere ait yüzdelik dağılımları Şekil 4.'de verilmiştir.



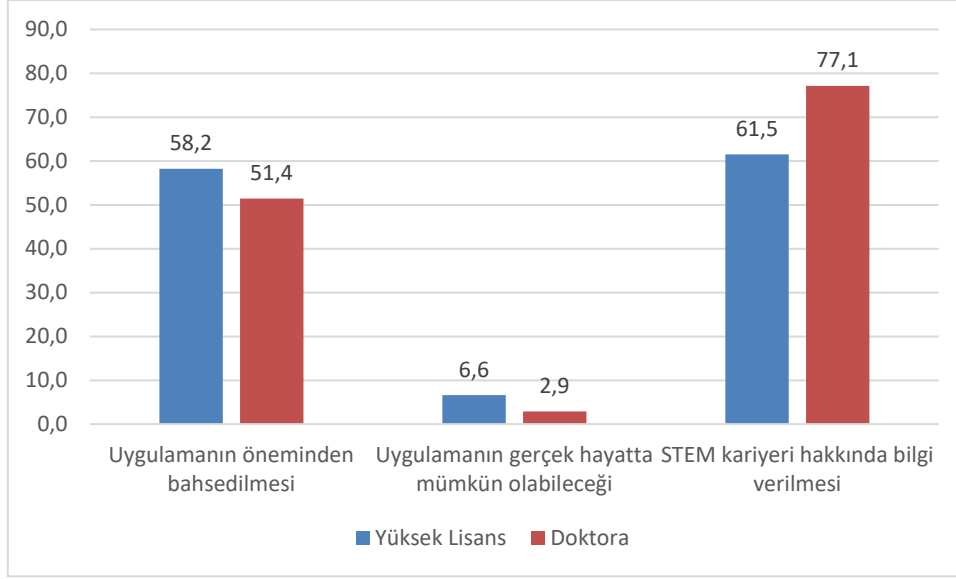
Şekil 4.11 Etkinliklerin geliştirmeyi hedefleyen becerileri.

Şekil 4.1'e göre lisansüstü tezlerde işbirliği yapma becerisi hem yüksek lisans çalışmalarında (%100) hem de doktora çalışmalarında (%98,6) vurgulanmaktadır. Lisansüstü çalışmalardaki STEM etkinliklerinde içerilen üst-düzyer beceriler yaratıcılık (%92,3), eleştirel düşünme (%90,1), analiz etme becerisi (%64,8), değerlendirme (%50,5) ve son olarak girişimcilik (%22,0) olarak sıralanmaktadır. Doktora çalışmalardaki etkinliklerinde ise yaratıcılık (%80,0), eleştirel düşünme (%71,4), değerlendirme (%67,1) analiz etme becerisi (%57,1), ve son olarak girişimcilik (%14,3) olarak sıralanmaktadır.

Adanır (2021), çalışmasında “okulumuzun bahçesinde mini bir çiftlik kuralım” adlı etkinlikte, “tasarım görevini gerçekleştirmek için grup üyeleri tarafından seçilen en iyi çözüm önerisinin üzerinde, öğrencilerin grup içerisinde bir kez daha düşünceleri ve grup tasarımlarını oluşturmaları istenmiştir” işbirliği ile, problem tespitinde yaratıcılık, analiz etme, yaratıcılık becerileri, “problemin çözümü için ortaya koydukları çözümlerin olumlu ve olumsuz yönleri üzerine derinlemesine düşünerek birini seçmeleri için, fikir oluşturma basamağında kullandıkları kriter ve sınırlılıklar bağlamında çözüm önerilerinin değerlendirilmesi matrisinden yeniden doldurmaları, kriter ve sınırlılıklar bağlamında gruptaki her bireyin çözüm önerilerini veriler matris üzerinde değerlendirmeleri” analiz ve değerlendirme becerileri, “bütün gruplar oluşturdukları grup tasarımlarını sunmuşlar ve grup tasarımları arasından en iyi tasarımın seçilmesi için etkinliğin sonunda yer alan değerlendirme formu kullanılmıştır.” ve “planlanan çiftlik öğrencilerle birlikte uygulamaya geçirilmiştir” ifadelerine göre girişimcilik becerileri gözlemlenmiştir.

4.7. ARAŞTIRMA SORUSU 7. STEM ETKİNLİKLERİNİN NE KADARI STEM KARIYERLERİ HAKKINDA BİLGİ VERMEKTEDİR?

STEM etkinlikleri, STEM kariyerlerine dair ayrıntılarla tanışma fırsatları yaratma durumuna göre incelenmiştir. Bu bölümde etkinlikler değerlendirilirken üç soru üzerinde durulmuştur: (a) STEM uygulamaları yapılırken öğrenciye uygulamanın öneminden bahsedilmesi, (b) yapılan uygulamanın gerçek hayatta mümkün olabileceği ve (c) STEM kariyeri hakkında bilgi verilmesi. Bu sorular doğrultusunda yapılan inceleme sonucunda elde edilen bulgu Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12 Etkinliklerin STEM kariyerleriyle ilgili bilgi verme durumuna göre dağılımı.

Şekil 4.12’ye göre yüksek lisans tezlerindeki STEM etkinliklerinin %58,2’inde (f=53), doktora tezlerinde yer alan etkinliklerin %51,4’ünde (f=36) uygulamanın öneminden bahsedilmektedir. Ancak lisansüstü tez çalışmalarında yapılan uygulamanın gerçek hayatta mümkün olabileceği üzerine vurgu nadiren yapılmıştır. Yüksek lisans çalışmalarında yer alan etkinliklerinin %6,6’sı (f=6) ile doktora çalışmalarındaki etkinliklerin %2,9’unda (f=2) uygulamanın gerçek hayatta mümkün olabileceği üzerine vurgu yapılmıştır. Doktora çalışmalarındaki etkinliklerin %77,1’inde (f=54) ve yüksek lisans çalışmalarındaki etkinliklerin %61,5’inde (f=56) STEM kariyerleri hakkında öğrencilere bilgi verilmiştir.

Düzen (2023), atık toplama etkinliğinde “Yaşadığınız şehirde geri dönüştürülebilir farklı atık maddeler ayırma faaliyetleri yürütülmediği için toplu bir çöp yığını olarak toprağın altına gömülmektedir. Fakat geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması mümkün olan bu ürünlerin toprağın altına gömülmesinin ülkemizin ekonomisine zararı olmaktadır.” Problem durumunda problemin öneminden bahsedilmiştir. (s.104)

Eker (2020), kaymayan terlik etkinliğinde “Ayşe büyükannesi ile yaşamaktadır. Terlikleri kaydığı için sürekli sıkıntı yaşayan büyükannesini bu sıkıntıdan kurtarmak isteyen Ayşe büyükannesine bir terlik tasarlayacaktır. Siz Ayşe’nin yerinde olsaydınız nasıl bir terlik tasarlardınız” problem durumunda terlik tasarlama fikrinin mümkün olduğu gösterilmiştir. (s.70)

Kocaman (2021), havalı araba etkinliğinde, “Endüstri mühendisleri, bir ürün veya hizmet yapmak için insanları, makineleri, malzemeleri, bilgileri ve enerjiyi

kullanmanın en etkili yolunu belirler.” STEM kariyerleri hakkında bilgi verildiği görülmüştür. (s.411)

Uz (2022), atom etkinliğinde “Siz bu firmaya iş başvurusu yapacak bir nanoteknoloji uzmansınız. İş başvurusu sırasında portfolyonuzda bu animasyonun hazırlanmış olması gerekmektedir. Portfolyonuz eğitim uzmanları, dijital içerik uzmanı, grafik tasarım uzmanı, gelecek stratejistleri, nanoteknoloji uzmanları tarafından incelenecek.” (s.190), arabamı tasarlıyorum etkinliğinde ise “Sizler birer otomotiv mühendisi olarak Murat’a yardım etmeniz bekleniyor.” farklı STEM meslek dallarından örnekler verildiği gözlenmiştir (s.189).



BÖLÜM 5

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Türkiye’de son beş yılda yapılmış yüksek lisans ve doktora düzeyindeki 50 tezde yer alan toplam 161 uygulamanın, Roehrig vd. (2021) tarafından geliştirilen Bütünleşik STEM Eğitimi Çerçevesi doğrultusunda içerik analizi yapılmıştır. Etkinliklerin bütünleşik STEM yaklaşımına uygunluğu eğitim sürecinin başarısını belirleyen önemli bir faktördür. Bu bölümde, çalışmanın araştırma soruları doğrultusunda elde edilen bulgular, alan yazın ışığında tartışılacaktır.

5.1. STEM ETKİNLİKLERİNİN NE KADARI GERÇEK HAYAT PROBLEMİNE ÇÖZÜM GELİŞTİRMEYİ HEDEFLEMİŞTİR?

STEM eğitimi, gerçek hayat problemlerini merkeze alarak öğrencilerin bilişsel becerilerini ve akademik başarılarını geliştirmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. Araştırma bulguları, bu yaklaşımın etkinliğini ortaya koymaktadır; örneğin, gerçekleştirilen etkinliklerin %95'inin gerçek hayat problemlerini içerdiği, ancak yalnızca %4,3'ünde problem durumunun öğrenciler tarafından belirlendiği tespit edilmiştir (Demir 2021; Duyal 2022; Yavuz 2020; Çimen 2021). Bu veriler, STEM uygulamalarının büyük ölçüde gerçekçi senaryolara dayandığını gösterse de öğrencilerin problem tanımlama sürecine katılımının sınırlı olduğunu işaret etmektedir. Akkaya (2021), öğrencilerin günlük yaşamla bağ kurarak fen kavramlarını deneyimlemelerinin, bilişsel yetkinliklerini, akademik performanslarını ve öğrenme kalitesini artırdığını vurgulamaktadır. Benzer bir şekilde, Beers (2011), STEM eğitiminin öğrencileri günlük yaşam problemlerini çözebilen, araştıran, yenilikçi çözümler geliştiren ve bilgileri analiz edebilen bireyler haline getirdiğini ifade etmektedir. Bu bulgular, STEM eğitiminin teorik bilginin ötesinde, pratik ve bağlamsal bir öğrenme deneyimi sunduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin STEM eğitimine yönelik algıları, bu yaklaşımın etkisini destekleyen önemli bir unsurdur. Trevallion ve Trevallion (2020) tarafından aktarılan öğrenci görüşlerine göre, bir öğrenci gerçek bir sorunu çözebildiği için büyük bir memnuniyet duyduğunu ifade ederken, başka bir öğrenci problem çözme becerisini geliştirdiğini fark ettiği için yeni bir sorunu çözmeyi sabırsızlıkla beklediğini ve bu deneyimi daha fazla tekrar etmek istediğini belirtmiştir. Aynı zamanda, Trevallion ve Trevallion (2020) ile Şimşek ve Soysal (2022), öğrencilerin artık öğrendikleri konularla gerçek dünya arasında bağlantılar kurmayı beklediğini, aksi takdirde öğrenme sürecinden tamamen uzaklaşabildiklerini öne sürmektedir. Bu durum, öğretmenlerin öğrencileri yeniden odaklama ve motive etme sorumluluğunu üstlenmesi gerektiğini ortaya koymakta olup, bu görüş Havice ve diğerleri (2018) tarafından da desteklenmektedir. Öğretmen rehberliği, öğrencilerin STEM uygulamalarına katılımını artırmada ve bu süreçten elde edilen kazanımları derinleştirmede kritik bir rol oynamaktadır.

Dahası, STEM eğitimi, öğrencileri güncel olaylar ve yerel ile küresel düzeydeki çağdaş sorunlar (örneğin, kentsel/kırsal değişim, ulaşım ve su temini gibi) hakkında bilgilendirmeye hazırlamak açısından da önemlidir. Moore (2014), bu tür bir hazırlığın, günümüzün sürekli değişen küresel ekonomisinde mevcut olan gerçekçi sorunlara yönelik farkındalık oluşturmaya katkı sağladığını belirtmektedir. Gerçek hayat problemlerine dayalı senaryolar, öğrencilerin yalnızca teknik bilgi edinmesini değil, aynı zamanda bu bilgileri toplumsal ve küresel bağlamda uygulayabilen bireyler olarak yetişmesini mümkün kılmaktadır. Bu yaklaşım, STEM eğitiminin, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmenin ötesinde, onları 21. yüzyılın karmaşık zorluklarına hazırlayan bir araç olarak konumlandırıldığını göstermektedir.

STEM eğitimi, gerçek hayat problemlerini merkeze alarak öğrencilerin bilişsel ve pratik becerilerini geliştirmeyi hedefleyen bir yaklaşımdır. Araştırma bulguları, bu tür etkinliklerin yaygınlığını ve etkisini ortaya koyarken, öğrenci ifadeleri, problem tabanlı öğrenmenin motivasyon ve öğrenme isteği üzerindeki olumlu etkisini doğrulamaktadır. Öğretmenlerin rehberliği ve güncel sorunlara odaklanma bu sürecin başarısını artıran temel unsurlardır. STEM eğitimi, böylece öğrencileri yalnızca akademik başarıya değil, aynı zamanda gerçek dünya problemlerine çözüm üretebilen ve küresel farkındalığa sahip bireyler olmaya hazırlamaktadır.

5.2. STEM ETKİNLİKLERİ MÜHENDİSLİK TASARIM DÖNGÜSÜNÜ NE ÖLÇÜDE İÇERMEKTEDİR?

Araştırma problemine yönelik bulgular, STEM uygulamalarında yalnızca tasarım döngüsünü içeren etkinliklerin en düşük oranda yer aldığını ortaya koymaktadır. Bu STEM etkinliklerinde, öğrencilere çoğunlukla yapılması gereken adımlar yönergeler halinde sunulmuş olup, bu durum mühendislik tasarım döngüsünün bütüncül yapısıyla tam olarak örtüşmemektedir. Ayrıca, literatürde STEM eğitiminin yalnızca yap-boz, tak-çıkart, deneme-yanılma veya materyal geliştirme uygulamalarıyla sınırlı olmadığı vurgulanmaktadır (Leonard ve Derry 2011; Hacıoğlu vd. 2016). Sonuçlar, Roehrig'in (2021) çerçevesine uygun olmayan bir yaklaşımın benimsendiğini göstermektedir. Ayrıca, tasarım, değerlendirme ve yeniden tasarım döngüsünü içeren etkinliklerin daha yaygın olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Ancak, yeniden tasarıma vurgu yapılmasına rağmen, tez kapsamında bu süreçten sonra gelen değerlendirme aşamasına yeterli derecede yer verilmediği ve bu adımın büyük ölçüde göz ardı edildiği tespit edilmiştir. İncelenen etkinliklerde, en yaygın olarak tasarım ve değerlendirme döngüsünü içeren uygulamaların yer aldığı belirlenmiştir. Mühendislik tasarım süreci, belirli aşamalardan geçerek tamamlanan sabit bir süreçten ziyade, sürekli yenilenen ve gelişen dinamik bir döngü olarak tanımlanmaktadır (Akman 2023). Bu bağlamda, STEM etkinliklerinin mühendislik tasarım döngüsüne dayalı olarak yinelenebilir bir süreç şeklinde yapılandırılması gerektiği vurgulanmaktadır (Hynes vd. 2011; NRC 2009).

Etkili bir STEM eğitimi yaklaşımı için, bilişsel düzeyi aşamalı olarak artan kazanımlara yönelik tekrarlayan görevlerin yapılandırılması gerekmektedir (Brophy, Klein, Portsmore ve Rogers 2008; Moore vd. 2014). Her bir tekrarlı görev sürecinde, problemin analiz edilmesi, olası çözüm yöntemlerinin araştırılması ve bu çözümlere yönelik etkili bir planlama yapılması önemli bir unsurdur. Ancak, tasarım, değerlendirme, yeniden tasarım ve değerlendirme süreçlerini bir arada sunan tezlerin sayısının oldukça az olduğu görülmüştür. STEM uygulamaları planlanırken mühendislik tasarım süreçlerine gereken önemin verilmesi öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine (Uysal ve Cebesoy 2020), problem çözme becerilerine (NRC 2012), akademik başarılarına (Tupsai ve diğ. 2019; Yıldırım ve Altun 2015; Özünlü ve Çepni 2023), yaratıcı düşünme becerilerine (Özkaya, Bulut ve Şahin 2022) ve karar verme becerilerine (Pekbay 2022; Bozkurt, Altan ve diğ. 2018) olumlu etkiler sağlamaktadır. Ancak, yapılan çalışmalar mühendislik tasarım sürecinin STEM uygulama etkinliklerine nasıl entegre edilmesi

gerektiği konusunda çeşitli zorluklar yaşandığını göstermektedir (Bozkurt-Altan ve diğerleri 2019). Çeşitli araştırmalar, STEM eğitiminin verimliliğini artırmak amacıyla mühendislik tasarım sürecinin temel bir yapı olarak benimsenmesi gerektiği konusunda ortak bir görüşe sahiptir (Chrismond ve Adams 2012; Moore vd. 2014).

STEM eğitimi yaklaşımı, tek bir doğru yanıt yerine çoklu çözüm yollarını destekleyen bir çerçeveye dayanır. Trevallion ve Trevallion'un (2020), araştırması, problem tabanlı öğretim modelinin öğrencilerin öğrenmeye olan ilgisini artırdığını ve onların sürece daha hevesli katılım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Öğrenciler, problem çözme sürecinde birden fazla yöntem kullanabilmenin yanı sıra, en çok keyif aldıkları çözüm yollarını seçme özgürlüğüne sahip olmuş ve grup çalışması sayesinde daha geniş bir perspektif geliştirme imkânı bulmuşlardır. Bu doğrultuda, tasarım süreci, STEM eğitiminin temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmekte ve farklı tasarım yaklaşımlarıyla problemlere çok yönlü bakış açıları geliştirilmesini teşvik etmektedir. Gerçek hayat problemlerine dayalı senaryolar, çoklu alternatif çözümlerin ortaya çıkmasına olanak sağlayacak şekilde tasarlanmaktadır (Guzey, Moore ve Harwell 2016). Dolayısıyla, problem çözme sürecinde tek bir doğru cevaptan ziyade çözüm çeşitliliği ön plana çıkarılmakta ve her bir tasarım, öğrencilere farklı bir çözüm yolu sunarak onların analitik ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır.

Yapılan analizler sonucunda çözüm çeşitliliği bakımından incelenen yüksek lisans tezlerinde yer alan etkinliklerin %64,2'sinde çözüm çeşitliliği gözlemlenmezken, doktora çalışmalarında ise bu oran çözüm çeşitliliği gözlemlenmediği oran %45,5 olduğu görülmüştür. STEM etkinliklerinde öğrencilerden bir problemin ne olduğunu açıkça belirtmeleri, çözümün önemini ve kapsamını belirlemeleri, çözümden kimlerin etkileneceğini ve çözümün sınırlarını ortaya koymaları beklenmektedir (Guzey, Moore ve Harwell 2016).

5.3. STEM ETKİNLİKLERİNDE GERÇEK HAYAT PROBLEMİNE MÜHENDİSLİK TASARIM DÖNGÜSÜ İLE CEVAP ARARKEN BAĞLAM ENTEGRASYONU NE DÜZEYDE/NASIL YAPILMIŞTIR?

Çalışmada incelenen STEM etkinliklerinde, problem durumlarının oluşturulmasında çevre konularının belirgin bir ağırlığı olduğu tespit edilmiştir. Hem yüksek lisans (%54,9) hem de doktora (%55,7) tezlerinde en sık kullanılan bağlam çevre olmuştur. Sosyal konular ise sırasıyla

%47,3 ve %24,3 oranlarıyla ikinci sırada yer almıştır. Sağlık konuları, yüksek lisans çalışmalarında %18,7 oranında üçüncü sırayı alırken, doktora çalışmalarında ise sanat konuları %15,7 oranıyla üçüncü sırada yer almıştır. Politik ve sosyal adalet gibi konulara da yer verilse de bu konuların kullanım oranları oldukça sınırlı kalmıştır (%1,4-3,3).

STEM eğitiminin potansiyelinin tam anlamıyla ortaya çıkarılabilmesi için, yalnızca çevresel sorunlarla sınırlı kalmaması; aynı zamanda sosyal adalet, sağlık ve ekonomik eşitsizlik gibi güncel ve karmaşık problemlere de odaklanması gerekmektedir. Bu yaklaşım, öğrencilerin disiplinler arası düşünme becerilerini geliştirerek, gerçek dünyadaki sorunlara daha etkili ve yenilikçi çözümler üretmelerine katkı sağlamaktadır. Sosyal değeri olan bağlamlar, toplumun ortak problemleri etrafında şekillenir ve öğrencilerin ilgisini çekerek farklı disiplinlerdeki bilgileri bütünleştirmelerine olanak tanır (Elmas 2020). Ancak, STEM projelerinin tasarım sürecinde öğrenci katılımının sağlanması ve öğrenci ilgi alanlarına uygun bağlamların oluşturulması kritik bir unsur olmakla birlikte, bu süreç çeşitli uygulama zorluklarını da beraberinde getirebilmektedir (McClure vd. 2022).

Bu doğrultuda, ders tasarımlarında bağlam seçimi yapılırken, öğrenci ve öğretmenlerin önceliklerinin dikkate alınması büyük önem taşımaktadır. Özellikle, öğrencilerin ilgisini çeken (Bülbül vd. 2019; Jeong ve Park 2011), günlük yaşamlarında karşılaşılabilecekleri durumlarla ilişkili ve okulda edindikleri bilgileri işlevsel hale getirmelerine imkân tanıyan bağlamların tercih edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Campbell ve Lubben 2000). Nitekim, STEM yaklaşımında bağlam kullanımı, öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve problem çözme becerilerini destekleyen temel bir unsur olarak görülmektedir (Sevian vd. 2018).

5.4. STEM ETKİNLİKLERİNDE DİSİPLİNLER ARASINDA ENTEGRASYON NASIL SAĞLANMIŞTIR?

Yüksek lisans düzeyindeki STEM etkinliklerinin büyük bir çoğunluğu (%80,2) disiplinler arası bir yaklaşım benimserken, daha az bir kısmı (%19,8) çok disiplinli bir yaklaşımı tercih etmiştir. Doktora düzeyinde ise bu oranlar sırasıyla %58,6 ve %40,0 olarak belirlenmiştir. Disiplinler arası ve çok disiplinli yaklaşımların etkinliklerde nasıl kullanıldığına dair yapılan detaylı incelemede, disiplinler arası bağlantıların öğrencilere açık bir şekilde gösterilmesinin en kritik unsur olduğu ortaya çıkmıştır. Tezlerde incelenen STEM etkinliklerinde disiplinler arası ve çok

disiplinli yaklaşımların tespiti, bu yaklaşımlara ilişkin detaylı bilginin verilmemesi nedeniyle zorlaşmıştır. Etkinliklerin bu yaklaşımlara ne ölçüde uygun olduğu ve hangi düzeyde uygulandığına dair yeterli bilgiye ulaşamamak, analizlerin derinlemesine yapılmasını engellemiştir.

Çalışmaların analizi sırasında multidisipliner ile interdisipliner yaklaşımların birbiri ile karıştırıldığı gözlenmiştir. Uz (2022)'ye göre "STEM, yapısı gereği multidisipliner bir yaklaşım benimser. STEM etkinlikleri matematik dersinde uygulanmasa da matematiğe karşı olumlu tutumu desteklemiş olabilir" (s.147). Ancak STEM etkinliklerinin yapılması sırasında diğer disiplinlere karşı tutum geliştirmek, farklı disiplinlerin bilgi ve perspektiflerini bir araya getirerek daha kapsamlı ve yenilikçi çözümler üretmeyi amaçlayan interdisipliner bir yaklaşımı ifade eder. Yine araştırma esnasında çok defa rastlanılan bir başka durum da yabancı çalışmalar incelenirken çeviri sırasında interdisipliner ve transdisipliner kavramlarının Türkçe çevirisinin "disiplinler arası" veya "disiplinlerarası" olarak çevrilmektedir. Araştırmacıların bu farkı tespit edemediği durumlarda bu iki kavramında birbiri yerine kullanıldığı görülmüştür. Bu kavram karmaşası alan yazın çalışmalarında dikkat edilmesi gereken konulardan biri haline gelmiştir.

Akkaya (2021) çalışmasında da belirtildiği gibi, öğrenciler farklı disiplinleri bir araya getirirken, bu disiplinlerin bütünleşik yapısını tam olarak kavrayamamaktadırlar. Özellikle fen ve mühendislik süreçlerinin birbirinden ayrı olduğu düşüncesi, STEM etkinliklerinde öğrencilerin karşılaştıkları zorlukların temel nedenlerinden biri olarak gösterilmektedir. Geliştirilen STEM etkinlikleri, bu eksikliği gidererek alana katkı sağlamaktadır.

STEM etkinliklerinde disiplinler arası bağlantı kurmaya yönelik kullanılan yöntemlerin incelenmesi, etkinliklerin başarısı ile öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarının artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Şen 2018). Somut örneklerin yaygın olarak kullanılması, öğrencilerin farklı disiplinler arasındaki ilişkileri daha iyi kavramalarına katkı sağlamaktadır. Ancak, bazı çalışmalarda bu bağlantının yeterince açık bir şekilde kurulmamış olması, öğrencilerin öğrenme süreçlerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu doğrultuda, araştırmacılar STEM alanları arasındaki ilişkilerin daha derinlemesine ele alınmasını ve STEM'in amaçlı bir şekilde bütünleştirilmesini önermektedir (Trevallion ve Trevallion 2020). Bu durum, STEM eğitiminin interdisipliner veya transdisipliner bir yaklaşımla ele alınmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

5.5. STEM ETKİNLİKLERİNDE ÖĞRENCİ KATILIMI NASIL SAĞLANMIŞTIR?

Yapılan araştırmada incelenen 161 etkinliğin %73,9'unda öğrencilere bağımsız araştırma yapma imkânı tanındığı belirlenmiştir. Öğrencilerin, soruna odaklandıkça daha fazla araştırma gerektiren alanları tespit etmeleri ve tüm verileri bir araya getirerek sorunu net ve öz bir şekilde analiz etmeleri gerekmektedir (Trevallion ve Trevallion 2020). Bu araştırma, mevcut bilgilerin değerlendirilmesini kapsamakta olup, dergiler, akademik makaleler, video klipler ve güvenilir internet kaynaklarından elde edilen verileri içermektedir (Walker vd. 2018). Söz konusu yaklaşım, küresel ve çok yönlü bakış açıları kazandırmak amacıyla benimsenmiştir.

Bağımsız araştırma yapma fırsatı sunulan etkinliklerin oranı hem yüksek lisans hem de doktora düzeyindeki çalışmalarda oldukça yüksek bulunmuştur. Ancak, öğrencilerin özgün ve yenilikçi çalışmalar üretmeye teşvik edildiği etkinliklerin oranının, bağımsız araştırma yapma fırsatına kıyasla daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Çoğu etkinlikte öğrencilerin, genellikle ürünün işlevselliği ve estetik tasarımı gibi konularda karar alma yetkisine sahip olduğu, ancak sosyal adalet veya politik konulara yönelik karar alma süreçlerine katılımlarının sınırlı kaldığı tespit edilmiştir.

5.6. STEM ETKİNLİKLERİNDE HEDEFLENEN ÜST DÜZEY BECERİLER HANGİLERİDİR?

Bu araştırmanın sonuçları, yüksek lisans ve doktora düzeyindeki STEM etkinliklerinin tamamında (%100) iş birliği becerisinin vurgulandığını göstermektedir. Yüksek lisans etkinliklerinde en sık öne çıkan üst düzey beceriler sırasıyla yaratıcılık (%92,3), eleştirel düşünme (%90,1), analiz etme (%64,8), değerlendirme (%50,5) ve girişimcilik (%22,0) olmuştur. Doktora düzeyinde bu sıralama yaratıcılık (%80,0), eleştirel düşünme (%71,4), değerlendirme (%67,1), analiz etme (%57,1) ve girişimcilik (%14,3) şeklindedir. Bu bulgular, STEM eğitiminin disiplinler arası yapısının öğrencilerin yenilikçi ve analitik düşünme yetkinliklerini geliştirdiğini ortaya koymaktadır.

Literatür, günümüz okuryazarlık anlayışında bireylerin 21. yüzyıl yetkinlikleri olan problem çözme, eleştirel düşünme, iş birliği, yaratıcılık ve iletişimi edinmesinin gerekliliğini vurgular (Ormancı ve Çepni 2022). Bu beceriler, bireylerin değişen koşullara uyum sağlamasını ve

modern yaşamın gerekliliklerini karşılamaını sağlayan temel yetkinlikler olarak görölmektedir (Partnership for 21st Century Skills [P21] t.y). STEM uygulamaları, disiplinler arası entegrasyonu hedeflerken bu becerilerin kazandırılmasını önceliklendirmektedir (Akgündüz 2018). Artık bilginin yalnızca aktarılması değil, nasıl üretildiği ve uygulandığı da ön plandadır (Stehle ve diğerleri 2019).

Araştırmalar, STEM eğitiminin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir (şahin ve diğerleri 2014). Bununla birlikte, eğitim sistemlerinin öğrencileri yaşam, kariyer ve vatandaşlık için gerekli becerilerle yeterince hazırlayamadığı konusunda fikir birliği bulunmaktadır (Erdoğan ve Eker 2020). Bu çalışma, STEM etkinliklerinin bu yetkinlikleri kazandırma potansiyelini doğrulasa da uygulamaların kapsayıcılık ve eşitlik açasından geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. STEM eğitimi, böylece öğrencileri teknik bilginin ötesinde, gerçek dünya problemlerine çözümler üreten ve küresel farkındalığa sahip bireyler olarak yetiştirmeyi amaçlamaktadır.

5.7. STEM ETKİNLİKLERİNİN NE KADARI STEM KARIYERLERİ HAKKINDA BİLGİ VERMEKTEDİR?

Yapılan bir araştırmaya göre, lisansüstü tezlerin önemli bir kısmında STEM eğitimi kapsamında uygulamaların önemi vurgulanmaktadır. Spesifik olarak, yüksek lisans tezlerinin %58,2'sinde ve doktora tezlerinin %51,4'ünde bu durum açıkça belirtilmiştir. Ancak, bu uygulamaların gerçekte hayattaki yansımaları ve pratik karşılıkları oldukça sınırlı bir şekilde ele alınmıştır; yüksek lisans tezlerinin yalnızca %6,6'sında ve doktora tezlerinin %2,9'unda bu boyut incelenmiştir. Buna karşın, STEM kariyerleri hakkında bilgi verme oranları daha yüksek bulunmuştur: Yüksek lisans tezlerinde %61,5 ve doktora tezlerinde %77,1 oranında bu konuya yer verilmiştir. Bu veriler, STEM alanlarında kariyer farkındalığını artırmaya yönelik çabaların yoğun olduğunu ortaya koymakla birlikte, bu bilgilerin uygulamalı boyutla bağlantısının zayıf kaldığını göstermektedir. Söz konusu zayıf bağlantı, eğitim sisteminde teorik yaklaşımların ağırlıkta olmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu durum, STEM eğitiminin pratik uygulamalarla desteklenmesi gerektiğine işaret ederek, alanın potansiyel etkisini tam anlamıyla ortaya koyabilmek için daha bütüncül bir yaklaşımın gerekliliğini vurgulamaktadır.

Bu bağlamda, STEM'in akademik amaçları, eğitimin pratik boyutunu güçlendirme yönünde bir çerçeve sunmaktadır. Trevallion ve Trevallion'a, (2020) göre, STEM'in hedefleri şöyledir: Tüm disiplinlerde STEM yollarını ve kariyer fırsatlarını daha görünür hale getirerek farkındalığı artırmak; iş gücü ile potansiyel çalışanlar arasında iş birliğini güçlendirmek ve mevcut müfredatı zenginleştirerek, sorgulamaya dayalı öğrenme aracılığıyla üst düzey düşünme becerilerini teşvik etmek. Bu süreçte öğrenciler, bilgiyi gerçek yaşam bağlamlarında öğrenip uygulayarak kavrayışlarını derinleştirir, aynı zamanda yaratıcı ve eleştirel düşünme yetkinliklerini geliştirir. Bu hedefler, STEM eğitiminde teori ile uygulama arasındaki kopukluğu gidermeye yönelik bir yol haritası sunarak, öğrencilerin yalnızca kariyer farkındalığı değil, aynı zamanda pratik beceriler kazanmasını sağlamayı amaçlamaktadır.

Wyss, Heulskamp ve Siebert'in (2012) çalışması, ortaokul çağındaki öğrencilere STEM kariyerleri hakkında erken dönemde bilgi verilmesinin önemine dikkat çekmektedir. Bu yaklaşım, öğrencilerin STEM alanlarındaki meslekleri tanıyarak ilgi alanları ve yetenekleri doğrultusunda bilinçli tercihler yapmalarına olanak sağlayabilir. Benzer şekilde, Demir'in (2021) araştırması, STEM etkinliklerinin öğrencilerin bu alanlara olan ilgisini artırdığını ve özellikle kız öğrencilerin STEM'e yönelik motivasyonunda belirgin bir yükseliş sağladığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, cinsiyetler arasındaki ilgi farkını azaltma potansiyeli taşıyarak STEM alanlarında daha dengeli bir toplumsal katılımın önünü açabilir. Honey vd., (2014) ise STEM uygulamalarının yalnızca ilgiyi artırmakla kalmayıp, aynı zamanda öğrencilerin bu alanlarda başarılı olmaları için gerekli becerileri geliştirdiğini ve gelecekteki kariyer planlamalarını şekillendirdiğini savunmaktadır.

STEM eğitimi, teknolojik ilerlemelerin etkisiyle sürekli evrilen ve dönüşen dinamik bir alan olarak öne çıkmaktadır. Bu gelişmeler, yeni fırsatlar sunarken beraberinde çeşitli zorlukları da getirmektedir. Johnson ve diğerleri (2013), bu bağlamda STEM eğitimi üzerine daha fazla araştırma ve tartışma yapılmasının gerekliliğini vurgulamaktadır. Özellikle fizik temelli projelerin sunduğu avantajlar, bu tür çalışmaların değerini destekleyen önemli bir unsur olarak dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, STEM etkinliklerinin okullarda uygulanmamasının temel gerekçesi, genellikle öğrencilerin STEM kariyerlerine yönelik farkındalığını artırma çabası olarak belirtilmiştir. Ancak bu

durum, teorik bilginin pratik uygulamalarla yeterince desteklenmediğini ve dolayısıyla eğitimsel etkinin sınırlı kaldığını göstermektedir.



KAYNAKLAR

- Açıksöz A** (2023). Beklenti Değer Kuramı Temelinde Desteklenen STEM Uygulamalarının STEM Motivasyonu, STEM Kariyer İlgisi ve Bilim Merakı Üzerindeki Etkisi, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi.
- Adanır Y** (2021) Proje Tabanlı STEM Eğitiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Okuryazarlıklarına ve Üretici Düşünme Becerilerine Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Giresun Üniversitesi.
- Adanur E** (2023). 6. sınıf öğrencilerinin bağlam temelli STEM etkinliklerine yönelik deneyimlerinin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Akarsu M Akçay N O ve Elmas R** (2020). STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri ve değerlendirilmesi. *Bogazici University Journal of Education*, 37, 155-175.
- Akgündüz D** (2018). *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Akkaya T** (2021). Ortaokul Öğrencilerinin Oyuncak Tasarlama Sürecinde Fen Bilimleri Dersi Kazanımları ile İlişkilendirilmesinin Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Trabzon Üniversitesi.
- Akman İ** (2023). Biyoçeşitlilik Konusunda STEM Eğitimi Modülünün Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi, *Doktora Tezi*, Pamukkale Üniversitesi.
- Arslan S Y ve Arastaman G** (2021). Dünyada STEM politikaları: Türkiye için çıkarımlar ve öneriler. *Neşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(2), 894-910. <https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.903115>
- Arslantekin S** (2023). *Disiplinler Arası Bakış ile Bilgi ve Belge Yönetimi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Avcı E** (2021). STEM Eğitime Uygun Tasarlanmış Robotik Kodlama Etkinliklerinin Üstün Yetenekli Öğrencilerin Robotik ve Kodlamaya Karşı Tutumuna Etkisinin Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İnönü Üniversitesi.
- Aydın Günbatar S Ekiz Kıran B Boz Y and Roehrig G H** (2024). A closer examination of the STEM characteristics of the STEM activities published in NSTA journals. *Research in Science & Technological Education*, 42(4), 952-977.
- Aykurt F** (2023). Tasarım Odaklı Düşünme Yaklaşımı ile STEM Etkinlikleri Geliştirme, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Aytar A ve Özsevgeç T** (2019). Disiplinler arası fen öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir kalkınma konusundaki gelişmelerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 324-357.
- Bahar A N** (2023). Fen eğitiminde STEM entegreli argümantasyon temelli uygulamaların ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin madde ve ısı konusundaki başarılarına, girişimciliklerine ve motivasyonlarına etkisinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Marmara Üniversitesi.
- Bailey J** (2019). Making Good Design. *Website of Jo Bailey, designer and academic*: makinggood.design/icmit adresinden alındı.
- Balca B** (2022). Stem Eğitimi ile İlgili Çalışmaların İçerik Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*. Hacettepe Üniversitesi
- Beers S Z** (2011). 21st Century Skills: *Preparing Students for Their Future*. 2025 tarihinde YingHuaAcademy: https://www.mheonline.com/mhmymath/pdf/21st_century_skills.pdf adresinden alındı.
- Bernstein A** (2005). New ethical requirements at the NIH: implications for CIHR and Canada. *CMAJ*, 173(4), 353-354.
- Birgin A** (2022). STEM Yaklaşımı ile Mevsimlerin Oluşumu Konusunda Bir Öğretim Modülünün Geliştirilmesi ve Ters Yüz Edilmiş Sınıflarda Uygulanabilirliğinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Aksaray Üniversitesi.
- Boğa N Ç** (2023). STEM uygulamalarının ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve STEM'e yönelik tutumlarına etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Bozkurt Altan E, Yamak H, Buluş Kırıkkaya E and Kavak N** (2018). The use of design-based learning for STEM education and its effectiveness on decision making skills. *Universal Journal of Educational Research*, 6(12), 2888-2906.
- Brophy S, Klein S, Portsmore M ve Rogers C** (2008). P-12 sınıflarında mühendislik eğitiminin geliştirilmesi. *Mühendislik Eğitimi Dergisi*, 97(3), 369-387.
- Brunsell E** (2012). The engineering design process. In Brunsell, E. (Ed.), *Integrating engineering + science in your classroom* (pp. 3-5). Arlington, Virginia: National Science Teacher Association [NSTA].
- Buyuran G B** (2021). Ortaokul Fen Bilimleri Dersinde Uygulanan STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin Sorgulama, Problem Çözme Becerileri ile Motivasyonları Üzerine Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi.
- Bülbül M Ş, Elmas R ve Eryılmaz A** (2019). Fizik ve Kimya Disiplinleri için İlgi Çekici Olan Bağlamların Bağlam Disiplin İlişkisi Kapsamında Belirlenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (50), 451-479.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Bybee R W** (2013). *The case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Arlington: VA: NSTA Press.
- Campbell B and Lubben F** (2000). Learning science through contexts: Helping pupils make sense of everyday situations. *International Journal of Science Education*, 22(3), 239-252.
- Cappellaro E** (2018). Çevre Eğitiminde Disiplinlerin Entegrasyonu: Multi, Inter, Transdisipliner Yaklaşımlar. *Fen Ve Matematik Eğitimi Alanı (1. Baskı) İçinde*, 115-130.
- Committee on Public Understanding of Engineering Messages, National Academy of Engineering** (2008). *Changing the conversation: Messages for improving public understanding of engineering*. Washington, DC: National Academies Press.
- Corbin J and Strauss A** (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (3rd ed.). Sage Publications, Inc.
- Crismond D** (2001). Learning and using science ideas when doing investigate-and-redesign tasks: A study of naive, novice, and expert designers doing constrained and scaffolded design work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 791-820.
- Crismond D P and Adams R S** (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 738-797.
- Çakır Z ve Yalçın S A** (2022). The effect of the Montessori approach-based stem activities on the pre-school pre-service teachers' lifelong learning. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1-32.
- Çalışka A ve Okuşlu F** (2021). Türkiye’de STEM Alanında ve Eğitim-Öğretim Konusunda Yapılmış Olan Lisansüstü Tezlerin İçerik Analizi. *Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 124-136.
- Çavaş P, Ayar A ve Gürcan G** (2020). Türkiye’de STEM Eğitimi Üzerine Yapılan Araştırmaların Durumu Üzerine Bir Çalışma. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 823-854.
- Çavdar E** (2020). Ortaokul Düzeyinde Değer Eğitimiyle Bütünleştirilmiş STEM Eğitimi Uygulamalarının Tasarlanması ve Etkinliğinin Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.
- Çimen B** (2021). Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm Konusunda Uygulanan Probleme Dayalı STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin Akademik Başarı ve Farkındalığı Üzerindeki Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Ordu Üniversitesi.
- Çoban A** (2023). STEM Etkinliklerinin 5. Sınıf Öğrencilerinin Problem Çözme Becerileri ve Karar Verme Becerilerine Etkisi, *Doktora Tezi*, Sakarya Üniversitesi.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Delibalta K** (2023). Fen bilimleri dersinde yapılmış FeTeMM etkinliklerinin FeTeMM ders özelliklerine göre değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Fırat Üniversitesi.
- Demir H** (2021) Doğada STEM Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Çevresel Tutumlarına, Bilimsel Yaratıcılıklarına, Yansıtıcı Düşünme Becerilerine, STEM Meslek Alan İlgilerine ve Tutumlarına Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi.
- Demir M** (2022) Türkiye’de STEM ile İlgili Yapılmış Tez Çalışmalarının Eğilimleri, *Yüksek Lisans Tezi*, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi.
- Demirezen** (2024). Uzaktan Eğitimle Gerçekleştirilen Tasarım Temelli STEM Etkinliklerinin 21. Yüzyıl Becerileri Gelişimine Etkisi, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi.
- Dugger W E** (2010). Evolution of STEM in the United States. *6th Biennial International Conference on Technology Education Research*. Queensland, Australia.
- Duyal D** (2022). Çevre Eğitimi Kapsamında Geliştirilen FeTeMM Etkinliklerinin Ortaokul Fen Bilimleri Dersi Öğrencilerinin Çevre Eğitimi ve FeTeMM Eğitime Yönelik Tutumları Üzerine Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Düzen A M** (2023). Geri dönüşüm konusuna yönelik dijital oyun destekli STEM öğretim modülünün geliştirilmesi ve etkililiğinin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Eker M** (2020). STEM Eğitimi Uygulamalarının 5. Sınıf Öğrencilerinin Fen Motivasyonlarına ve Girişimciliklerine Etkisinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi.
- Elbir B** (2021). Robotik Çalışmalarının STEM Uygulaması Olarak Ortaokul Fen Laboratuvar Uygulamalarına Entegrasyonu, *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa.
- Elmas R** (2020). Bağlamın anlamı ve nitelikleri ve öğrencilerin fen eğitiminde bağlam tercihleri. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 5(1), 53-70.
- Erdoğan D ve Eker C** (2020). Türk öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri ile yaşam boyu öğrenme eğilimleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8*(1), 118-147
- Eslek S** (2021). Ortaokul Fen Bilimleri Derslerine FeTeMM Aktiviteleri Entegre Edilmesi: Öğrencilerin FeTeMM İlgilerine, Tutumlarına ve Kariyer Hedeflerine Etkisi, *Doktora Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Fındık N Ü** (2023). Türkiye’deki İlkokullarda Yapılan STEM Eğitimi Uygulamaları Betimsel İçerik Analizi, *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(28), 163-176.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Fu W** (2021). A study on the application of STEM theory in life sciences in primary school science curriculum., *Master's Thesis*, Harbin Normal University.
- Furner J M and Kumar D D** (2007). The mathematics and science integration argument: a stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 185-189.
- Gencer A S** (2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45, 38-55.
- Guzey S S, Moore T J and Harwell M** (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based stem integration curricular materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 6(1), Article 2.
- Günbatar S A ve Tabar V** (2019). Türkiye’de gerçekleştirilen STEM araştırmalarının içerik analizi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 1054-1083.
- Hacıoğlu Y, Yamak H ve Kavak N** (2016). Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(3), 807-830.
- Heinzmann J, Simonson A and Kenyon D B** (2019). A Transdisciplinary Approach is Essential to Community-based Research with American Indian Populations. *American Indian & Alaska Native Mental Health Research*, 26(2), 15-41. doi: 10.5820/aian.2602.2019.15
- Herdem K** (2021). STEM Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Değerlere Eğilimi ve STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Üzerindeki Etkisi, *Doktora Tezi*, İnönü Üniversitesi.
- Honey M, Pearson G and Schweingruber H (Ed)** (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and research agenda*. National Academies Press. Retrieved February 7, 2022, from <http://www.nap.edu>.
- Householder D L and Hailey C E** (2012). Incorporating Engineering Design Challenges into STEM Courses. *Çinde National Center for Engineering and Technology Education*. National Center for Engineering and Technology Education.
- Hynes M, Portsmouth M, Dare E, Milto E, Rogers C, Hammer D and Carberry A** (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. Retrieved from
- İzgi S** (2020). Fen Bilimleri Dersi Elektrik Enerjisinin Dönüşümü Konusuna 5E Modeli ile Temellendirilmiş Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Yaklaşımının 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Kuenzi J J, Matthews C M and Mangan B F** (2006). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education issues and legislative options. *Progress in education*, 161-189.
- Jeong H S and Park J W** (2011). Practical Suggestions for the Effective Use of Everyday Context in Teaching Physics-based on the analysis of students' learning processes. *Journal of The Korean Association for Science Education*, 31(7), 1025- 1039.
- Johnson L, Adams Becker S, Estrada V and Martín S.** (2013). *Technology landscape for STEM+ education 2013–2018: an NMC horizon project sector analysis*. Austin, New Media Consortium
- Kahraman E** (2021). STEM Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin STEM Mesleklerine Yönelik İlgilerine, Bilimsel Yaratıcılıklarına ve Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyonlarına Etkisinin Araştırılması, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi.
- Kalemkuş J** (2020). Deneysel Araştırmalarda STEM Eğilimi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36, 78-90.
- Kalik G** (2022). Okul dışı STEM etkinliklerinin BİLSEM öğrencilerinin STEM tutumu ve girişimcilik becerilerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Kırıkkale Üniversitesi.
- Kara F** (2021). STEM Yaklaşımına Dayalı Öğrenme Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencileri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi.
- Karr-Kidwell J S** (2000). *The interdisciplinary Curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers*. Educational resources information center.
- Kaya A ve Ayar M C** (2020). Türkiye Örneğinde Stem Eğitimi Alanında Yapılan Çalışmaların İçerik Analizi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 275-306.
- Kaya S İ** (2022). Eğitimde Multidisipliner, Disiplinlerarası ve Transdisipliner Kavramları. *Milli Eğitim Dergisi*, 2257-2772.
- Keil K** (2016). *The future of Arctic research: Multi-, inter- and transdisciplinary approaches*. The Arctic Institute.
- Kelley T R and Knowles J G** (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11.
- Kepir Ç K** (2024). Lisansüstü Tezlerdeki Canlılar ve Yaşam Konu Alanına Yönelik STEM Etkinliklerinin Mühendislik Entegrasyonu Açısından İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Giresun Üniversitesi.
- Kılıçkiran H** (2023). Üstün Yetenekli İlkokul Öğrencilerinde STEM Uygulamalarının Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Amasya Üniversitesi.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Kocaman B** (2021) Analitik Düşünme Temelli Çevrimiçi STEM Öğretim Programının Geliştirilmesi ve Etkililiğinin İncelenmesi, *Doktora Tezi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Kurtuluş M A** (2023). Argümantasyon ve Otantik Öğrenme Tabanlı STEM Uygulamalarının 21. Yüzyıl Becerilerine ve Akademik Başarıya Etkisi, *Doktora Tezi*, Hacettepe Üniversitesi.
- Kutru Ç** (2021) Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) Destekli STEM Eğitiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin 21.Yy Becerilerine Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Giresun Üniversitesi.
- Lederman N G and Niess M L** (1997). Integrated, interdisciplinary, or thematic instruction? Is this a question or is it questionable semantics. *School Science and Mathematics*, 97(2), 57–58.
- Leonard M and Derry S** (2011). “What’s the science behind it?” *The interaction of engineering and science goals, knowledge, and practices in a design-based science activity*. (Sözlü sunum). WCER Working Paper (No. 2011-5). University of Wisconsin–Madison.
- M Metin M M** (2023). 21. yüzyıl becerileri hakkında STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri. *Studies in Educational Research and Development*, 7(1), 1-29.
- Mardiana S** (2020). Modifying Research Onion for Information Systems Research. *Solid State Technology*, 1202-1210.
- Marshall S** (2010). Reimagining Specialized STEM Academies: Igniting and Nurturing “Resolutely Diverse Minds,” *Design. Roeper Review*, 48–60.
- McLure F I, Tang K S and Williams** (2022). What do integrated STEM projects look like in middle school and high school classrooms? A systematic literature review of empirical studies of iSTEM projects. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 73.
- Meço G** (2021). Arduino ile Desteklenmiş Fen, Mühendislik, Matematik, Teknoloji Eğitimi: Vücudumuzdaki Sistemler, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Mentzer N** (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 103-136
- Miles M B and Huberman A M** (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Sage.
- Milli Eğitim Bakanlığı** (2017). *Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK) Eğitimi Öğretmen El Kitabı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Moore C W** (2014). *The mediation process: Practical strategies for resolving conflict* (4th ed.). John Wiley & Sons
- Moore T J, Glancy A W, Tank K M, Kersten J A and Smith K A** (2014). A Framework for quality K-12 engineering education: Research and development. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 4(1), 1–13.
- Moore T J, Stohlmann M S, Wang H H, Tank K M and Roehrig G H** (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practice* (pp. 35-59). Purdue University Press.
- National Academy of Engineering [NAE] and National Research Council [NRC]**. (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. (Edt. Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M) Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council [NRC]**. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- Norri T** 2010). Obama says STEM education critical for competing with Asia. <http://leadenergy.org/2010/01/obama-stem-education> adresinden alındı.
- Oker E** (2023). E-Twinning Platformunda Uygulanan Stem Etkinliklerinin Öğrencilerin Stem'e Yönelik Tutum ve Motivasyonlarına Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi.
- Olamaz E** (2023). Hafif Düzeyde Zihinsel Engelli Çocuklarda STEM Eğitiminin Neden-Sonuç İlişkilerini Belirleme Üzerindeki Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, European University of Lefke.
- Ormancı Ü, Kaçar S ve Çepni S** (2022). Investigating the Acquisitions in the Science Teaching Program in Terms of Life Skills. *International Journal of Research in Education and Science*, 8(1), 70-92.
- Özaydınlı B ve Kılıç C** (2019). Disiplinlerarası Yaklaşım İlişkin Ortaöğretim Öğretmenlerinin Görüşleri ve Ders Uygulamaları. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 52(2), 301-330.
- Özbey A K** (2023). Yeşil STEM Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Ortaokul Öğrencileri Üzerinde Uygulanması, *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Özçelik C** (2021). Probleme Dayalı STEM Uygulamalarının Öğrencilerin STEM'e İlişkin Tutumlarına, Öz Düzenleme Becerilerine ve Bilişüstü Yetilerine Etkisi, *Doktora Tezi*, Bartın Üniversitesi.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Özkaya A, Bulut S ve Şahin G** (2022). STEM Etkinliklerinin Öğretmenlerin Yaratıcı Tasarım Becerilerine Etkisinin İncelenmesi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi*, 5(1), 1-17.
- Özkaya Ö Ş** (2022). Kuvvet ve Enerji Ünitesinin STEM Çemgisi ile Öğretiminin Öğrencilerin Yaratıcılık, Üstbilişsel Farkındalık ve Akademik Başarılarına Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Balıkesir Üniversitesi.
- Özsevgeç A A** (2019). Disiplinler arası fen öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir kalkınma konusundaki gelişimlerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 324-357.
- Özünü Ö ve Çepni S** (2023). Türkiye’de Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim İle İlgili Fen Eğitimi Alanında Yapılan Çalışmaların Tematik Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi* (56), 890-910.
- Pak B C** (2006). Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives and evidence of effectiveness. *Clinical and Investigative Medicine*, 351-364.
- Pehlivan Ç. U.** (2019). STEM ve Eğitimde Uygulama Örneklerinin İncelenmesi. *TürkiySosyal Araştırmalar Dergisi*, 848-861.
- Pekbay C** (2022). Mühendislik Tasarım Temelli STEM Etkinliği Geliştirme ve Uygulama Sürecinin Öğretmen Adaylarının Karar Verme Becerilerine Etkisi, *International Journal of Eurasia Social Sciences* (IJOESS), 13(50), 1462-1477.
- Roehrig G H, Dare E A, Ellis J A. and Ring-Whalen E** (2021). Beyond the basics: A detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3, 1-18.
- Roehrig GH, Wang H-H, Moore TJ and Park MS** (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44.
- Semerci C Ö** (2016). The Journal of International Social Sciences. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 141-150.
- Sevian H, Dori Y J and Parchmann I** (2018). How does STEM context-based learning work: what we know and what we still do not know. *International Journal of Science Education*, 40(10), 1095-1107.
- Soypak B ve Eskici M** (2023). Lise-Ortaokul Matematik, Fen Derslerinde Robotik Kodlama Uygulamalarına Yönelik Araştırmaların İncelenmesi: Bir İçerik Analizi Çalışması. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 214-229.
- Söndür D** (2020). STEM etkinlikleriyle desteklenmiş Ters Yüz Öğrenme Modelinin çeşitli değişkenlere etkisi, *Doktora Tezi*, Erciyes Üniversitesi.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Stehle S M and Peters-Burton E E** (2019). Developing student 21st century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1–15.
- STEM Task Force Report.** (2014). *Innovate: A blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education*. Dublin, CA: Californians Dedicated to Education Foundation.
- Şahin A, Ayar M C ve Adıgüzel T** (2014). “Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri”. *Educational Sciences: Theory ve Practice*. 14 (1). 297-322.
- Şeker A G** (2023). 5E ve SOS Öğrenme Modellerine Göre Hazırlanmış STEM Uygulamalarının 6. Sınıf Öğrencilerinin 21. Yy Becerilerine ve STEM Tutumlarına Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Siirt Üniversitesi.
- Şen C** (2018). *Mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik STEM etkinliklerinde üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kullandığı beceriler* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Şimşek C L ve Soysal M T** (2022). Deprem temalı mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerinin akademik başarı, motivasyon, STEM’e yönelik tutum ve 21. yüzyıl becerilerine etkisi. *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 6(4), 133-157.
- Şiri E** (2020). Girişimcilik Odaklı STEM Etkinliklerinin 7.Sınıf Öğrencilerinin Girişimcilik Becerilerine ve STEM Tutumlarına Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Thomasian J** (2011). *Building a Science, Technology, Engineering and Math Education Agenda: An Update of State Actions*. New York: NY: NGA Center for Best Practices.
- Toprak F** (2021). Fen Bilimleri Dersi 7. Sınıf Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması Konusundaki STEM Uygulamalarının Etkisinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi, *Doktora Tezi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Trevallion D and Trevallion T** (2020). STEM: Design, implement and evaluate. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 14(8), 1-19.
- Tsupros N, Kohler R and Hallinen J** (2009). *STEM education: A project to identify the missing components*. Middle Level Unit 1 and Carnegie Mellon, Pennsylvania.
- Tupsai, J, Bunprom S, Saysang J and Yuenyong C** (2019). Students’ Applying STEM Knowledge in Learning on the STS-STEM Education Wave Learning Unit. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1340, No. 1, p. 012054). IOP Publishing
- Uyamk S** (2021). Ortaokul Öğrencilerine Sosyobilimsel Konu Temelli Çevrimiçi STEM Eğitimine Yönelik Örnek Bir Tasarım Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Uysal E ve Cebesoy Ü B** (2020). Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve bilgilerine etkisinin incelenmesi. *SDU International Journal of Educational Studies*, 7(1), 60-81.
- Uz G Y** (2022). STEM Etkinliklerinin STEM Alanlarına Karşı Tutum, Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri, STEM Mesleklerine İlgil ve Farkındalığa Etkisinin İncelenmesi, *Doktora Tezi*, Marmara Üniversitesi.
- Üldeş** (2024). Üç Boyutlu Teknoloji Destekli STEM Etkinliklerinin Dezavantajlı Kız Öğrencilerin STEM Kariyer İlgileri ve Tutumlarına Etkisi, *Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi.
- Ülgen E** (2017). Akademik tefsir araştırmalarında interdisipliner yöntem ve önemi. *Bingöl Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 5(10), 11–32.
- Varol N ve Kaya Ç M** (2018). Afet risk yönetiminde transdisipliner yaklaşım. *Afet ve Risk Dergisi*, 1(1), 1–8.
- Walker W, Moore T, Guzey S and Sorge B** (2018). Frameworks to develop integrated STEM curricula. *K-12 STEM Education*, 4(2), 331-339
- Wendell K B** (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Unpublished Qualifying Paper, Tufts University.
- Williams J T** (2010). History of Specialized STEM Schools and the Formation and Role of NCSSSMST. *Roeper Review*, 17-24.
- Wyss V L Heulskamp D and Siebert C J** (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International Journal of Environmental Science Education*, 7(4), 501-522.
- Yakman G** (2008). STEAM Education: An Overview of Creating a Model of Integrative Education. *Pupils' attitudes towards technology conference (PATT-19)*, Salk Lake City, Utah, USA.
- Yamin M** (2009). *Manajemen mutu kurikulum pendidikan*. Diva Press.
- Yarıcı M** (2021). STEM Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Fen ve Teknolojiye Yönelik Tutumlarına, Girişimcilik ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Fırat Üniversitesi.
- Yavuz N** (2020). 5. Sınıf Fen Bilimleri Dersi İnsan ve Çevre Ünitesinin Öğretiminde STEM Destekli Etkinliklerin Öğrencilerin Çevre Bilincine Etkisinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Kastamonu Üniversitesi.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Yıldırım A** (1996). Disiplinlerarası öğretim kavramı ve programlar açısından doğurduğu sonuçlar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(12).
- Yıldırım A ve Şimşek H** (2016). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Ankara: Seçkin.
- Yıldırım B ve Altun Y** (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım H ve Gelmez-Burakgazi S** (2020). Türkiye’de STEM eğitimi konusunda yapılan çalışmalar üzerine bir araştırma: Meta-sentez çalışması. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 50, 291-314.
- Yıldırım P** (2023). Fen Bilimleri Dersinde Uygulanan STEM ve STEAM Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına, Motivasyonlarına, Yaratıcılıklarına ve Girişimciliklerine Etkisinin İncelenmesi: Karma Yöntem Araştırması, *Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi.
- Yıldız G** (2022). STEM Etkinliklerinin Özel Yetenekli Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Yıldız N** (2023). Ortaokulda Öğrenim Gören Kız Öğrencilerinin STEM Becerilerine, Bilimsel Yaratıcılıklarına ve Kariyer Tercihlerine Tematik STEM Uygulamalarının Etkisi, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi.
- Yıldızay Y ve Çetin G** (2018). Fen eğitiminde eğitim teknolojileri kullanımı: İçerik analizi. *International Journal of Computers in Education*, 10(2), 21–33.
- Yörükoğulları E, Orhun Ö, Topdemir H G ve İhsanoğlu E** (2013). *Bilim ve Teknoloji Tarihi*. Anadolu Üniversitesi.
- Yüzgeç S** (2021). STEM Temelli Etkinliklerle Astronomi Öğretiminin Astronomi Tutumuna Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, İnönü Üniversitesi.
- Zawojewski J S, Hjalmarson M A, Bowman K J and Lesh R** (2008). A modeling perspective on learning and teaching in engineering education. In *Models and modeling in engineering education* (pp. 1-15). Brill.

EK AÇIKLAMALAR

EK A: Bütünleşik STEM Eğitimi Çerçevesi Doğrultusunda Hazırlanan Rubrik

Çizelge A.1. Bütünleşik STEM Eğitimi Çerçevesi Doğrultusunda Hazırlanan Çizelge

| Kategori | Sorular | Kodlar |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gerçek Dünya Problemlerine Odaklanma | Kaç farklı problem durumu kullanılmış? | 0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 |
| | Problem durumunun günlük hayattan verilmiş olması. | Günlük hayattan değil ise 0; Günlük hayattan ise 1, Problem durumu verildiği söyleniyor ise 3. |
| Mühendislik Tasarım Döngüsü | Tasarım çözümlerini yinelemeli olarak geliştirme fırsatlarıyla birlikte tam mühendislik tasarım basamaklarını dâhil etme. | Tasarım yapılıyor ise 0; Sadece tasarım basamağı var ise 1; Tasarım ve değerlendirme basamakları var ise 2; Tasarım, değerlendirme, yeniden tasarım var ise 3; Tasarım, değerlendirme, yeniden tasarım ve yeniden değerlendirme var ise 4. |
| | Verilen problem durumuna ait çözüm çeşitliliği | 1 çözümü var ise 0; Sınırlı çözümü var ise 1; Çeşitli çözümü var ise 2. |
| | Çözüm çeşitliliğinin kaynağı | Çeşitlilik durumu yok ise 0; Materyalden kaynaklanıyor ise 1; Konudan kaynaklanıyor ise 2. |
| Bağlam Entegrasyonu | Problem durumunda yer verilen bağlamlar hangi konularla ilişkilendirilmiştir? | Sosyal konular ise 1, Politik konular ise 2, Sosyal adalet konusu ise 3, Sağlık konuları ise 4, Çevre konuları ise 5, Sanat ile ilgili ise 6, bu konuları içermiyorsa 0. |
| | Problem durumunda yer alan bağlam, konu içeriği, beceriler ve öğrenme hedefleriyle açık bağlantılar içeriyor mu? | Açık bağlantılar içermiyorsa 0; Açık bağlantılar içeriyor ise 1. |
| İçerik Entegrasyonu | Disiplinlerin bir araya getirilme yaklaşımları | Çok disiplinli yaklaşım (multidiscipline) ise 1; Disiplinler arası yaklaşım (interdisciplinary) ise 2; Disiplinler üstü yaklaşım (Transdisciplinary) ise 3. |
| | Bağlam ile içeriğin ilişkilendirilmesi | İlişkilendirme yok 0; Örnek tasarım üzerinden ilişkilendirme 1; Örnek model üzerinden ilişkilendirme 2 |
| Etkin Öğrenci Katılımı | Kendi kendine araştırma yapma fırsatı | Hayır ise 0; Evet ise 1. |
| | Özgün tasarım yapmaya teşvik edilme | Hayır ise 0; Evet ise 1. |
| | Karar verme fırsatı | Maliyet konusunda ise 1; malzeme ise 2; İşlevsellik ise 3; Sosyo-politik konular ise 4; Çevre ise 5; Sosyal adalet ise 6; Estetik ise 7. |
| 21. yy. Becerileri | Hedeflenen 21.yy becerileri | İşbirliği 1; eleştirel düşünme 2; Yaratıcılık 3; Değerlendirme 4; Analiz etme 5; Girişimcilik 6. |
| STEM Kariyerlerine Vurgu | Uygulamanın öneminden bahsetme | Hayır ise 0; Evet ise 1. |
| | Uygulamanın gerçek hayatta uygulanabilir olması | Hayır ise 0; Evet ise 1. |
| | STEM kariyerler hakkında bilgi verme | Hayır ise 0; Evet ise 1. |

EK B: İncelenen Tezler

Çizelge B.1. İncelenen Yüksek Lisans Tezleri

| Çalışma Yılı | Çalışma Türü | Araştırmacının Adı-Soyadı | Araştırmanın Başlığı | Uygulanan STEM Etkinliği/Etkinlikleri |
|--------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2023 | Yüksek Lisans Tezi | Ayşe Nur BAHAR | Fen Eğitiminde STEM Entegreli Argümantasyon Temelli Uygulamaların Ortaokul 6. Sınıf Öğrencilerinin Madde ve Isı Konusundaki Başarılarına, Girişimciliklerine ve Motivasyonlarına Etkisinin İncelenmesi | Isıya dayanıklı kedi evi |
| 2023 | Yüksek Lisans Tezi | Hacer KILIÇKIRAN | Üstün yetenekli ilkokul öğrencilerinde STEM uygulamalarının etkisi | Legolarla Bina Yapımı |
| 2023 | Yüksek Lisans Tezi | Emine ADANUR | 6.Sınıf Öğrencilerinin Bağlam Temelli STEM Etkinliklerine Yönelik Deneyimlerinin İncelenmesi | Güneş Paneli, Rüzgâr Tribünü, Hidroelektrik Santral |
| 2023 | Yüksek Lisans Tezi | Esmâ OLAMAZ | Hafif Düzeyde Zihinsel Engelli Çocuklarda STEM Eğitiminin Neden-Sonuç İlişkilerini Belirleme Üzerindeki Etkisi | Sürtünme Kuvveti |
| 2023 | Yüksek Lisans Tezi | Nazlı ÇİÇEK BOĞA | STEM Uygulamalarının Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerine ve STEM'e Yönelik Tutumlarına Etkisi | Evsel Katı Atıkları Ayrıştırma Tesisi |
| 2023 | Yüksek Lisans Tezi | Asiye Meryem DÜZEN | Geri Dönüşüm Konusuna Yönelik Dijital Oyun Destekli STEM Öğretim Modülünün Geliştirilmesi ve Etkililiğinin İncelenmesi | Evsel Atık, Deniz Kirliliği, Atık Toplama |
| 2023 | Yüksek Lisans Tezi | Afife Gül ŞEKER | 5E ve SOS Öğrenme Modellerine Göre Hazırlanmış STEM Uygulamalarının 6. Sınıf Öğrencilerinin 21. Yy Becerilerine ve STEM Tutumlarına Etkisi | Yapay El |
| 2023 | Yüksek Lisans Tezi | Ayşe KARAPINAR | Yeşil STEM Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Ortaokul Öğrencileri Üzerinde Uygulanması | Akıllı Aydınlatma Sistemleri, Akıllı Sulama Sistemleri, Güneş Enerjisi ile Çalışan Hovercraft, Rüzgâr Evleri |
| 2023 | Yüksek Lisans Tezi | Emir TOKER | E-Twinning Platformunda Uygulanan STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin STEM'e Yönelik Tutum ve Motivasyonlarına Etkisi | Periskop Yapımı |
| 2022 | Yüksek Lisans Tezi | Gökhan YILDIZ | STEM Etkinliklerinin Özel Yetenekli Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi | Elektrikli Araba |
| 2022 | Yüksek Lisans Tezi | Aytekin BİRGİN | STEM Yaklaşımı ile Mevsimlerin Oluşumu Konusunda Bir Öğretim Modülünün Geliştirilmesi Ve Ters Yüz Edilmiş Sınıflarda Uygulanabilirliğinin İncelenmesi | Ev Işığının Geliş Açısı, Kuluçka Makinesi Işık Yönü, Bayrak Direği Boy Hesaplama, Çevre Sorunu Çözmek |
| 2022 | Yüksek Lisans Tezi | Gürsel KALİK | Okul Dışı STEM Etkinliklerinin Bilsem Öğrencilerinin STEM Tutumu ve Girişimcilik Becerilerine Etkisi | Aydınlatma Terliği, Yük Taşıyan Basit Makine Tasarımı, Fırlatma Rampası ile Yükselen Roket, En Sağlam Köprü, En Hızlı Araba |
| 2022 | Yüksek Lisans Tezi | Duygu DUYAL | Çevre Eğitimi Kapsamında Geliştirilen FeTeMM Etkinliklerinin Ortaokul Fen Bilimleri Dersi Öğrencilerinin Çevre Eğitimi ve FeTeMM Eğitimine Yönelik Tutumları Üzerine Etkisi | Çevre Sorununu Çözme |
| 2022 | Yüksek Lisans Tezi | Özge ŞENTÜRK KAYA | Kuvvet ve Enerji Ünitesinin STEM Çemgisi ile Öğretiminin Öğrencilerin Yaratıcılık, Üstbilişsel Farkındalık ve Akademik Başarılarına Etkisi | Terazi ve Dinamometre Yapımı, Elma Taşıma, Arabamı Tasarıyorum, Tinkercard ile Çekiç Tasarlama, Yay Yapma, Mancınık |

| | | | | |
|------|--------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2021 | Yüksek Lisans Tezi | Merve YARICI | STEM Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Fen ve Teknolojiye Yönelik Tutumlarına, Girişimcilik ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi | Lastiğin Gücü, Hayalimdeki Kaydırak, Dönme Dolap, Sudan Harekete |
| 2021 | Yüksek Lisans Tezi | Sibel UYANIK | Ortaokul Öğrencilerine Sosyobilimsel Konu Temelli Çevrimiçi STEM Eğitimine Yönelik Örnek Bir Tasarım Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi | Halkın İkilemi (Ev), Rüzgâr Pervanesi ile Çalışan Araba |
| 2021 | Yüksek Lisans Tezi | Ferda KARA | STEM Yaklaşımına Dayalı Öğrenme Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencileri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi | Muhteşem Külah, Sıvılar Karıştı, Termos |
| 2021 | Yüksek Lisans Tezi | Sevilay YÜZGEÇ | STEM Temelli Etkinliklerle Astronomi Öğretiminin Astronomi Tutumuna Etkisi | Uzay Çöpü Toplama Aracı, Depreme Dayanıklı Uzay Aracı, Yazıcı Geliştirme Robotik, Oyun Hazırlama |
| 2021 | Yüksek Lisans Tezi | Hasan DEMİR | Doğada STEM Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Çevresel Tutumlarına, Bilimsel Yaratıcılıklarına, Yansıtıcı Düşünme Becerilerine, STEM Meslek Alan İlgilerine ve Tutumlarına Etkisi | En Yüksek Taş Kule, Hayvan Barınağı, Karınca Ekosistemi, Paraşüt, Ağaç Ev, Rüzgar Güllü, Kamp, Teleskop, Salıncak, Organik Sebze |
| 2021 | Yüksek Lisans Tezi | Yasemin ADANIR | Proje Tabanlı STEM Eğitiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Okuryazarlıklarına ve Üretici Düşünme Becerilerine Etkisi | Çiftlik Kurma |
| 2021 | Yüksek Lisans Tezi | Büşra Gülin BUYURAN | Ortaokul Fen Bilimleri Dersinde Uygulanan STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin Sorgulama, Problem Çözme Becerileri ile Motivasyonları Üzerine Etkisi | Seramı Yapıyorum, Kendi Şehrimi Planlıyorum, Toprağımızı Oluşturalım, Sürdürülebilir Moda |
| 2021 | Yüksek Lisans Tezi | Gülsüm MEÇO | Arduino ile Desteklenmiş Fen, Mühendislik, Matematik, Teknoloji Eğitimi: Vücudumuzdaki Sistemler | Protez Kol, Mide Modeli, Damar Modeli, Akciğer Modeli, Boşaltım Sistemi Modeli |
| 2021 | Yüksek Lisans Tezi | Tuğba AKKAYA | Ortaokul Öğrencilerinin Oyuncak Tasarlama Sürecinde Fen Bilimleri Dersi Kazanımları ile İlişkilendirilmesinin Belirlenmesi | Oyuncak Tasarımı |
| 2021 | Yüksek Lisans Tezi | Burcu ÇİMEN | Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm Konusunda Uygulanan Probleme Dayalı STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin Akademik Başarı ve Farkındalığı Üzerindeki Etkisi | Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm |
| 2021 | Yüksek Lisans Tezi | Çağla KUTRU | Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) Destekli STEM Eğitiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin 21.Yy Becerilerine Etkisi | Uzay Kirliliğini Temizleyen Araç, Teleskop |
| 2021 | Yüksek Lisans Tezi | Erkan AVCI | STEM Eğitimine Uygun Tasarlanmış Robotik Kodlama Etkinliklerinin Üstün Yetenekli Öğrencilerin Robotik ve Kodlamaya Karşı Tutumuna Etkisinin Belirlenmesi | Yazıcı Geliştirme (Robotik), Oyun Hazırlama |

| | | | | |
|------|--------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2020 | Yüksek Lisans Tezi | Sevgi İZGİ | Fen Bilimleri Dersi Elektrik Enerjisinin Dönüşümü Konusuna 5E Modeli ile Temellendirilmiş Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Yaklaşımının 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi | Rüzgârdan Elektrige Santrali, Güç Santrali Yatırım Planı |
| 2020 | Yüksek Lisans Tezi | Esra ÇAVDAR | Ortaokul Düzeyinde Değer Eğitimiyle Bütünleştirilmiş STEM Eğitimi Uygulamalarının Tasarlanması ve Etkinliğinin Değerlendirilmesi | Sismologlar Etkinliği, Ekosistem Köprüsü, Kızılay'ın Umut Uçuşu, Mimarlar İş Başında, Yanan Lambalar |
| 2020 | Yüksek Lisans Tezi | Sibel ÖZASLAN | Işığın Kırılması ve Mercekler Ünitesine Yönelik STEM Yaklaşımına Göre Geliştirilen Etkinliğin Öğrencilerin Akademik Başarısına ve Tutumuna Etkisi | Işık ile İlgili Ray Sistemi |
| 2020 | Yüksek Lisans Tezi | Erdal ŞİRİN | Girişimcilik Odaklı STEM Etkinliklerinin 7.Sınıf Öğrencilerinin Girişimcilik Becerilerine ve STEM Tutumlarına Etkisi | Rutherford Atom Modeli, Termos Su Arıtma Sürahisi |
| 2020 | Yüksek Lisans Tezi | Nur YAVUZ | 5. Sınıf Fen Bilimleri Dersi İnsan ve Çevre Ünitesinin Öğretiminde STEM Destekli Etkinliklerin Öğrencilerin Çevre Bilincine Etkisinin İncelenmesi | Hepimiz Çöpçüyüz, Rüzgâr Tribünü, Atık Toplayan Araba |
| 2020 | Yüksek Lisans Tezi | Merve EKER | STEM Eğitimi Uygulamalarının 5. Sınıf Öğrencilerinin Fen Motivasyonlarına ve Girişimciliklerine Etkisinin İncelenmesi | Go-Kart Kaymayan Terlik, Yarış Teknesi, Mum Tasarımı |

Çizelge B.2. İncelenen Doktora Tezleri

| Çalışma Yılı | Çalışma Türü | Araştırmacının Adı-Soyadı | Araştırmanın Başlığı | Uygulanan STEM Etkinliği/Etkinlikleri |
|--------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2024 | Doktora Tezi | Selda DEMİREZEN | Uzaktan Eğitimle Gerçekleştirilen Tasarım Temelli STEM Etkinliklerinin 21. Yüzyıl Becerileri Gelişimine Etkisi | Paraşüt Meselesi |
| 2024 | Doktora Tezi | Aysegül ÜLDEŞ | Üç Boyutlu Teknoloji Destekli STEM Etkinliklerinin Dezavantajlı Kız Öğrencilerin STEM Kariyer İlgileri ve Tutumlarına Etkisi | Takım Yıldızını Keşfediyorum, Paraşüt, Zorlu Okul Yollarına Umut Olalım, En Sağlam Su Taşıtı Bizim, Görme Engelli Öğrenciler İçin Bitkilerde Üreme Konusunu Kolaylaştıralım |
| 2023 | Doktora Tezi | Muhammed Akif KURTULUŞ | Argümantasyon ve Otantik Öğrenme Tabanlı STEM Uygulamalarının 21. Yüzyıl Becerilerine ve Akademik Başarıya Etkisi | Konser Zamanı, Müzemizi Koruyalım, Gölgeleğin Gücü Adına, Caretta Caretta, Yıkılmayan Ev, Parlak Lamba |
| 2023 | Doktora Tezi | Ahmet ÇOBAN | STEM Etkinliklerinin 5. Sınıf Öğrencilerinin Problem Çözme Becerileri ve Karar Verme Becerilerine Etkisi | Ateş Böceği, Ağaç Feneri, Sahne Aydınlatması |
| 2023 | Doktora Tezi | Fatih AYKURT | Tasarım Odaklı Düşünme Yaklaşımı ile STEM Etkinlikleri Geliştirme | Örnek Tasarım Odaklı Yaklaşım ile fındıklar ıslanmasın, Rüzgâr Enerjisi ile Çalışan Sokak Lambası, Doğa ve Evren, İhtiyaçlar ve Yenilikçilik |
| 2023 | Doktora Tezi | Nurhan YILDIZ | Ortaokulda Öğrenim Gören Kız Öğrencilerinin STEM Becerilerine, Bilimsel Yaratıcılıklarına ve Kariyer Tercihlerine Tematik STEM Uygulamalarının Etkisi | Köprü Yapımı |
| 2023 | Doktora Tezi | İclal AKMAN | Biyçeşitlilik Konusunda STEM Eğitimi Modülünün Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi | Balık Avlama, Tohum Kutusu Tasarımı Görevi, Kuş Evi Tasarımı Görevi, Arı Otel Tasarımı Görevi |
| 2023 | Doktora Tezi | Pelin YILDIRIM | Fen Bilimleri Dersinde Uygulanan STEM ve STEAM Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına, Motivasyonlarına, Yaratıcılıklarına ve Girişimciliklerine Etkisinin İncelenmesi: Karma Yöntem Araştırması | Su Filtresi, Ev Yapımı Vantilatör, Büyüteçli Koleydeskop (Çiçek Dürbünü) Yapalım |
| 2023 | Doktora Tezi | Arif AÇIKSÖZ | Beklenti Değer Kuramı Temelinde Desteklenen STEM Uygulamalarının STEM Motivasyonu, STEM Kariyer İlgisi ve Bilim Merakı Üzerindeki Etkisi | Rüzgâr Arabası, Rüzgâr Tribünü |

| | | | | |
|------|--------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2022 | Doktora Tezi | Gülsüm Yasemin UZ | STEM Etkinliklerinin STEM Alanlarına Karşı Tutum, Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri, STEM Mesleklerine İlgi ve Farkındalığa Etkisinin İncelenmesi | Arabamı Tasarlıyorum, Atom Etkinlik, Geri Dönüşüm, Çatı Tasarımı, Bitki Bahçem |
| 2021 | Doktora Tezi | Emine KAHRAMAN | STEM Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin STEM Mesleklerine Yönelik İlgilerine, Bilimsel Yaratıcılıklarına ve Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyonlarına Etkisinin Araştırılması | Mikroskop, Uydunu Yap ve Fırlat |
| 2021 | Doktora Tezi | Kevser HERDEM | STEM Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Değerlere Eğilimi ve STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Üzerindeki Etkisi | Su Kaydıracağı |
| 2021 | Doktora Tezi | Sinan ESLEK | Ortaokul Fen Bilimleri Derslerine FeTeMM Aktiviteleri Entegre Edilmesi: Öğrencilerin FeTeMM İlgilerine, Tutumlarına ve Kariyer Hedeflerine Etkisi | Kendi Arabamızı Yapalım, Rasathane, Habitat Oluşturma, Elektrik Süpürgesi, Kendi Alarm Sistemim |
| 2021 | Doktora Tezi | Fatih TOPRAK | Fen Bilimleri Dersi 7. Sınıf Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması Konusundaki STEM Uygulamalarının Etkisinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi | Periskop, El Feneri, Güneş Fırını, Renk Çarkı, 7 Renkli Gece Lambası, Güneş Enerjisi ile Çalışan Araba |
| 2021 | Doktora Tezi | Ceyda ÖZÇELİK | Probleme Dayalı STEM Uygulamalarının Öğrencilerin STEM'e İlişkin Tutumlarına, Öz Düzenleme Becerilerine ve Bilişüstü Yetilerine Etkisi | Geri Dönüşüm |
| 2021 | Doktora Tezi | Berrak KOCAMAN | Analitik Düşünme Temelli Çevrimiçi STEM Öğretim Programının Geliştirilmesi ve Etkililiğinin İncelenmesi | Isı Kalkanı, Robot Kol, Havalı Araba, Yüzen Bahçe, Yayılmaya Son Bakteri, Kuş Evi, Oyunumu Kodluyorum, Paytak Robot, Spektroskopi, Jeodezik Sera, Hareketli Köprü |
| 2021 | Doktora Tezi | Barış ELBİR | Robotik Çalışmalarının STEM Uygulaması Olarak Ortaokul Fen Laboratuvar Uygulamalarına Entegrasyonu | Araç Tasarlar, Robotik Araç Tasarlama |
| 2020 | Doktora Tezi | Dilara SÖNDÜR | STEM etkinlikleriyle desteklenmiş Ters Yüz Öğrenme Modelinin çeşitli değişkenlere etkisi | Eşit Kollu Terazı, Dinamometre, Ağırlık Hesaplama, Ok Yay Yapımı, Lunaparktan Oyuncak, Paraşüt, Sal Yapımı |

ÖZGEÇMİŞ

Esma DEMİRKOL, ilköğrenimini Zonguldak Gülüç Vesile Dikmen İlkokulu, orta öğrenimini Zonguldak İzmirlioğlu Ortaokulu ve lise öğrenimini Zonguldak H. M. A. ve H. Kadri Yılmaz Kardeşler Lisesi'nde tamamlamıştır. 2011 yılında Kastamonu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümünden mezun olmuştur. 2011-2022 yılları arasında Zonguldak Ereğli'de özel eğitim kurumlarında Fen Bilgisi öğretmenliği yapmıştır. 2022 yılından beri de İstanbul'da özel bir eğitim kurumunda Fen Bilgisi öğretmenliği yapmaktadır.