



**T.C**  
**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**STEM EĞİTİMİ: MEKANİK SAAT İLE 7. SINIF ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ  
KONUSUNA YÖNELİK BİR ETKİNLİK**

**SİBEL ADIGÜZEL**

**DANIŞMAN**  
**PROF. DR. ÖMER ÇAKIROĞLU**

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**  
**FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ PROGRAMI**

**İSTANBUL-2019**

**T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**STEM EĞİTİMİ: MEKANİK SAAT İLE 7. SINIF ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ  
KONUSUNA YÖNELİK BİR ETKİNLİK**

**SİBEL ADIGÜZEL**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. ÖMER ÇAKIROĞLU**

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI  
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ PROGRAMI**

**İSTANBUL-2019**

Bu çalışma 24.05.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans Programı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

Prof. Dr. Ömer ÇAKIROĞLU  
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa  
Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi



Prof. Dr. Behiye BEZİR AKÇAY  
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa  
Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi



Prof. Dr. Nesrin ÖZDENER DÖNMEZ  
Marmara Üniversitesi  
Atatürk Eğitim Fakültesi

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimime başladığım ilk günden itibaren bana inanarak yoluma ışık tutan, engin bilgilerinden ve deneyimlerinden yararlanma imkanı bulduğum, sabrı ve babacan tavrıyla karşılaştığım engelleri aşmamda büyük destek olan değerli danışmanım Prof. Dr. Ömer Çakıroğlu'na sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Çalışmamı bu güne getirebilmemde kıymetli zamanlarını ayırarak görüş ve önerileri ile katkı sunan hocalarım; Doç. Dr. Funda Savaşçı Açıklın, Prof. Dr. Behiye Akçay, Prof. Dr. Nesrin Özdenler, Prof. Dr. Filiz Kabapınar'a ve öğrettikleri bilgilerle yarınlara ışık tutacağıma inandığım birbirinden değerli üniversite hocalarıma her birine teşekkür ediyorum.

Tez uygulamamı yaptığım Altunizade Hafize Özal Ortaokulu müdürü Sayın Muhammed Kesici'ye, uygulama aşamasında okuldaki tüm imkanlardan yararlanmamı sağlarken sürecin işleyişinde yardımcı olan sevgili fen bilimleri öğretmenlerim Semra Ünlüsoy, Serap Erbil ve Niyazi Yetgin'e teşekkür ediyorum. Birlikte geçirdiğimiz zaman boyunca çok şey öğrendiğim, attığım her adımda çekinmeden danışma fırsatı bulduğum, zorlukları el ele aştığımız, varlıklarıyla bu sürece büyük anlam katan ve hayatımda olmalarından mutluluk duyduğum güzel dostlarım Aydın Tiryaki, Hilal Çağap ve Rüveyda Yavuz'a şükranlarımı sunuyorum. Daha iyi olmamı sağlayacağını farkına vararak bu sürecin iş hayatıma yansımalarını büyük bir özveri ile tolere eden, manevi desteğini her zaman hissettiğim müdürlerim ve mesai arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

Sahip olmaktan her zaman onur duyduğum, bin bir emekle beni bu güne getiren, hayatta hiçbir şey için geç olmadığını öğreten, iyi yada kötü aldığım her kararın arkasında durarak aile olmanın paha biçilmez kıymetini yaşatan, varlıklarına şükrettiğim babam Erdoğan Adıgüzel'e, annem Gülten Adıgüzel'e, can parçalarım Ezgi Adıgüzel Zencir ve Ebru Adıgüzel'e minnetlerimi sunuyorum. Ailemin bir parçası olarak bu süreçte desteğini esirgemeyen Serhat Zencir, Özde Bakşi, Emre Bakşi, Eren Mavzer ve diğer aile bireylerim, iyi ki varsınız.

SİBEL ADIGÜZEL

## ÖZET

### STEM EĞİTİMİ: MEKANİK SAAT İLE 7. SINIF ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ KONUSUNA YÖNELİK BİR ETKİNLİK

Araştırmada, Mekanik saat ile STEM eğitimi etkinliğinin; öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelik ilgilerine, STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi ve 7. sınıf Enerji Dönüşümleri konusunu anlamalarına yönelik etkisi araştırılmaktadır. Temel nitel araştırma yöntemi kullanılan çalışma, 2017–2018 eğitim-öğretim yılı güz yarıyılında İstanbul ilinde bir devlet ortaokulunun iki 7. sınıfında öğrenim gören 40 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Gruplarının seçimi dört sınıf arasından rastgele yapılmıştır. Görüşmelerin hangi öğrenciler ile yapılacağını belirlemek amacıyla STEM Disiplinlerine İlgili Ölçeği (STEM-DİÖ) kullanılmıştır. Nitel veriler; Mekanik Saat-STEM-Enerji Dönüşümleri İlişkilendirme Formu (MSEDİF), Çalışma Kağıtları (ÇK-1 ve ÇK-2), Etkinlik Değerlendirme Rubriği (EDR) ve Öğrenci Görüşme Formu (ÖGF) ile toplanmıştır. ÖGF ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler, STEM disiplinlerine ilgilerine göre 12 öğrenci seçilerek gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda MSEDİF, EDR ve ÖGF’den elde edilen bulguların birbiriyle uyumlu olması, etkinliğin öğrencilerin STEM disiplinlerine ilgilerini, enerji dönüşümleri konusunu ve STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarını olumlu yönde etkilediğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** STEM eğitimi, STEM disiplinleri, STEM disiplinlerine ilgi, Enerji dönüşümleri, Ortaokul öğrencileri

## ABSTRACT

### STEM EDUCATION: AN ACTIVITY TOWARDS THE SUBJECT OF 7TH GRADE ENERGY CONVERSION WITH MECHANICAL CLOCK

In study, the effects of 'STEM Education Task with Mechanical Clock' was investigated on students' interest in STEM disciplines, students' understanding of the relationship between STEM disciplines and understanding of 7th grade energy conversion. The study, which was carried out basic qualitative research method, was conducted with 40 students studying in the 7th grade of a state secondary school in Istanbul in the fall semester of 2017-2018 academic year. The groups were randomly selected between four classes. The STEM Disciplinary Interest Scale (STEM-DSS) was used to determine which students to conduct the interviews. The qualitative data were collected via Mechanical Clock-STEM-Energy Conversion Association Form (MSSEDIİF), Working Papers (ÇK-1 and ÇK-2), Task Assessment Rubrics (TAR) and Student Interview Form (SIF). Semi-structured interviews with the TAR were carried out by selecting 12 students according to their interest in the STEM disciplines. As a result of the study; the concordance between the findings obtained from MSSEDIİF, TAR and SIF showed that the task positively affects the students' interest in STEM disciplines, understanding of the relationship between STEM disciplines and understanding energy conversion.

**Key Words:** STEM education, STEM disciplines, interest in STEM disciplines, Energy conversion, Secondary school students.

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
GRAFİKLER LİSTESİ.....	x
<b>BÖLÜM I: GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. PROBLEM DURUMU .....	6
1.2. AMAÇ/ HİPOTEZLER / PROBLEMLER VE ALT PROBLEMLER .....	8
1.2.1. Araştırmanın Amacı .....	8
1.2.2. Problem Cümlesi .....	8
1.2.3. Alt Problemler .....	8
1.3. ÖNEM.....	9
1.4. SAYILTILAR (VARSAYIMLAR) .....	10
1.5. SINIRLILIKLAR .....	10
1.6. TANIMLAR.....	10
<b>BÖLÜM II : KAVRAMSAL ÇERÇEVE / ALANYAZIN VE İLGİLİ</b>	
<b>ARAŞTIRMALAR.....</b>	<b>12</b>
2.1. STEM EĞİTİMİ.....	12
2.1.1. STEM Eğitimi Bileşenleri .....	14
2.1.2. STEM Disiplinleri Arasındaki İlişki .....	16
2.1.3. Bütünleştirilmiş STEM Eğitimi .....	18
2.1.4. 5E Öğrenme Modelinin STEM Eğitimine Entegrasyonu .....	20
2.1.5. STEM Eğitimi ve İlgi .....	23
2.1.6. Ülkelerde STEM Eğitimi İle İlgili Gelişmeler .....	23
2.2. STEM EĞİTİMİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR.....	26
<b>BÖLÜM III: YÖNTEM.....</b>	<b>41</b>
3.1. ARAŞTIRMANIN MODELİ.....	41
3.2.EVREN VE ÖRNEKLEM/ÇALIŞMA GRUBU .....	43
3.2.1. Çalışma Grubunun Belirlenmesi .....	43
3.2.2. Etkinlik Kazanımlarının Belirlenmesi.....	44
3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI.....	46
3.3.1. STEM Disiplinlerine İlgili Ölçeği (STEM- DİÖ) .....	47
3.3.2. Döküman İncelemesi.....	48
3.3.2.1. Mekanik Saat-STEM-Eneji Dönüşümleri İlişkilendirme Formu (MSEDIF) .....	48
3.3.2.2. Çalışma Kağıtları (ÇK) .....	49
3.3.2.3. Etkinlik Değerlendirme Rubriği (EDR) .....	50
3.3.3. Görüşme .....	51
3.3.3.1. Öğrenci Görüşme Formu (ÖGF).....	52
3.4. ARAŞTIRMANIN UYGULANMASI .....	53
3.4.1. Pilot Uygulama.....	53

3.4.2. Uygulama .....	55
3.4.2.1. Tanıtım Dersi .....	55
3.4.2.2. Asıl Uygulama .....	55
3.4. VERİLERİN ÇÖZÜMLENMESİ .....	60
3.5. ARAŞTIRMANIN GEÇERLİK VE GÜVENİRLİĞİ .....	61
3.5.1. Araştırmanın Geçerliliği .....	61
3.5.2. Araştırmanın Güvenirliği .....	62
<b>BÖLÜM IV: BULGULAR .....</b>	<b>63</b>
4.1. STEM DİSİPLİNLERİNE İLĞİYE YÖNELİK BULGULAR .....	63
4.2. STEM DİSİPLİNLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİYİ ANLAMAYA YÖNELİK BULGULAR .....	71
4.2.1. MSS(B)'den Elde Edilen Bulgular .....	71
4.2.2. Çalışma Kağıtlarından Elde Edilen Bulgular .....	77
4.2.3. EDR'den Elde Edilen Bulgular .....	85
4.3. ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ KONUSUNU ANLAMAYA YÖNELİK BULGULAR .....	87
4.3.1. MSED(C)'den Elde Edilen Bulgular .....	87
4.3.2. ÖGF'den Elde Edilen Bulgular .....	92
<b>BÖLÜM V: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>95</b>
5.1. SONUÇ VE TARTIŞMA .....	95
5.1.1. STEM Alanlarına İlgiye Yönelik Sonuçlar ve Tartışma .....	95
5.2.2. STEM Disiplinleri Arasındaki İlişkiyi Anlamaya Yönelik Sonuçlar ve Tartışma.....	98
5.2.3. Enerji Dönüşümleri Konusunu Anlamaya Yönelik Sonuçlar ve Tartışma.....	101
5.2. ÖNERİLER .....	104
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>105</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>153</b>



## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 3-1</b> : Şubelerdeki Öğrencilerin Cinsiyete Göre Dağılımı.....	43
<b>Tablo 3-2</b> : Öğrenci Kodlarına Göre STEM-DİÖ Puanları .....	44
<b>Tablo 3-3</b> : MEB Kazanımları ve Mekanik Saat ile STEM Eğitimi Etkinliği Kazanımlarının STEM Disiplinleri ve Revize Bloom Taksonomisi Basamakları.....	45
<b>Tablo 3-4</b> : Araştırma Alt Problemlerine Göre Veri Toplama Araçları, İşlemleri ve veri Analizi.....	46
<b>Tablo 3-5</b> : STEM-CIS ve STEM-DİÖ Güvenirlik Değerleri .....	47
<b>Tablo 3-6</b> : ÇK-1 ve ÇK-2’de Yer Alan Bölümler ve STEM Disiplinleri İlişkisi.....	49
<b>Tablo 3-7</b> : MSS (B) Soruları ile İlişkili EDR Ölçütleri.....	50
<b>Tablo 3-8</b> : EDR Ölçütleri ve İlgili Olduğu STEM Disiplinleri.....	51
<b>Tablo 3-9</b> : STEM-DİÖ Alt Boyutları ile İlişkili ÖGF Soruları .....	52
<b>Tablo 3-10</b> : MSED (C) Sorularıyla İlişkili ÖGF Soruları.....	53
<b>Tablo 3-12</b> : Ders Tasarımı.....	55
<b>Tablo 4-1</b> : STEM Disiplinlerine İlgili Yönelik ÖGF’den Elde Edilen Bulgular.....	64
<b>Tablo 4-2</b> : STEM-DİÖ İlgili Düzeylerinin ÖGF İlgili Düzeyleri İle Karşılaştırılması.....	69
<b>Tablo 4-3</b> :MSS (B)’den Elde Edilen Verilerin Soru-Soru Ön-Son Test Frekans Değerler ve Öğrenci Kodları.....	72
<b>Tablo 4-4</b> : MSS (B)’deki Beş Soruya İlişkin Bireysel Öğrenci Cevapları Ön-Son Test Frekans Değerleri.....	75
<b>Tablo 4-5</b> : Öğrencilerin MSS (B) Sorularına Verdikleri Cevaplar Arası Geçiş Durumlarına Yönelik Öğrenci Frekans ve Yüzde Değerleri.....	76
<b>Tablo 4-6</b> : MSS (B)’de Mekanik Saatteki STEM Disiplinleri Arasındaki İlişkiyi Yeterli Kurabilen Öğrencilerin Kodları ve Frekans Değerleri.....	77
<b>Tablo 4-7</b> : On İki Öğrencinin Yer Aldığı Çalışma Grupları ve Çalışma Materyalleri.....	77
<b>Tablo 4-8</b> : ÇK-1’den Elde Edilen Bulguların Frekans ve Yüzde Değerleri.....	78
<b>Tablo 4-9</b> : ÇK-2’den Elde Edilen Bulguların Frekans ve Yüzde Değerleri.....	79
<b>Tablo 4-10</b> : Öğrenci Çizim ve Modelleri.....	83
<b>Tablo 4.11</b> : EDR’den Elde Edilen Bulgulara Göre Öğrencilerin STEM Disiplinleri Arasındaki İlişkiyi Anlama Düzeyleri.....	85
<b>Tablo 4-12</b> : EDR’de STEM Disiplinleri Arasındaki İlişkiyi Yeterli Düzeyde Anlayan Öğrencilerin Kodları ve Frekans Değerleri.....	85
<b>Tablo 4.13</b> : STEM Disiplinleri Arasındaki İlişkiyi Yeterli Düzeyde Anlamaya Yönelik MSS(B) ve EDR’den Elde Edilen Bulgular.....	86
<b>Tablo 4-14</b> : MSED (C)’deki Dokuz Soruya İlişkin Bireysel Öğrenci Cevaplarının Ön-Son Test Frekans Değerleri.....	88
<b>Tablo 4-15</b> : MSED (C)’den Elde Edilen Verilerin Soru-Soru Ön Test-Son Test Frekans Değerleri ve Öğrenci Kodları .....	89
<b>Tablo 4-16</b> : Öğrencilerin MSED (C) Sorularına Verdikleri Cevaplar Arası Geçiş Durumlarına Yönelik Öğrenci Frekans Ve Yüzde Değerleri.....	91
<b>Tablo 4-17</b> : Enerji Dönüşümlerini ve STEM Disiplinlerini Anlamaya Yönelik ÖGF’den Elde Edilen Bulgular.....	92

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1-1: Ağırlık ile Çalışan Saat Mekanizması.....	5
Şekil 1-2: Zemberek ile Çalışan Saat Mekanizması.....	5
Şekil 2-1: STEM'in Tarihi Gelişimi.....	12
Şekil 2-2: STEM Disiplinleri.....	14
Şekil 2-3: Öğretim Modellerinin Gelişimi ve Kökeni.....	21
Şekil 3-1: Nitel Araştırma Basamakları.....	41
Şekil 3-2: Araştırmanın Süreci.....	42
Şekil 3-3: İki Mekanik Saatin Çalışma Mekanizmasına Ait Görseller .....	56
Şekil 3-4: Çekim Potansiyel Enerjisini Kinetik Enerjiye Dönüştüren Saat Modeli .....	57
Şekil 3-5: Esneklik Potansiyel Enerjisinin Kinetik Enerjiye Dönüştüğü Mekanik Saat .....	58
Şekil 3-6: Gear Generatör Ara Yüzü.....	59
Şekil 3-7: Dişli Tasarım Örneği.....	59
Şekil 4-1: ÖY2 Kodlu Öğrenciye Ait Örnek.....	73
Şekil 4-2: ÖO5 Kodlu Öğrenciye Ait Örnek.....	73
Şekil 4-3: ÖD11 Kodlu Öğrenciye Ait örnek.....	73
Şekil 4-4: ÖY1 Kodlu Öğrenciye Ait Örnek.....	74
Şekil 4-5: ÖD10 Kodlu Öğrenciye Ait Örnek.....	74
Şekil 4-6: ÖO7 Kodlu Öğrenciye Ait Örnek.....	74

## GRAFİKLER LİSTESİ

<b>Grafik 4-1:</b> MSED (C)'deki 9 Soruya İlişkin Öğrenci Doğru Cevap Sayılarının Ön-Son Test Frekans Değerleri Karşılaştırması.....	88
<b>Grafik 4-2:</b> MSED (C)'nin Soru-Soru Doğru Cevaplanma Ön-Son Test Frekans Değerleri.....	90
<b>Grafik 4-3:</b> MSED (C) Sorularına Göre 12 Öğrencinin Cevap Geçişleri.....	91

## BÖLÜM I: GİRİŞ

Geçmişten günümüze eğitim; ülkelerin sürekli değişen politik, sosyal ve ekonomik durumlarına göre şekillenmiştir (Blackley ve Howell, 2015; Williams, 2011). Bu nedenle ekonomik büyümenin ve yenileşmenin anahtarı olarak görülen Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin eğitimi, ülkelerde her zaman ilgi görmüştür (Thomosian, 2011). 1600'lü yıllarda modern bilimin Batı uygarlıklarında yer almasına kadar dayanan bu ilginin gelişimi incelendiğinde akademik disiplinlerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesinin amaçlandığı görülmektedir (Hurd, 1998). Bu amaç doğrultusunda; 1620'de Fransa'da insan gücünün daha iyi kullanılabilmesi için insanların bilimsel olarak donatılmasının gerekliliğine dikkat çekilmiş, 1728'de Amerika'da okullarda pratik bilimler öğretilmeye başlanmış, 1847'de İngiltere'de bilimin sadece bilim adamlarının çalışmalarından ibaret olmadığı ve herkes için uygulanabilecek bir alan olduğu vurgulanmıştır. 1859'da İngiltere'de okullarda fen eğitimi uygulamalarının yer almaması ve endüstrinin bilime bağlı olmaması bir sorun olarak görülmüştür (Hurd, 1998; Springer, Stanne ve Donovan, 1999).

1930'da Amerika'da eğitimciler müfredatın kişisel yaşam, kişisel-sosyal ilişkiler ve ekonomik ilişkileri kapsayacak şekilde yapılandırılması gerektiğini, 1959'da ise bilim ve mühendislik bilgisinin sosyal ve kültürel hayatı ilerletmek için nasıl kullanılması gerektiğini tartışmış ve modern hayatta bilim-teknoloji alanından anlayan vatandaşlara ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. 1950 ve 1960 arası dönemde ders programlarının içeriği, bilimsel okuryazarlık, disiplinlerin klasik yapısı ve sorgulama biçimlerini anlama üzerinde durulmuş ve eğitimin tek disipline bağlı olmasının önüne geçilmeye çalışılmıştır. 1970'lerde fen eğitiminin bilim ve teknolojinin anlaşılması üzerine odaklanması görüşü ortaya çıkmış ve 1983'de çağdaş bilim 'uygulamalı teknoloji' ve 'teknobilim' gibi isimlerle anılmaya başlanmıştır (Froyd, Wankat ve Smith, 2012; Seymour, 2000; Thomosian, 2011).

1990'lara kadar STEM disiplinlerini birbirinden ayrı olarak geliştirme (Kasım ve Ahmed, 2018) veya kısmen birleştirmeye yönelik politikalar, eğitim sistemlerinde istenilen olumlu değişiklikleri sağlayamamış ve bütün disiplinlere odaklanılması gerektiği düşüncesi hakim olmuştur (Breiner, Harkness, Johnson, Koehler, 2012). Amerika Birleşik Devletleri (ABD) gibi gelişmiş ülkelerde söz konusu disiplinlerin bütünleştirilmesinin önemini vurgulayan çalışmalar yapılmış ve ABD'de "SME&T" terimi bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji için ortak bir terim olarak kullanılmıştır. 1996 yılından sonra **Science**, **Technology**, **Engineering** and **Mathematics** (STEM), ABD Ulusal Bilim Vakfı (NSF)'nda düzenlenen fen eğitimi ile ilgili bir kurum toplantısının ardından ortak kullanıma girmiş (Siekmann ve Korbel, 2016) ve 2000'li yıllarda eğitime getirdiği yenilikçi bakış açısıyla küresel ölçekte önem kazanmıştır (Gülhan ve Şahin, 2016).

2004'de Amerika'da örgün eğitim sisteminde temel bilimlerin geri plana itilmesi, mühendisliğin ön plana çıkması ve bu alana önemli ekonomik desteğin yapılması, fen ve matematik eğitimcilerini de mühendislik eğitime yönlendirmiştir. 2010'larda ise mühendislik eğitiminin ilk ve ortaokul müfredatlarına entegrasyonunu sağlamak ve öğrencilerin ilgilerini STEM disiplinlerine çekmek amacıyla ortaya çıkan "Bütünleştirilmiş STEM" kavramı eğitimciler tarafından benimsenmiştir (Aydeniz ve Bilican, 2017). NSF, bütünleştirilmiş STEM eğitimi sadece STEM disiplinlerine değil aynı zamanda psikoloji, sosyoloji gibi sosyal-davranış bilimlerini de içerecek şekilde tanımlamıştır (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012).

Bazı ülkelerde son otuz yıldır eğitime entegre bir şekilde sunulmuş olmasına rağmen STEM, son on yılda hızlı bir şekilde dönüşerek yaygınlaşmıştır (Williams, 2011; Siekmann ve Korbel, 2016). Zamanla farklı öğeler eklenen STEM; STEAM (STEM+Art), STEM+C (STEM+Computing), STEM+E (STEM+Entrepreneurship), STREAM (**S**cience, **T**echnology, **R**eading/**R**eligion, **E**ngineering, **A**rts, **M**ath) ve STEAM GLASS (**S**cience, **T**echnology, **E**ngineering, **A**rts, **M**ath, **G**eography, **L**anguage Arts, **S**ocial Studies) gibi yaklaşımları doğurmuştur (Kılıç ve Ertekin, 2017, Akt. Çolakoğlu ve Gökben, 2017).

Bu yaklaşımların çekirdeğinde fen eğitimi ve uygulamalarının bulunduğu bilincinde olan birçok ülke, öğrencilerin birbirine bağlı bir fen anlayışı geliştirmelerine yardımcı olmak için bilim standartlarını ve fen müfredatlarını disiplinlerarası kesişen kavramları içerecek şekilde güncellemiştir (Bybee, 2010; Opitz, Neumann, Bernholt ve Harms, 2017). Fen müfredatında yer alan fizik, kimya ve biyoloji konularının temelini oluşturan ‘Enerji’; disiplinlerarası kesişen bir özellik göstermesi ve fen müfredatında çeşitli konular içinde yer alması nedeniyle öğrencilerin en zor kavradıkları kavramlardan birisidir. Aynı şekilde öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları olayları enerji kavramı açısından incelemeleri istendiğinde, enerjinin bir türden diğerine dönüştüğünün farkında olma ve enerjinin korunumunu anlama konularında da zorluklar yaşadıkları araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır (Ponikvar ve Planinsic, 2008; Töman ve Çimer, 2012).

Enerji dönüşümü, enerjiye göre daha soyut olmakla birlikte ilk-son durumu hesaplanabilir olduğunda anlaşılabilen bir kavramdır. Öğrenilmesi zor olan bu kavramlar, öğrencilere günlük yaşamdan daha ayrıntılı örnekler verilerek, farklı deney-etkinliklerle ve görsel olarak basite indirgenerek açıklanabilir (Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009). Enerjinin günlük yaşamda mühendislik ve teknolojideki birçok uygulama için merkezi bir konu olması, enerji korunumunun yüksek düzeyde bilgi entegrasyonu gerektirmesi (Herrmann-Abell ve DeBoer, 2017) ve bilgilerin somutlaştırılmasına duyulan ihtiyaç (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015) nedeniyle bu çalışmada, bu kavramların alan bütünleştirmesini sağlayan STEM eğitimi ile verilmesi uygun görülmüştür.

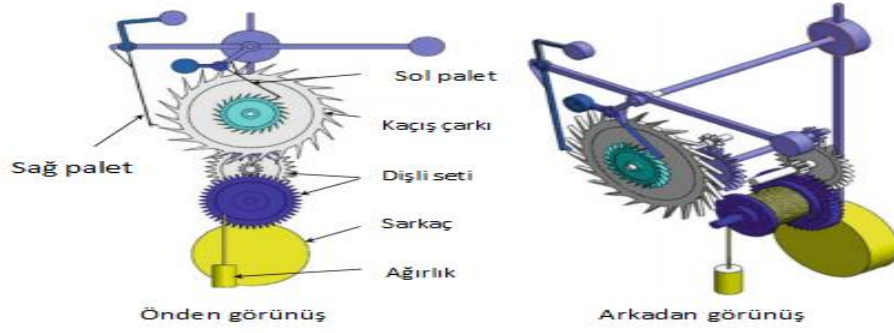
STEM eğitimi ile verilecek enerji kavramının, çeşitli bilim bağlamlarındaki problemlerin çözümüne fırsat vermesi ve öğrencilerin bir sistemin sınırları içerisindeki enerji dönüşümlerini analiz etmede kullanabilecekleri bir araç olması önemlidir. Çünkü farklı enerji formları arasındaki dönüşümü analiz eden öğrenciler, tanımlanmış bir sistemde hangi süreçlerin gerçekleşebileceği hakkında tahminlerde bulunabilir (Opitz, Neumann, Bernholt ve Harms, 2017). Bu nedenle bu çalışmada, öğrencilerin enerji dönüşümlerini somut bir şekilde görebilecekleri, analiz edebilecekleri, günlük yaşamla bağlantılı ve STEM disiplinlerini kapsayan bir sistem olan mekanik saat kullanılmıştır.

## Mekanik Saat-Enerji ilişkisi

Mekanik saat, temelde enerji dönüşümü prensibini kullanarak zamanı göstermeye yarayan alettir (Tam, Fu ve Du, 2007). Tipik bir mekanik saat; her saatin çalışması için gereken enerji kaynağı (örneğin belirli bir yükseklikte asılı bir kütlenin çekim potansiyel enerjisi veya bir yayın esneklik enerjisi), enerjinin saat boyunca aktarılması için dişli çark setleri, potansiyel enerjinin tek seferde kaçmasını engellemek için bir kaçış mekanizması (saat maşası), kaçış hızını kontrol eden bir kontrol edici (sarkaç veya denge yayı) ve zaman göstergeleri (akrep, yelkovan ve saniye çubuğu) elemanlarından oluşur (Buyse, 2017; Wagner, Huey, Knaub, Volk ve Jagarwal, 2010).

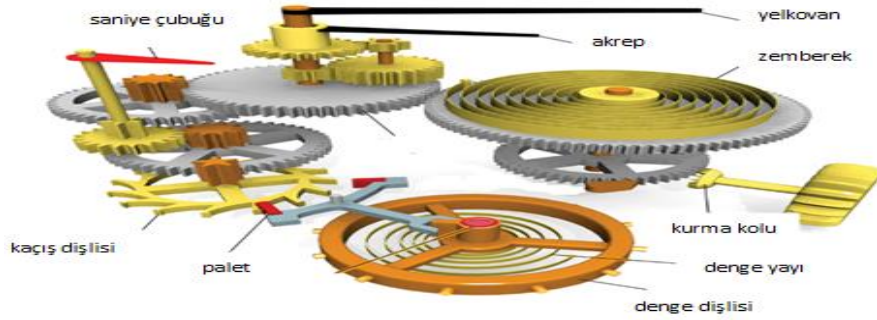
Mekanik saatler genellikle ağırlık veya yay kurmalı sistemi ile çalışırlar. Ana dişlinin dönmesi için gerekli enerji, ya saatin içerisinde ipe bağlı bir ağırlığın yavaş yavaş aşağı inmesi ya da saate yerleştirilen bir zembereğin yavaşça açılması ile sağlanır (Tam, Fu ve Du, 2007). Kaçış mekanizması (saat maşası) da dönmekte olan bir dişli çarkın dişlerine birer birer takılarak dişliyi önce durdurup sonra serbest bırakır ve dişlerin aynı zaman diliminde dönmesine imkan verir (Akbulut, 2012). Ağırlık ile çalışan saatlerde kaçış mekanizmasının kontrolü bir sarkaç ile sağlanırken zemberek kullanılan saatlerde ikinci bir zembereğin bağlı olduğu çok ince bir telden yapılan denge yayı ile sağlanır (Hebra, 2010).

Ağırlık ile çalışan saatlerde, ağırlığın bağlı olduğu ip bir anahtar yardımıyla sarılır ve yükseklik kazanan ağırlığın çekim potansiyel enerjisini arttırır. Bu sayede enerjinin yoktan var, vardan da yok olmadığını söyleyen enerji korunumu yasasına göre, mekanizmaya daha fazla güç sağlanabilir. Ağırlığın aşağı inmesi sırasında bağlı olduğu dişli seti dönerek çekim potansiyel enerjisini kinetik enerjiye dönüştürür (Woodford, 2018).



**Şekil 1-1:** Ağırlık ile Çalışan Saat Mekanizması (Du ve Xie (2013, s. 18)'den uyarlanmıştır.)

Zemberek bulunan saatlerde ise, esnek helezonik (sarmal) çelikten yapılan bir zemberek anahtar yardımıyla sarılır ve esneklik potansiyel enerjisi depolanır. Zembereğin yavaş yavaş açılması sırasında bağlı olduğu dişli seti dönerek esneklik potansiyel enerjisini kinetik enerjiye dönüştürür (National Watch & Clock Collectors, 2018).



**Şekil 1-2:** Zemberek ile Çalışan Saat Mekanizması ( Encyclopedia Britannica, Inc. (2011)'den uyarlanmıştır.)

Çeşitli enerji formlarının dönüşümünün gerçekleşmesi mekanik saati, enerji dönüşümleri konusunda iyi bir öğretim materyali yapmaktadır. Aydın ve Balım (2005), enerji dönüşümleri konusunda disiplinlerarası yaklaşımı kullanarak yaptıkları çalışmada mekanik saatteki enerji dönüşümlerini; “*bir çalar saati kurarken kullanılan kinetik enerjinin, saatin yayında şekil değiştirme enerjisine dönüştüğü*” (s.157) şeklinde ifade ederek enerji dönüşümü ile ilgili bu ilişkilerin kurulmasını sağlayacak etkinliklerin öğrencilerin enerji dönüşümleri konusunu görsel olarak anlamalarında yardımcı olabileceği sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca mekanik saat mekanizması, elemanlarının tasarımı ile mühendislik disiplininin temel kavramlarını somutlaştırmaktadır. Mekanik saat sahip olduğu teknolojik alt yapıyla da yenilik ve eleştirel düşünmeyi teşvik etmektedir (Wagner v.d, 2010).



## 1.1. PROBLEM DURUMU

Bilim ve teknolojideki değişim ve gelişim doğrultusunda kişilerin sahip olması gereken bilgi ve beceriler de değişmektedir. İçinde bulunduğumuz yüzyılın bir gereksinimi olarak; günlük yaşam problemlerini çözebilen, işbirliğine yatkın ve iletişim becerileri gelişmiş, bilgiye hangi yollardan ulaşabileceğinin farkında olan ve bu doğrultuda teknolojiden yararlanabilen, üretken bireylere ihtiyaç duyulmaktadır (Uluyol ve Eryılmaz, 2015). Bu ihtiyacın karşılanmasında önemli bir rol üstlenen STEM eğitimi, disiplinler arası bir yaklaşımı temel alarak bireylerin bilim ve teknoloji çağında fırsatları değerlendirmelerini, dünya genelinde girişimci olmalarını, okul, meslek seçimleri ve toplum faydası arasındaki ilişkileri kurmalarını sağlar (Eroğlu ve Bektaş, 2016).

Genelde gelişmiş ülkelerde yapılan pek çok çalışmada uzun süredir araştırılan ve kariyer seçimini sağlayarak işgücü yetiştirme odaklı hükümet politikalarının geliştirildiğı, okullarda eğitiminin verilmeye başlandığı “STEM disiplinlerinin entegrasyonu” ülkemizde henüz yaygın değildir (Gülhan ve Şahin, 2016). Okullarımızda STEM’in teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin birlikte kullanıldığı ‘Teknoloji ve Tasarım’ dersi yer alsa da fen ve matematik ayrı ayrı dersler olarak verilmektedir. Oysaki, öğrenciler için STEM okuryazarlığı önemlidir (Bybee, 2010). Bu nedenle, STEM eğitiminin farklı bilgi alanlarının kullanılmasını sağlayarak STEM okuryazarlığını geliştiren bir yaklaşım olması açısından ilköğretim programlarında kullanılması gerekir (Moore ve Richards, 2012; Tiryaki, Çakıroğlu ve Yaman, 2019).

Erken müdahaleler ile STEM disiplinlerine yönelik ilginin oluşturulması ve geliştirilmesi de öğrencilerin gelecekteki kariyer ve meslek seçimlerini bu alanlarda yaparak işgücüne katılmalarına katkı sağlar (Knezek, Christensen, Tyler-Wood ve Periathiruvadi, 2013). Bu gerekçelerle STEM eğitiminin ülkemiz için de çok önemli olduğunu belirten Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) öğrencilerimizin özellikle STEM disiplinlerine ilgilerini arttırarak bu alanlarda meslek seçmelerine katkıda bulunmak ve iş hayatlarında başarılarını arttırmak için yeterli bilgi birikimine erkenden sahip olma bakımından STEM eğitiminin başlatılmasının gerekliliğine dikkat çekmiştir (MEB, 2016).

STEM öğrenme deneyimlerinin başarılı olması, disiplinlerde ilişkilendirmenin etkili şekilde yapılarak öğrenci öğrenmelerinin desteklenmesine bağlıdır. Bu nedenle, STEM öğretmenlerinin, içeriğe özel ilgi çekici öğretim materyalleri tasarlaması gerekir (Basham, Israel ve Maynard, 2010). Bu çalışmada enerji dönüşümleri konusu, öğrencilerin disiplinlerarası kesişen kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olmak amacıyla öğretim materyalleri ve değerlendirme araçlarının tasarlanması için bir temel olarak kullanılmıştır. Enerji dönüşümleri konusunda öğrencilere mekanik saat ile gerçek, görsel, uygulamalı ve somut bir yaşam problemi sunulmuştur. Müfredata dahil edilecek gerçek yaşam problemlerinin, öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelik ilgi, motivasyon ve yaratıcılığını arttırarak bu alanlarla ilgili kariyer yapan öğrenci sayısında artış sağlayacağı önceki araştırmalarda da vurgulanmıştır (Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014).

Literatürde STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmalarda;

- a. Fen ve matematik alanlarına yönelik akademik başarıya etkisi (Ceylan, 2014; Irwin, 2013; Olivarez, 2014; Yıldırım ve Altun, 2015)
- b. Problem çözme becerilerine etkisi (Abdullah, Halim ve Zakaria, 2014; Cooper ve Heaverlo, 2013; Elliott, Oty, Mcarthur ve Clark, 2001; Kim ve Choi, 2012)
- c. STEM'e yönelik tutuma etkisi (Gülhan ve Şahin, 2016; Kang, Ju ve Jang, 2013; Karahan, Canbazoglu-Bilici ve Ünal, 2015; Tseng, Chang, Lou ve Chen, 2013; Yamak, Bulut ve Dünder, 2014)
- d. STEM disiplinlerine yönelik ilgiye etkisi (Christensen ve Knezek, 2017; Cooper ve Heaverlo, 2013; Pekbay, 2017; Sellami, El-Kassem, Al-Qassass ve Al-Rakeb; 2017; Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Wyss, Heulskamp ve Siebert, 2012; Yıldırım, 2016).
- e. Bilimsel süreç becerilerine etkisi (Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes, 2013; Yamak, Bulut ve Dünder, 2014),
- f. PISA [Program for International Student Assessment] ve TIMSS [Trends in International Mathematics and Science Study] sınavları üzerindeki etkisi (Lee, Park ve Kim, 2013; Shin ve Han, 2013),
- g. Öğretmenlerin STEM'e yönelik görüşleri (Eroğlu ve Bektaş, 2016; Shin ve Han, 2013; Tantu, 2017; Thomas, 2014; Yıldırım, 2017) konularına yoğunlaştığı görülmektedir.

Özellikle ulusal literatürde STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerine uygulandığı, STEM disiplin entegrasyonu ile tasarlanmış öğretim uygulamalarının öğrencilerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlaması konusundaki çalışmalar sınırlı sayıdadır (Çiftçi, 2018; Güder ve Gürbüz, 2018). STEM eğitimi etkinlikleri ile yapılmış olan birkaç çalışma içerisinde (Ercan ve Şahin, 2015; Delen ve Krajcık, 2017a; Hudson, English, Dawes, King & Baker, 2015; Tati, Firman ve Riandi 2017; Yılmaz, Gülgün, Çağlar, 2017) “Enerji Dönüşümleri” konusunda potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştüğünü örnekleyen, günlük hayatta kullanılan ve STEM disiplinlerinin ilişkilendirilmesini sağlayan bir materyal ile yapılmış çalışmaya nadiren rastlanmıştır. İlgili literatür doğrultusunda, mekanik saat elemanlarını STEM disiplinleriyle ve enerji dönüşümleri konusu ile ilişkilendirmenin literatürdeki bu eksikliği gidermeye katkı sağlayacağı kanısındayız.

## **1.2. AMAÇ/ HİPOTEZLER / PROBLEMLER VE ALT PROBLEMLER**

### **1.2.1. Araştırmanın Amacı**

Araştırmanın amacı, enerji dönüşümleri konusunun öğretiminde, yedinci sınıf öğrencilerinin Mekanik Saat ile STEM etkinliği deneyimlerinin, enerji dönüşümlerini anlamaları ve STEM disiplinleri hakkındaki kazanımları açısından değerlendirilmesidir.

### **1.2.2. Problem Cümlesi**

Mekanik saat ile STEM etkinliği 7. sınıf öğrencilerinin, STEM disiplinlerine yönelik ilgilerini, STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi ve enerji dönüşümleri konusunu anlamalarını nasıl etkilemektedir?

### **1.2.3. Alt Problemler**

1. Mekanik Saat ile STEM Etkinliği, farklı ilgi düzeyindeki (düşük, orta ve yüksek ilgi) öğrencilerin STEM disiplinlerine ilgilerini nasıl etkilemektedir?
2. Mekanik Saat ile STEM Etkinliği, farklı ilgi düzeyindeki (düşük, orta ve yüksek ilgi) öğrencilerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarını nasıl etkilemektedir?

3. Mekanik Saat ile STEM etkinliği, farklı ilgi düzeyindeki (düşük, orta ve yüksek ilgi) öğrencilerin enerji dönüşümleri konusunu anlamalarını nasıl etkilemektedir?
4. Tüm çalışma grubunda STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlama açısından durum nedir?

### 1.3. ÖNEM

Fen eğitiminde STEM, yeni bir yaklaşımdır (Dugger, 2010) ve yenilikçi bir nesil yetiştirme amacı taşıyan ülkeler tarafından araştırılmaktadır (Bybee, 2010). Yapılan araştırmalar, ilköğretimde kazanılan bilgi ve becerilerin diğer öğretim kademelerinin temelini oluşturması nedeniyle STEM eğitiminin bu seviyeden başlanarak verilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Yıldırım ve Selvi, 2016). İlköğretim STEM eğitiminde, öğrencilerin STEM disiplinlerindeki temel bilgi düzeylerinin artırılması ve üniversite düzeyinde bu disiplinlerde meslek seçecek öğrenciler için ön hazırlık yapılması olmak üzere iki temel amaç vardır (Thomasian, 2011). Ülkemizde, STEM alanlarına yerleşme yüzde oranlarında 2000 yılından 2014 yılına kadar bir düşüş yaşanması nedeniyle (Akgündüz v.d, 2015) bu alanlarda erken eğitimlere başlanması bir gereklilik olarak görülmektedir. Bu nedenle araştırma, öğrencilerin gelecekteki eğitimlerine temel oluşturulması gereği göz önüne alınarak ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir.

Ortaokul öğrencilerinin fen öğretim müfredatı içerisinde anlamakta zorlandıkları konuları araştıran çalışmalar incelendiğinde, Piaget'in bilişsel gelişim dönemleri olan somut işlemler döneminden soyut işlemler dönemine geçme aşamasında bulunan ortaokul düzeyindeki öğrencilerin enerji dönüşümleri konusunu anlamakta zorlandığı ve somut örneklere ihtiyaç duyduğu görülmektedir (Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009).

Bu çalışmada kullanılan mekanik saatte; enerji dönüşümlerinin fen ile ilgili olması, mekanik saat parçalarının tasarımı ve yapımında teknoloji, mühendislik ve matematik kullanılması ve yine zamanın ölçülmesinde matematikten yararlanılması, mekanik saatin STEM disiplinleriyle doğrudan bağlantılı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle STEM eğitiminin, bilgileri somutlaştırarak günlük hayat ve disiplinler arasında ilişkilendirmeyi sağlaması açısından öğrenci öğrenmelerini destekleyeceği

düşünülmektedir. Ayrıca, STEM eğitimi ile enerji konusundaki araştırmaların daha çok alternatif enerji kaynakları gibi birden fazla enerji dönüşümünü örnekleyen konulara yöneldiği görülmektedir. Bu çalışma, özel olarak 'Kuvvet ve Enerji' ünitesi potansiyel ve kinetik enerji dönüşümü konusunu incelediğinden diğer araştırmalardan farklıdır ve enerji dönüşümleri konusuna temel oluşturması açısından önemlidir.

#### **1.4. SAYILTILAR (VARSAYIMLAR)**

1. Öğrencilerin araştırmada kullanılan veri toplama araçlarına gerçekçi ve içten cevap verdikleri varsayılmaktadır.

#### **1.5. SINIRLILIKLAR**

Araştırma,

1. 2017 – 2018 eğitim öğretim yılının birinci dönemi,
2. İstanbul ili Üsküdar İlçesi Hafize Özal Ortaokulu fen bilgisi dersini alan 7. sınıf öğrencileri,
3. Kuvvet ve Hareket Ünitesi, Enerji Dönüşümleri konusu, Mekanik saatte potansiyel ve kinetik enerji dönüşümü,
4. 8 ders saati içerisinde uygulanan STEM Eğitimi etkinliği ile sınırlıdır.

#### **1.6. TANIMLAR**

**STEM Eğitimi Yaklaşımı:** Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi dört önemli disiplinin birbirleriyle entegrasyonunu kapsayan ve disiplinler arası uygulamayı içeren bir öğrenme-öğretme sistemidir (Bybee, 2010; Ceylan , 2014).

**STEM Disiplinlerinin İlişkilendirilmesi:** Araştırma kapsamında Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering), Matematik (Mathematics) disiplinleri ve gerçek dünya problemleri arasında bağlantılar kurulması anlamına gelmektedir ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmek amaçlanmaktadır (Yıldırım ve Altun, 2015).

**Mekanik Saat ile STEM Etkinliği:** Araştırma kapsamında, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin her birini içererek kinetik-potansiyel enerji dönüşümünü örnekleyen mekanik saat ile yapılan ve STEM disiplinlerine ilgiye odaklanan etkinlikleri ifade etmektedir (Tati, Firman ve Riandi 2017).

**STEM Disiplinlerine Yönelik İlgi :** Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine yakınlık duyma, hoşlanma, sevmeye, başarılı olmayı ve bu disiplinlerdeki meslekleri seçmeyi istemeyi ifade etmektedir (Pekbay, 2017).

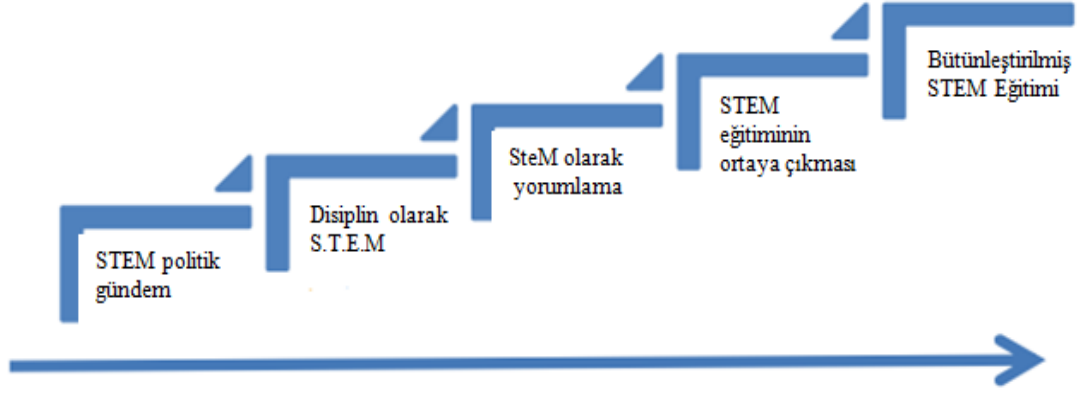
## **BÖLÜM II : KAVRAMSAL ÇERÇEVE / ALANYAZIN VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR**

### **2.1. STEM EĞİTİMİ**

STEM kısaltması, 1990'larda ilk kez ABD Ulusal Bilim Vakfı (NSF) tarafından lisans eğitiminin değerlendirilmesi için düzenlenen bir raporda 'SME&T' olarak yer almıştır (Sanders, 2009). 2001 yılında ise yine bir raporla NSF Eğitim ve İnsan Kaynakları Müdürü Dr. Judith Ramaley, bilim ve teknolojinin diğer iki disiplini desteklediğini vurgulayarak 'SME&T' kelimesi yerine kulağa daha hoş gelen 'STEM' kısaltmasını kullanmış ve yenileşme yolunda gerçek problemlerin çözümü ve fırsatların oluşturulmasını içeren eğitsel bir sorgulama olarak tanımlamıştır (Banning ve Folkestad, 2016; Breiner v.d, 2012).

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine azalan ilginin, bilim ve teknolojinin gelişmesi önünde bir engel olduğunu bildiren ve yapılması gerekenler konusunda bilgiler içeren bu rapordan sonra birçok ülkede ASEE (American Society for Engineering Education), ITEEA (International Technology and Engineering Educators Association) ve NAE (The National Academy of Engineering) v.b. oluşumlar benzer çalışmalar yapmıştır. Ülkelerin nitelikli insan gücü yetiştirmeye duydukları ihtiyaç STEM'in önce politik çerçevede ele alınmasına neden olmuş ve STEM'in gelişimini başlatmıştır (Sainsbury, 2007; Akt: Karataş, 2017).

Ekonomik hakimiyeti koruma isteği, STEM disiplinlerinde eğitimin geliştirilmesine odaklanılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. STEM kavramı eğitim reformu için başlangıçta dört farklı disiplin alanında akademisyenler ve profesyoneller tarafından desteklenmiştir. Öncelikli olarak fakülte programlarındaki öğrenci kayıt sayısının artırılması hedeflenmiştir (Sanders, 2012). 1990'larda ise bilim ve matematiğe yönelik gönüllü ulusal eğitim standartlarının üretilmesi de dahil olmak üzere, büyük iyileştirmeler yapmak için tekrarlanan çabalar görülmüştür (Bybee, Taylor, Gardner, Van Scotter, Powell, Westbrook ve Landes, 2006). Bu disiplinlerdeki eğitimin niteliğini artırma çalışmalarından sonra STEM, okul dışı ortamlarda da popüler olarak çalışılmış ve pedagojik olarak gelişim göstermiştir (Blackley ve Howell, 2015).



Şekil 2-1: STEM'in Tarihi Gelişimi (Blackley ve Howell (2016, s. 108)'dan uyarlanmıştır.)

S.T.E.M disiplinlerinin ayrı ayrı gelişim göstermesi daha küçük öğretim seviyelerinde bazı problemlere yol açmıştır. Mühendisliğin ilk ve ortaokullarda bir konu alanı olmaması (Bybee, 2010) ve teknolojinin okul müfredatlarında bilgi teknolojisi (programlama ve bilgisayarların kullanılması) ve tasarım teknolojisi (makine ve süreçlerin kullanılması) olarak iki farklı şekilde yer alması nedeniyle bu alanın nasıl verileceği konusunda anlaşmazlıkların çıkması, S.T.E.M'in S.t.e.M olarak yorumlanmasına neden olmuştur (Blackley ve Howell, 2015). Yani bu öğretim düzeylerinde öğretmenler geleneksel fen ve matematik öğretimine odaklanmış ve teknoloji-mühendislik bileşenlerini neredeyse göz ardı etmiştir (Moore ve Smith, 2014). Bunun sonucunda eğitimciler tarafından STEM disiplinlerinin eğitim kurumlarında nasıl verilmesi gerektiği tartışılmaya başlanmış ve STEM'in potansiyel pedagojik etkisinin kabul edilmesiyle "STEM Eğitimi" kavramı ortaya çıkmıştır (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012).

Bu doğrultuda STEM eğitiminin uygulanması amacıyla ortaokul müfredatına tasarım dersini, fen derslerine mühendisliği eklemek ve kulüp çalışmalarında bulunmak gibi fikirler ortaya ortaya atılmıştır (Roehrig vd., 2012; Akt: Karataş, 2017). Bu fikirlere dayanan eğitim yaklaşımlarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içeriklerini birbirinden kopuk olarak vermesi nedeniyle Sanders (2012), 2007'de bilim ve matematiği teknoloji ve mühendislik ile bilerek bütünleştiren teknolojik-mühendislik tasarım temelli öğrenme yaklaşımlarını temel alan "Bütünleştirilmiş STEM Eğitimi"nin kullanılmasını önermiştir.



Politik gündemle başlayan tarihsel gelişim süreci boyunca STEM'in ne olduğunu anlamaya dair farklı tanımlamalar yapılmaya çalışılmıştır. Neredeyse yirmi yıl boyunca bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik olarak bildiğimiz dört ayrı alana işaret etmek için kullanılan STEM, aslında disiplinleri birleştirerek kalıcı öğrenmeyi sağlayan ve bilginin gündelik yaşamda kullanımına imkan veren bir terimdir (Yıldırım ve Altun, 2015). STEM eğitimi de, dört iç içe geçmiş disiplin arasında birbirini destekleyen bir ilişkiyi temsil etmektedir (Basham ve Marino, 2013).

### **2.1.1. STEM Eğitimi Bileşenleri**

Uluslararası alanda genel kabul görmüş bir STEM eğitim ve çalışma alanı sınıflandırması yapılmamış olmakla birlikte, bu alanların STEM bilgilerini kullanmayı gerektiren alanlar olduğu konusunda bir fikir birliği söz konusudur (Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği [TUSİAD], 2017). Sınıflandırmanın yapılamama sebebi 'science' kelimesinin daha yaygın olarak kabul gören 'fen' olarak kullanıldığında sadece pozitif bilimleri kapsayacak olması, 'bilim' olarak kullanıldığında ise sosyal ve beşeri bilimleri de içerecek olmasından kaynaklanmaktadır (Altunel, 2018).

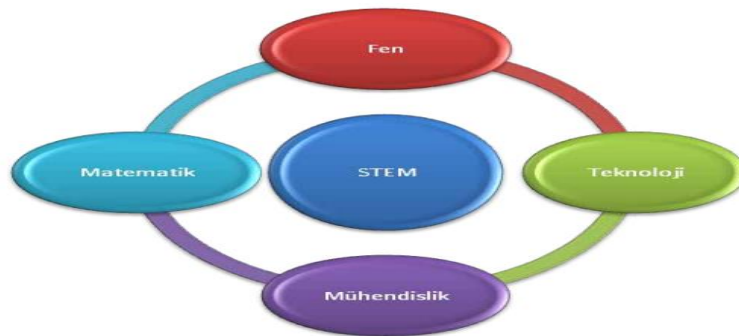
*Bilim*; NRC [National Research Council] (1992) tarafından doğal dünyanın ve evrenin bir çalışması olarak tanımlanmıştır. *Fen*; gözlem ve deney yoluyla fiziksel ve doğal dünyayı inceleyen bilimdir. Fendeki disiplinler, uzay bilimleri, yer bilimleri, yaşam bilimleri, kimya ve fizik gibi çalıştıkları evrenin parçası olan kategorilere ayrılır (Vilorio, 2014). Bilimde doğal dünyanın anlamını araştırmak için "sorgulama", "keşfetme", "araştırma" ve "bilimsel yöntem" gibi bazı süreçler kullanılır (Dugger, 2010). Bilim okuyazarı bireyler de ileri teknoloji çağında fen bilgisi ve becerisi açısından hazır bulunmalı (Khaeroningtyas, Permanasari ve Hamidah, 2018), doğal dünyanın anlamını araştırırken bilimsel bilgiyi ve süreci kullanarak doğal dünyayla ilgili tartışmalara katılabilmelidir (Batı, Çalışkan ve Yetişir, 2017). Çünkü, bilim okuryazarlığı karşılaşılan problemleri bilimsel bilgi ışığında tanımlanabilmeyi, delillere ulaşabilmeyi ve delillerden çıkarımlar yaparak dünyayı anlamayı gerektirir (Dönmez, 2017). Yüksek kaliteli bir fen eğitimi de, dünyayı biyoloji, kimya ve fizik disiplinleri aracılığıyla anlamayı sağlar (Banks ve Barlex, 2014; Kasım ve Ahmed, 2018).

*Teknoloji*; insanların kendi istek ve ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla içinde buldukları çevreyi değiştirmesidir (ITEA, 2000). Bireylerin kendi ihtiyaçlarını karşılamak için yeni teknolojilerin nasıl kullanıldığını ve geliştirildiğini anlamaları bir gereksinimdir (Batı, Çalışkan ve Yetişir, 2017). Bu gereksinimi karşılamak amacıyla, teknoloji alanında yapılacak eğitim, bireylerin teknoloji okur-yazarı olmalarını, fikirlerini bilgi ve iletişim teknolojisiyle geliştirmelerini sağlar (Kasım ve Ahmed, 2018).

*Matematik*; AAAS [American Association for the Advancement of Science] (1993) tarafından soyut kavramların ve ilişkilerin düşünce yoluyla bağdaştırılması olarak tanımlanmıştır. Matematik; teknoloji, bilim ve mühendislik için bir iletişim aracıdır (Dugger, 2010). Bireylerin problemler karşısında akıl yürüterek fikirlerini etkili biçimde ifade etme becerileri kazanması, matematik okuryazarı olmalarını gerektirmektedir (Batı, Çalışkan ve Yetişir, 2017).

*Mühendislik*; teknolojinin alet olarak tasarlanmasını sağlayan disiplindir (Dugger, 1993). Toplum için ekonomik önemi göz önüne alındığında, bireyler mühendislik hakkında bilgi sahibi olmalı ve tasarım süreci ile ilgili bazı beceri ve yetenekleri geliştirmelidir (Bybee, 2011). Mühendislik eğitimi, bireylerin gerçek problemlerin çözümünde yaratıcılık ve hayal gücünü kullanarak ürünler tasarlamasını ve kendi ihtiyaç ve istekleri doğrultusunda tasarladıkları ürünleri kullanmalarını sağlar (Kasım ve Ahmed, 2018).

STEM disiplinlerinin her biri bireylerin kişiye özgü yetenekler geliştirmesine ve faklı görüş kazanmalarına yardımcı olmaktadır (Ceylan, 2014). Bu sayede STEM okuryazarı bireyler dünyanın birbiriyle ilişkili yönlerini araştırmaya ve sorgulamaya yönelir (Gallant, 2010).



**Şekil 2-2:** STEM Disiplinleri (Doğan, Kış ve Cançelik, 2015, s.2, Akt. MEB,2016)

### 2.1.2. STEM Disiplinleri Arasındaki İlişki

*STEM eğitiminde bilim;* bilginin gerçek durumlara aktarılmasında bir anahtardır. Bilimsel araştırma ile öğrenciler gerçek bilim adamları gibi düşünüp davranarak soru sormayı, varsayımlar yapmayı ve standart bilim uygulamalarını kullanarak soruşturmaları yürütmeyi öğrenirler (Kelley ve Knowles, 2016). Ayrıca işbirliği yaparak içerik bilgisi de geliştirirler (Powell-Moman ve Brown-Schild, 2011).

*STEM eğitiminde mühendislik;* öğrencilere STEM disiplinlerinin hepsinde doğal olarak ortaya çıkan problemleri çözmek için sistematik bir yaklaşım sunan süreç hızlandırıcıdır. Mühendislikte tasarım süreci, öğrencilerin kendi deneyim ürünlerini oluşturmadan önce yapacakları tasarımların işlevi ve performansı hakkında bilgi sahibi olmak için matematik ile feni kullanmalarına ve sahip oldukları bilgileri yeni problem durumlarına uygulayabilmeleri için teknoloji kullanımına imkan verir (Kelley ve Knowles, 2016).

*STEM eğitiminde teknoloji;* tasarımı tasarlama, üretme ve teknolojiyi kullanma etkinlikleri içeren bir süreçtir (Hershbach, 2009). Bilimle yapılan keşiflerle gelişen ve mühendisliğin tasarımları sayesinde şekillenen teknoloji, öğrencilere problem çözme ve yeni ürün geliştirmenin ekonomik, sosyal, kültürel veya çevresel yönlerini değerlendirmenin yanı sıra kendi insani ihtiyaçlarını karşılama imkanı verir (Barak 2014; Jhonson, 1989). Teknoloji eğitimi ile ilgili bütünleştirici bir müfredat yaklaşımı, öğrencilerin farklı derslerdeki konuların nasıl bağlandıklarını öğrenmek ve değerlendirmek için yardımcı olmayı amaçlamaktadır (Wicklein ve Schell; 1995).

*STEM eğitiminde matematik* ise; tasarım çözümlerini değerlendirmede gerekli hesaplamaları yapmak için bir araçtır. Matematiksel hesaplama yapmak, öğrencilerin problemin çözümünde bir dil geliştirmelerini ve okulda öğrendikleri ile gerçek yaşam durumları arasında bağlantı kurmalarını sağlar (Burghardt ve Hacker, 2004).

STEM disiplinleri, matematiğin fen ve fenin de mühendislik için temel oluşturması gibi birbirleri üzerine kurulurlar (Vilorio, 2014). Bilimin yasalarının, teorilerinin ve ilkelerinin çoğunu test etmek, denemek, doğrulamak ve uygulamak için teknolojiye bağımlı olmasına benzer şekilde, teknoloji de araştırmaları, yasaları, ilkeleri ve bilgi tabanı için bilime bağımlıdır (Dugger, 1993).

Bir sistemin nasıl çalışacağını simüle ederek teknolojik tasarıma yardımcı olabilecek matematiksel modellemeyi kullanmak örneğinde olduğu gibi teknolojideki gelişmelerin matematikteki gelişmeleri, matematikteki gelişmelerin çoğu zaman teknolojideki yenilikleri geliştirdiği görülmektedir (Dugger, 2010). Bilimde matematik ve hesaplama da fiziksel değişkenleri ve onların ilişkilerini temsil eden temel araçlardır. Matematik ve hesaplama; simülasyon, istatistiksel veri analizi yapmak ve niceliksel ilişkileri tanımak, ifade etmek ve uygulamak gibi görevler için kullanılır (Bybee, 2011).

Bilim ve matematik, her tür mühendislik için temel sağlar. Teknoloji ve mühendislik çalışmaları, o dönemin bilimleri olmadan incelenemez. Mühendislik, yaratıcı ilkeleri bilimsel olarak uygular, gözlemleri analiz etmek ve iletmek için matematiği kullanır (Blackley ve Howell, 2014). Yani mühendislikte, kurulan ilişkilerin matematiksel ve sayısal gösterimleri tasarım sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır. Ayrıca, teknoloji ürünleri, tasarımların problemlere çözüm önerileri geliştirmeleri ve gerektiğinde iyileştirmeleri için etkili bir test etme yöntemidir (Bybee, 2011).

STEM disiplinlerinin birbirine bağımlı ve destekler nitelikte olması bireylere içinde yaşadıkları entegre dünyayı anlamlandırma şansı sunmaktadır (Yıldırım ve Altun, 2015). Bireyler bir disiplinden öğrenilen kavramları bir başkasında ilgili kavramlarla ilişkilendirebilir ve öğrenmeye daha fazla motive olurlar. Çünkü sadece disiplin bağlantılarını görmezler, aynı zamanda gerçek yaşam durumlarıyla da bağları görürler (Satchwell, 2002). STEM eğitimi; problem çözme, planlama ve değerlendirme yapma gibi becerileri de geliştirir. Doğal olarak, STEM eğitimi teorik bilgilerin uygulamaya, ürüne ve yeni buluşlara dönüştürülmesine olanak tanınması açısından oldukça önemlidir (TUSIAD, 2014).

Gerçek bir STEM eğitimi, öğrencilerin bu alanlarda işlerin nasıl yürüdüğünü ve teknolojilerin nasıl kullandığını anlamalarını sağlamalıdır (Bybee, 2006). Ayrıca gerçek yaşam problemlerinin çözümü farklı disiplinlerin birlikte kullanılmasını gerektirir (Bozkurt Altan ve Ercan, 2016). Bu nedenle STEM eğitiminde bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birbirine bağlı ve bütünleştirici bir yaklaşımla öğretilmesi gerekmektedir (Gitta Siekmann, 2016).

### 2.1.3. Bütünleştirilmiş STEM Eğitimi

Bütünleştirilmiş STEM eğitimi; fen, matematik, teknoloji ve mühendisliği bütünleştiren öğrenme yaklaşımlarını ifade eder (Sanders, 2012). Bütünleştirilmiş STEM eğitimi anlamlı öğrenmeler için disiplinleri birbirine bağlar (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012).

STEM alanlarında bütünleştirilme çalışmalarının temelleri 2000'li yılların öncesinde atılmıştır (Crawford, Wood, Fowler ve Norell, 1994; Dugger, 1993; Wicklein ve Schell; 1995). Yapılan çalışmalarda eğitimde bilimin etkisini kaybetmeye başlaması ve tasarımla öğrenmenin kavramsal öğrenmenin yerini alması gerekliliği ileri sürülmektedir. Son zamanlarda ise STEM alanlarına ilgi giderek azalmış ve meslek seçimi için bu alanlar geri planda kalmıştır (Becker ve Parker, 2011; Cavaş, Çakıroğlu, Cavaş ve Ertepinar, 2012; Christensen, ve Knezek, 2017; Hudson, English, Daves, King, Baker, 2015; Yılmaz, Gülgün, Çağlar, 2017). Bütünleştirilmiş STEM eğitiminin bu alanlara ilgiyi artırarak kariyer seçiminde STEM alanlarının tercih edilmesini sağlayacağı düşünülmektedir (Stohlmann v.d., 2012; Wang v.d., 2011). Ayrıca bütünleştirilmiş STEM eğitimi, STEM okuryazarlığını (Tati, Firman ve Riandi, 2017) ve girişimcilik becerilerini geliştirerek okul, meslek ve toplumun ilişkilendirilmesini sağlar (Thomas, 2014).

Bütünleştirilmiş STEM eğitiminin uygulanabilmesi gerekli şartlara bağlıdır. Günümüzde okulların mevcut durumu göz önüne alındığında, öğretim programları, ölçme-değerlendirme ve öğretmen yeterlilikleri konusunda bütünleşik STEM eğitimi için gerekli alt yapının olmaması, okullarda bütünleştirilmenin fen ve matematik derslerine diğer disiplinlerin dahil edilerek yapılması sonucunu doğurmuştur (Khaeroningtyas, Permanasari ve Hamidah, 2016; Lestari, Sarwi ve Sumarti, 2018; Shahali, Halim, Rasul, Osman ve Zulkifeli, 2017). Halbuki öğrencilerin gerçek yaşamda karşılaştıkları sorunlar okullarda öğretildiği gibi yalıtılmış disiplinlere bölünemez çünkü öğrenciler bu sorunları çözebilmek için disiplinlerin tamamını birleştiren becerilere ihtiyaç duymaktadır (Beane, 1995; Czerniak v.d., 1999).

Literatürde farklı STEM disiplinleri arasında bağlantı kurulmasını savunan farklı yaklaşımlar bulunmaktadır ve bu yaklaşımlar; entegre, disiplinlerarası ve multidisipliner yaklaşımlar olarak ayrılmaktadır. Wang, Moore, Roehrig ve Park (2011) multidisipliner ve disiplinlerarası yaklaşımları birbirinden ayırmaktadır. Onlara göre, multidisipliner bir yaklaşımla, her disiplinde konuya özel kavram ve beceriler ayrı ayrı öğrenilir ve öğrencilerin farklı sınıflarda öğretilen içeriği kendi başlarına bağlamaları beklenir. Disiplinlerarası bir yaklaşım ise gerçek dünyadaki bir sorun veya sorunla başlar ve konuya özgü içerik ve beceriler yerine, disiplinlerarası içerik ve becerilere (örneğin, eleştirel düşünme ve problem çözme) odaklanır.

Satchwell ve Loepf (2002), disiplinlerarası yaklaşımları multidisipliner yaklaşımlardan ziyade bütünleşik yaklaşımlardan ayırmaktadırlar. Onlara göre, disiplinlerarası müfredat bir alan içindeki öğretime odaklanırken, diğer disiplinlerle örtülü bağlantıları olan içeriği desteklemektedir. Bütünleşik müfredat ise; iki yada daha fazla disipline eşit derecede önem vererek kavramları birden fazla disiplinden birlikte özümsemek anlamına gelmektedir.

Roehrig, Moore, Wang ve Park (2012), içerik ve bağlam entegrasyonu arasında ayırım yapmaktadır. Onlara göre, içerik entegrasyonu, disiplinlerin birden fazla içerik alanından “büyük fikirleri” vurgulamak için tek bir müfredat aktivitesine veya birime birleştirilmesine odaklanırken, bağlam bütünleşmesi bir disiplinin içeriğine odaklanır ve içeriği daha fazla yapmak için diğerlerinden ilgili içerikler kullanır.

Moore ve Smith (2014)’e göre de öğretim programlarına disiplinlerin entegre edilmesinin bağlam bütünleştirilmesi ve içerik bütünleştirilmesi olmak üzere iki yolu vardır. Bağlam entegrasyonu; fen ve matematik disiplinlerinde öğrencilerin içeriği öğrenmelerine yardımcı olacak bir mühendislik tasarımının kullanılmasını ifade eder. İçerik entegrasyonu ise; mühendislik dahil olmak üzere birden fazla disiplinin öğrenme hedeflerinin bir parçası olduğu mühendislik, matematik ve fen içeriğinin bir entegrasyonunu ifade eder. Bağlam ve içerik bütünleştirme yaklaşımları, öğrencilerin STEM disiplinlerinin birbirine bağlılığını tanınmasına yardımcı olması bakımından faydalıdır (Moore ve Smith, 2014).

Çalışmalardan anlaşılacağı gibi entegre STEM için farklı STEM disiplinleri arasında güçlü bağlantılar kurulması gereklidir. Literatürdeki diğer çalışmalarda da entegre bir müfredatla öğretim gören öğrencilerin akranlarından daha iyi performans gösterdiği görülmektedir (Thibaut, Ceuppens, De Loof, De Meester, Goovaerts, Struyf, Boeve-de Pauw, Dehaene, Deprez, De Cock, Hellinckx, Knipprath, Langie, Struyven, Van de Velde, Van Petegem ve Depaepe, 2018). Ayrıca öğrenciler kavramları farklı temsiller ve materyallerle kendiliğinden bütünleştiremeyeceği için bütünleştirmenin açık yapılması da çok önemlidir. Bu nedenle, öğrencilerin disiplinler arasında bilgi ve becerileri geliştirmelerine yardımcı olmak için kasıtlı ve açık destek sağlanması gerekmektedir (Pearson, 2017).

Fen eğitiminde bağlam ve içerik bütünleştirilme uygulama biçimleri STEM eğitiminin temelini dayandığı yapılandırmacı yaklaşımlar ile uygulanmaktadır. Çünkü yapılandırmacı yaklaşımlarda olduğu gibi STEM eğitiminde de bireyler, günlük yaşam problemlerini çözerken işbirliği yaparak etkili iletişim kurar ve eleştirel düşünerek bilimsel süreç becerilerini kazanır (Yıldırım ve Selvi, 2017). Bireylere bu kazanımları sağlayan yapılandırmacı yaklaşımlardan biri de 5E Öğrenme Modeli'dir. 5E Öğrenme Modeli, günlük yaşamla ilgili problem çözmeye odaklanması ve mühendislik tasarım süreçleri için uygun olması nedeniyle STEM eğitim programlarının tasarlanmasında kullanılmaktadır.

#### **2.1.4. 5E Öğrenme Modelinin STEM Eğitime Entegrasyonu**

Yapılandırmacı yaklaşım; öğrenenlerin yeni fikirlere dair kendi anlayışlarını oluşturmaları gerektiğini öneren öğrenim felsefesidir. Gerçek dünyaya bağlı aktivitelere katılımı sağlamak için tüm STEM disiplinlerinde, öğrenmeye ve sorgulamaya yönelik yaklaşımlar teşvik edilmelidir (McDonald, 2016). Türkiye'de yapılandırmacı teoriye dayalı müfredat 2004 öğretim programında uygulanmaya başlanmış ve yaklaşık on beş yıldır yürürlüktedir (Tatar ve Ceyhan, 2018).

Yapılandırmacı yaklaşımın fen eğitimi alanındaki uygulama biçimlerinden biri, Biyolojik Bilimler Müfredat Çalışması (BSCS) grubunun yöneticisi Roger Bybee ve arkadaşları tarafından "5E" adı ile geliştirilmiştir (Huling ve Dywer, 2018).

1980’lerde ortaya çıkan 5E Öğrenme Modeli’nin temeli, 1900’lerde Herbart Öğretim Modeli, 1930’larda Dewey Öğretim Modeli, 1950’lerde Heiss, Obourn ve Hoffmann Öğrenme Halkası Modeli ve 1960’larda Atkin ve Karplus Öğrenme Halkası Modeli’ne dayanmaktadır (Bybee, Taylor, Gardner, Van Scotter, Powell, Westbrook ve Landes, 2006).

### Tarihsel Modeller

#### Herbart (1900’lerin başı)

Hazırlık

Sunum

Genelleme

Uygulama

#### Dewey (1930’lar)

Çarpıcı Durumları Algılama

Problemin Belirlenmesi

Geçici Bir Hipotez Oluşturulması

Hipotezin Test Edilmesi

Testlerin Tekrarlanması

Çözüm üzerinde hareket etmek

#### Heiss, Obourn ve Hoffman (1950’ler)

Konunun araştırılması

Deneyimleme

Öğrenim organizasyonu

Öğrenim uygulaması

### Çağdas Modeller

#### Atkin ve Karplus (1960’lar) BSCS 5E (1980’ler)

Araştırma

Giriş

Keşfetme

Buluş (Giriş)

Açıklama

Derinleştirme

Keşfetme

Değerlendirme

**Şekil 2-3:** Öğretim Modellerinin Gelişimi ve Kökeni (Bybee v.d. (2006, s. 13)’den uyarlanmıştır.)

5E Öğrenme Modeli, beş aşamadan oluşur ve bu aşamalar; Giriş (Engage), Keşfetme (Explore), Açıklama (Explain), Derinleştirme (Elaborate) ve Değerlendirme (Evaluate)’dir (Spencer ve Walker, 2012). Bybee (2014) bu aşamaları aşağıdaki gibi tanımlamıştır:



*Giriş:* Bir problem durumu ile merak uyandırarak öğrencilerin geçmiş ve şimdiki öğrenme deneyimleri arasında bağlantıların kurulduğu aşamadır.

*Keşfetme:* Öğrencilerin yanlış anlamalarını ortaya çıkaran ve gözlem yapma, bağımlı-bağımsız değişkenleri belirleme, hipotez kurma, deney yapma, verileri kaydetme ve değerlendirme fırsatları veren aşamadır.

*Açıklama:* Öğretmenler veya diğer kaynaklar tarafından bir kavram, süreç veya becerinin doğrudan tanıtıldığı ve öğrencilere kavramsal anlayışlarını, süreç becerilerini veya davranışlarını gösterme fırsatları sunan aşamadır.

*Derinleştirme:* Öğrencilerin yeni deneyimler aracılığıyla, daha derin ve geniş bir anlayış, daha fazla bilgi ve yeterli beceriler geliştirdikleri aşamadır.

*Değerlendirme:* Öğrencileri kendi bilgi-yeteneklerini değerlendirme konusunda cesaretlendiren ve öğretmenlerin öğrenim çıktılarını-öğrenci ilerlemelerini değerlendirmesini sağlayan aşamadır.

5E öğrenme modelinin aşamaları incelendiğinde bu aşamaların öğrencilerin önceki öğrenmeleriyle yeni öğrenmelerini desteklediği, bilimsel düşüncelerini sağladığı, bu düşüncelerini açıklamalarını teşvik ederek yanlış anlamalarını ortaya çıkardığı ve yeni deneyimlerle yaratıcı düşünme özelliklerini geliştirmelerine yardımcı olduğu görülmektedir (Tiryaki, 2014). Bu aşamaların STEM entegrasyonu açısından önemi; giriş aşamasında öğrencilerin derse olan ilgisini arttırması, keşfetme aşamasında bilimsel düşünmeye odaklanması, açıklama kısmında bilimsel kavramların yapılandırılmasını sağlaması, derinleştirme kısmında öğrenilen bilgilerin yeni durumlara transfer edilmesini sağlaması ve değerlendirme aşamasında ise süreç/ürün değerlendirmesine fırsat vermesidir.

STEM eğitiminde 5E öğrenme modeli kullanıldığında öğrenciler, mühendislik süreci ile yaparak yaşayarak öğrenir, öğrendikleri bilgileri günlük hayata aktararak bilginin kalıcılığını sağlar (Yıldırım ve Selvi, 2017). Bu nedenle, öğrenme-öğretme süreçleri düşünüldüğünde, STEM disiplinlerini birbiriyle ilişkilendirebilecek şekilde yapılandırmak için 5E öğrenme modelinin kullanılması sağlanmalıdır.

### **2.1.5. STEM Eğitimi ve İlgi**

İlgi, bireyin bilişsel ve duygusal durumu arasında motivasyonun artmasını sağlayan bir etkileşimdir (Van der Hoeven Kraft, 2017). Bireylerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik konularına ve bu disiplinlerdeki etkinliklerin içeriğine gösterdikleri olumlu yaklaşımlar da STEM disiplinlerine ilgi olarak tanımlanmaktadır (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014). Öğrencilerin okulda STEM konuları ile ilgili etkinliklere katılmaları, erken yaşta STEM disiplinlerine gösterilen ilgiyi arttırırken (Maltese ve Tai, 2010; Şahin, Ören, Willson, Hubert ve Capraro, 2015; Tindall ve Hamil, 2004; Tsiu, 2007) günlük yaşam ile ilgili olmayan etkinlikler öğrencilerde bu ilginin azalmasına (Cleaves, 2005; Lindahl, 2007) sebep olmaktadır (Şahin, 2013). Çünkü öğretmen veya deneyim gibi bir dış tetikleyiciden etkilenen öğrenci ilgisinin bireysel ilgiye dönüşmesi, tekrar eden deneyimlere, ilgi çekici ve içsel uyarıcılara bağlıdır (Van der Hoeven Kraft, 2017). Bu nedenle gerçekleştirilecek olan STEM eğitimi, özellikle gerçek dünya problemlerini içeren konularla öğrencilerin ilgi, başarı ve motivasyonlarını artırılabilir; sonuçta bütüncül bir şekilde bilim alanlarıyla ilgili kariyer yapan öğrenci sayısının artmasına yardımcı olabilir (Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014; Hsu, Lin ve Yang, 2017).

### **2.1.6. Ülkelerde STEM Eğitimi İle İlgili Gelişmeler**

Uluslararası alanda endüstriyel ve teknolojik gelişmişlik yarışının hızlanması ile birlikte birçok ülke kaliteli eğitim ve insan gücü yetiştirme amacıyla STEM eğitime yönelmiştir (Akgündüz v.d., 2015). Gelişmiş ülkelerde STEM ile ilgili gerçekleştirilen girişimlerin temelinde 21. yüzyılın gereksinimlerini karşılayacak niteliklerin ve STEM disiplinlerine yönelik sınav sonuçlarının iyileştirilmesi bulunmaktadır (Kuenzi, 2008).

STEM eğitiminin başlatılmasında öncü bir konumda bulunan ABD’de bu eğitim, okullarda mühendisliğin diğer disiplinlere entegre edilmesi ve STEM okullarında proje tabanlı öğrenme ve mühendislik tasarım süreci ile yapılmaktadır (Nelson-Berber, 2015). Kanada’da ilk ve ortaöğretim kademelerinde STEM eğitimi ile herhangi bir çalışma bulunmazken yüksek öğrenim seviyesinde bilim ve teknoloji odaklı araştırmalara destek sağlanmaktadır (Weinrib, 2015).

İngiltere’de, 1960’lardan beri okullarda gerçekleşen sürekli değişime kız öğrencilerin başarısızlığını gidermeye yönelik olan ulusal müfredat ile yön verilerek tüm öğrenciler için fizik, kimya ve biyoloji öğretimi sağlanmıştır (Tomei, Dawson ve Dillon, 2015). Çin’de, her öğretim kademesinde sahip olduğu ulusal standartlar ile, STEM konularının akademik derslere, öğretmen yetiştirme programlarına dahil edilmesinin sağlanmasının uzun yıllardan beri önem verilen fen eğitiminin ve toplumun gelişebilmesi için temel olduğu görüşü hakimdir (Gao, 2015).

Rusya’da, küçük öğretim kademelerinden ziyade öncelik olarak yükseköğrenim enstitülerinin eğitimlerini güçlendirmek amacıyla mühendislik ve matematik eğitim programlarının kalitesini yükseltmek hedeflenmektedir (Smolentseva, 2015). Fransa’da, ilk ve ortaokul düzeyindeki öğretim programlarına fen ve teknolojinin kapsamlı bir şekilde eklenerek, yarışma ve fuarlardaki proje-deneyle öğrenci ve öğretmen eğitimlerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Oliveira, 2015).

Kore’de, PISA ve TIMMS sınavlarında yüksek akademik başarının olmasına rağmen STEM disiplinlerine ilgi ve motivasyonun bu akademik başarının gerisinde kaldığı farkedildikten sonra öğrencilerin fen ve matematiğe ilgilerini atırarak meslek seçimlerini fen ve mühendisliğe yöneltmek için onları bilim ve teknoloji alanında eğiterek uluslararası gelişmişliği sağlamayı hedefleyen politika ve stratejiler uygulanmaya başlanmıştır. Ayrıca STEM’e sanatın eklenmesiyle ortaya çıkan STEAM kavramının fen ve mühendisliğe olan ilgiyi arttıracığı öngörülmektedir (Jon ve Chung, 2015).

Singapur’da, nitelikli insan gücü yetiştirmek hükümet politikası haline getirilerek STEM eğitime erken öğretim kademelerinden itibaren yer verilmiştir. Ülkenin STEM alanlarında yeterli insan sermayesi olmasını sağlayan ve ciddi yatırımların yapılmasını sağlayan bu etken dünya çapında mühendislik ve tıp bilimleri gibi iyi eğitilmiş uzmanları ülkeye çekmeyi başarmıştır (İdris, Daud, Meng ve Eu, 2015).

Tayvan’da, öğrencilerin STEM’e katılımını ve fen okuryazarlığını arttırmak için ilk ve ortaöğretim kademelerinde müfredat güncellemeleri yapılmıştır. Bu amaçla kaliteli üniversiteler ve araştırma merkezleri geliştirme çalışmaları yürütülmektedir. Geleneksel akademik üniversitelerin yanında pratik ve uygulamalı eğitim için teknik üniversiteler ile de kapsamlı bir bilim eğitim sistemi ortaya çıkarılmıştır (Gao, 2015).

STEM eğitimde güçlü olan ülkelerde; öğretmenlere ve yetiştirilmelerine büyük önem verilmesi, erken öğretim kademelerinden itibaren STEM eğitimlerine başlanması, bilime ve matematiğe yönelik probleme ve sorgulamaya dayalı öğrenmenin yanında ilgi çekici müfredatlar benimsemeleri ve bunu ülke politikası haline getirmelerinin ortak payda olduğu görülmektedir (Marginson, Simon, Tytler, Russell, Freeman, Brigid, Roberts ve Kelly, 2013).

Türkiye’de ise Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanmış 2015-2019 Stratejik Planında STEM’in güçlendirilmesi hedeflenmektedir. TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) tarafından çeşitli illerde açılan bilim merkezlerinde öğrencilere bilimi ve bilim insanını sevdirek, toplumda bilime yönelik önyargıları ortadan kaldırmak amaçlanmaktadır. Bu maksatla kurulan bilim merkezlerinde, ders dışı zamanlarda öğrencilerle STEM etkinlikleri yapılmaktadır (aktaran MEB, 2016, s. 25).

STEM eğitimine geçilebilmesi amacıyla birkaç üniversitede öğrenci ve öğretmenlerin ulaşabileceği STEM merkezleri açılmıştır. Bu konuda ilk girişimleri, Hacettepe Üniversitesi ve İstanbul Aydın Üniversitesi yapmıştır. Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (MEB YEĞİTEK), 2014 yılından itibaren Avrupa Okul Ağı (ESN) tarafından yürütülen Scientix Projesi’ne ulusal destek noktası olarak dahil olmuştur ve 2016 yılında STEM Eğitimi Raporu’nu yayınlamıştır. 2017 yılı güncellenmiş taslak müfredatında “Uygulamalı Bilim” öğrenme alanına yer verilerek öğrenme alanları, “Fen ve Mühendislik Uygulamaları” olarak 4. sınıftan 8. sınıfa kadar her dersin son ünitesinde düzenlenmiştir.

## 2.2. STEM EĞİTİMİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde, ilgili literatürde bütünleştirilmiş STEM eğitimi kapsamında kullanılan 5E model entegrasyonu, STEM disiplinleri arasındaki ilişki, Enerji dönüşümleri konusu, STEM disiplinlerine ilgi ve meslek seçimi ile ilgili yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

Bütünleştirilmiş STEM eğitimi kapsamında kullanılan 5E model entegrasyonu ve STEM disiplinleri arasındaki ilişkiye yönelik çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Doppelt, Mehalik, Schunn, Silk ve Krysinski (2008), tasarım temelli öğrenme kapsamında geliştirdikleri tasarım modülünün elektrik konusunda öğrenci öğrenmelerine etkisini inceledikleri çalışmada bir ortaokulun iki fen sınıfında bulunan 38 sekizinci sınıf öğrencisiyle (13-14 yaş) çalışmıştır. Sınıfların birisi akademik başarı açısından diğerinden düşük seviyede seçilmiştir. Sınıflarda haftada beş gün bir saat yapılan çalışma 4 haftada tamamlanmıştır. Öğrenciler etkinlik boyunca alarm sistemlerinin nasıl çalıştıkları ve nasıl yapılabileceği, bu süreçte teknoloji ve elektronik sistemlerden nasıl faydalanılacağı, probleme yönelik teknolojik sistem tasarlama, birlikte çalışma ve iletişim kurma, değerlendirme ve sunma konusunda bilgi edinmiştir. Öğrencilere akım, direnç, gerilim, seri ve paralel bağlı devreler gibi elektriğin temel kavramlarını içeren açık uçlu sorulardan oluşan bilgi testi ön-son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca gözlem, öğrenci çalışma kağıtları ve portfolyolarından da süreç hakkında bilgi toplanmıştır. Öğrenme modülünü tamamlayan öğrenciler ürünlerini tanıtmış ve sunumları akranları ve öğretmenleri tarafından bir rubrikle değerlendirilmiştir. Sınıf etkinliklerinin gözlemlenmesi ve düşük başarı gösterenlerin yüksek başarılılara karşı performanslarının analizinden elde edilen sonuçlardan düşük başarılı öğrencilerin bilgi testinde kötü başarı gösterebilir bile bu kavramları anladıkları görülmüştür. Düşük öğrenenlere “öğrenme özgürlüğü” verildiğinde, öğrenme sürecini kontrol edebildikleri ve daha yaratıcı olabildikleri anlaşılmıştır. Ayrıca, özgün bir problem kullanarak öğrenen, bilimi, teknolojiyi ve diğer yönleri birleştiren öğrencilerin düşünme ve değerlendirme becerilerinin geliştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Ceylan (2014), 8. sınıf öğrencileri ile Asitler ve Bazlar konusunda 5E öğretim modeline uygun STEM eğitimi temelinde hazırlanmış öğretim tasarımının öğrencilerin akademik başarısına, yaratıcılık ve problem çözme becerilerine etkisini incelemek ve STEM'e yönelik öğrenci görüşlerini almak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Pilot çalışma öntest-sontest tek gruplu deneme modeli kullanılarak 12 öğrenciyle, asıl uygulama ise öntest- sontest kontrol gruplu deneysel yöntem kullanılarak deney grubunda 28 öğrenci, kontrol grubunda 28 öğrenci olmak üzere toplam 56 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda öğretim yapılandırmacı yaklaşım ile bütünleştirilen STEM eğitimi temelinde geliştirilen öğretim tasarımı ile, kontrol grubundaki öğretim ise mevcut Fen bilimleri öğretim programına dayalı öğretim uygulamaları ile desteklenmiş yapılandırmacı yaklaşım ile yapılmıştır. Etkinliklerin tasarlanmasında ve uygulanmasında 5E öğrenme modeli basamakları temel alınmıştır. Yapılan çalışma sonunda STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına, yaratıcılıklarına ve STEM alanlarına ilgilerine yüksek düzeyde bir etkisi olduğu görülürken problem çözme becerilerine orta düzeyde bir etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca araştırmacılara ortaokul veya lise düzeyinde fen bilimleri dersi öğretim programında bulunan diğer üniteler veya konularla ilgili olarak STEM eğitim modeline odaklanan ve fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin tümüne yönelik olarak geliştirilen çeşitli öğretim materyalleriyle öğretim tasarımlarının hazırlanması ve bu öğretim tasarımlarının etkililiğinin araştırılması önerilmiştir.

Gencer (2015), 30 kişilik 7. sınıf öğrenci grubu ile yaptığı Fırıldak etkinliğinde bilim ve mühendislik uygulamaları arasındaki temel farkları ortaya koymayı amaçlamıştır. Fırıldak etkinliğinin, temel olarak mühendislik ve bilim uygulamaları arasındaki farkların anlaşılmasını sağlamakta ve etkinliğin bilimsel sorgulama, bilim ve mühendislik uygulamalarının fen sınıflarında uygulanabilecek öğretimsel bir örneği olduğu söylenmektedir. Araştırmacı, bu etkinliği sınıflarında uygulayan öğretmenlerin öğrencilerinin mühendislikte önemli bir aşama olan prototip modellerin test edilmesi ve yeni modellerin geliştirilmesi deneyimlerini yaşamalarını sağlayarak, onlarda kariyer bilinci oluşmasına katkı sağlayacağını söylemektedir.

English ve King (2015), üç özel okulda bulunan 63 dördüncü sınıf öğrencisi (9 yaş) ile yaptıkları çalışmada, temel mühendislik tasarım sürecini kullanarak öğrencilere bir hava-uzay mühendisliği problemi vermiş ve 3-D model uçak tasarımlarını istemiştir. Problem çözümüne yaklaşık olarak 4-5 saat süre ayrılmıştır ve öğrenciler 3-4 kişilik gruplarda çalışmıştır. “Havacılık ve uzay mühendisliği ve aerodinamiği keşfetmek”, “Bir kağıt uçağı tasarlamak, inşa etmek ve test etmek”, “Bir kağıt uçağı tasarlamak, inşa etmek ve test etmek” olmak üzere üç bölümde tamamlanan bu nitel çalışmada veriler odak grup tartışmalarının ses kaydı ve videoları, öğrenci çalışma kitapları ve araştırmacı gözlemleri ile toplanmıştır. Problem çözümede disiplin bilgisini kullanmanın önemine vurgu yapan çalışmada öğrencilerin matematik, fen, teknoloji ve mühendislik fikirlerini birbirine bağlayabilme yeterneklerinin geliştiğı görülmüştür. Ayrıca günlük hayatta kullanılan maddelerin tasarıma duyduğu ihtiyacın erken yaşta mühendislik öğrenimi ile karşılanabileceğı sonucuna ulaşılmıştır.

Yıldırım ve Altun (2015), STEM’in derslere entegrasyonu üzerinde yoğunlaştıkları çalışmada Yenilenebilir Enerji Kaynakları konusunda 5E öğretim modeline göre örnek ders planı hazırlamışlar ve öğretmen adayları ile ön test-son test kontrol gruplu deneysel bir çalışma yapmıştır. Sonuç olarak, deney grubu öğrencilerinin öğrenme düzeylerinde kontrol grubu öğrencilerine göre artış görülmüştür. Araştırmacılar, mühendislik uygulamalarının öğretme-öğrenme süreçlerinde kullanılması için uygun ders planları yapılmasını önermişlerdir.

Ceylan ve Özdilek (2015), 8. sınıf öğrencilerinin asit ve baz konusunu anlama düzeylerinde 5E modeline göre hazırlanmış STEM örnek ders planının etkinliğı araştırmıştır. 12 sekizinci sınıf öğrencisine 10 açık uçlu sorudan oluşan anket ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Sonuç olarak; öntest ve sontest puanlarının ortalamalarında artış olduğu ve STEM etkinliğı sayesinde öğrencilerin konunun hedeflerini ortalamanın üstünde bir seviyede kazandıkları görülmüştür.

Khaeroningtyas, Permanasari ve Hamidah (2016), sıcaklık ve sıcaklığın madde üzerindeki etkileri konusunda 6E öğretim modeli ile tasarlanmış STEM etkinliğinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel okur yazarlığına etkisini araştırmışlardır. Çalışmada öntest-sontest kontrol gruplu deneysel yöntem kullanılarak deney grubu öğrencilerine iki materyal tasarımı yaptırılmıştır. Sıcaklık materyali olarak

öğrencilerden özgün bir termometre ölçeği tasarımı yapmaları istenmiştir. Genleşme metaryali olarak ise öğrencilerden maddenin genişleyebildiğini kanıtlamak için bir araştırma tasarımları istenmiştir. İkinci aşama daha zor olmasına rağmen deney grubu öğrencilerin kontrol grubu öğrencilerinden daha fazla gelişim gösterdiği görülmüştür. Çalışma sonunda deney grubu öğrencilerinin STEM yönünden daha fazla okuryazar olmasına bağlı olarak bilimsel okuryazarlıklarının da kontrol grubu öğrencilerine göre daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Gökbayrak ve Karışan (2017), fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin entegre edildiği ‘Uçan yumurta’, ‘Afiş tasarlama’, ‘Geri dönüşüm muhteşem olacak’ adlı üç etkinlik ile yaptıkları uygulamada, 6. sınıf öğrencilerinin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiye yönelik görüşlerine ve öğrencilerinin kariyer tercihlerine etkisini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Nitel bir özel durum çalışması olan çalışmada veriler, Van ilinde bir devlet ortaokulunda 20 adet altıncı sınıf öğrencisi ile görüşme yapılarak toplanmıştır. Öğrencilerin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik arasında 75% sıklıkta bir ilişki olduğunu düşündükleri; 70% sıklıkta mühendislik, 10% sıklıkta ise fen bilimleri, öğretmenlik ve teknoloji yönünde kariyer tercihlerinde bir değişimin olduğu ve gelecekte STEM ile ilgili meslekleri seçmek istediği sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmanın önemli sonuçlarından biri de, öğrencilerin günlük hayat problemlerinin fen ile ilişkisini anlayabilme, STEM disiplinleri arasında bir etkileşim olduğunu farketme ve STEM disiplinlerinin iç içe olduğunu anlayabilme becerilerini arttırmaya yönelik deneyim kazanmalarına ihtiyaç olması olarak bildirilmiştir.

Krajcik ve Delen (2017b), K-12 spektrumunda STEM’in bütünlük anlayışını teşvik etmek için öğrenme ortamlarının nasıl tasarlanacağına ve müfredat kaynaklarının nasıl geliştirileceğine odaklandıkları çalışmada, enerji transferinin öğrenimini sağlayan roket tasarımını bir örnek olarak vermişlerdir. Verilen örnek; öğretmenin öğrencilere temin ettiği karton, silikon, boş şişeler ve plastik borularla tasarladıkları plastik borulara bağlı bir kağıt roketin plastik bir şişeye, bir öğrencinin atlayışı tarafından üretilen enerjinin nasıl aktarıldığını göstermektedir. Sonuç olarak; öğrencileri STEM ile tasarım sürecine dahil etmenin öğrencilerin ilgisini çekmek anlamına geldiği görüşünü bildirmişlerdir. Bir durum çalışması olan çalışmada amaçlı örneklem kullanılmış olup ihtiyaç analizi 12 öğrenci ile yapılırken uygulama



22 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Uygulanan akademik başarı testi ve tutum ölçeği verileri öğrencilerin akademik başarı ve tutumlarında olumlu gelişmeler olduğunu göstermiştir. Ayrıca araştırmacılar, STEM etkinliklerinin öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını arttırmada etkili bir öğretim yöntemi olarak kullanılabileceğini söylemiştir.

Dare, Rafferty, Sheidel ve Roehrig (2017), 6. sınıf öğrencilerinin kuvvetler, yüzdürme, hacim ve maksimum kapasite gibi çeşitli fizik kavramlarını öğrenmeleri amacıyla bütünleştirilmiş STEM yaklaşımına örnek bir ders planı oluşturmuşlardır. 300 öğrencinin katıldığı çalışmada 16 kız ve 12 erkek öğrencinin yer aldığı 28 öğrenciden dört odak grup oluşturularak görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere, taşkınlar sırasında insanları kurtarmak için ulusal muhafızlar tarafından kullanılan bir deniz taşıtının prototipini oluşturmalarını isteyen bir mühendislik tasarımı sorunu verilmiştir. Öğrencilerin tasarımlarını müşterilerine pazarlamak için maksimum kapasite kavramını anlamaları ve gerekli hesaplamayı yapmak için de kaldırma kuvvetleri ve hacmi hakkında bir anlayış geliştirmeleri gerekmiştir. Öğrenciler, çeşitli öğrenci merkezli deneyimler aracılığıyla bu kavramları öğrenmek için dört kişilik ekiplerde çalışmış ve öğrenci takımları kendi deniz araçlarını tasarlamıştır. Sonuç olarak, STEM deneyimlerinin motive edici ve ilgi çekici olmasının öğrencilerin STEM kariyer algılarını olumlu etkilediği görülmüştür. Ayrıca, fizik mühendisliğinin tasarım zorlukları ve uygulamasını görmek öğrencilerin, fizik, günlük deneyimler ve mühendislik arasında bağlantı kurmasını sağlayarak öğrenmelerini kolaylaştırmıştır.

Çiftçi (2018), bütünleştirilmiş STEM etkinliklerinin, 7. Sınıf öğrencilerinin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarına, STEM mesleklerini fark etmelerine ve bilimsel yaratıcılık düzeylerine etkisini incelediği çalışmada açıklayıcı durum çalışması yöntemini kullanmıştır. 2016-2017 eğitim öğretim yılı bahar döneminde 11 hafta süren çalışma, Rize’de iki devlet ortaokulunda öğrenim gören 56 yedinci sınıf öğrencisi ile yapılmıştır. Veriler; STEM Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeği, Meslek Serbest Çizim Testi, Disiplinler Arası İlişki Cümle Tamamlama Testi, Bilimsel Yaratıcılık Testi ve saha notları ile toplanmıştır. Araştırmada; Genç Mühendislerden Çevreci Teleferik Sistemi, Küçük Mühendisler Okul Parkı Yarışmasında, Evsel Katı Atıkları Geri Döndürelim, Mühendis Kardeşler Yeni Nesil

Teknolojik Ürün Tasarımında Yarışıyor, Geleceğin Büyük Ekonomistleri Çalışıyor, Uzay Mühendisleri Güneş Sistemi Keşfinde adlı 6 STEM etkinliği geliştirmiştir. Küçük Mühendisler Okul Parkı Yarışmasında etkinliği kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri konusunda geliştirilmiştir. Disiplinler Arası İlişki Cümle Tamamlama Testi son test verilerinde tüm STEM disiplinlerinin ilişkilendirildiği oranın büyük artış gösterdiği ve öğrencilerin %20'sinin tüm STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi ifade ettiği görülmüştür. Ayrıca uygulamanın öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerini arttırarak görüşlerini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır.

Güder ve Gürbüz (2018), STEM eğitimine geçişte Disiplinler Arası Model Oluşturma Etkinliklerinin (DAMOE) bir araç olarak kullanılma durumunu öğretmen (1 Matematik ve 1 Fen bilimleri) ve öğrenci (7 yedinci sınıf) görüşleri olarak belirlenmeye çalıştıkları araştırmada görüşme tekniğini kullanmıştır. 2015-2016 eğitimi-öğretim yılında aynı okulda bulunan öğretmen ve öğrencilerle disiplinlerin günlük yaşamla ilişkileri ve disiplinler arası ilişkilendirme konuları hakkında yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilere öğretmenler rehberliğinde uygulanan matematik ve fen bilimleri disiplinlerinin öğrenme alanlarını içeren üç Disiplinler Arası Model Oluşturma Etkinliği (DAMOE)'nin öğrencilerin disiplinler arası ilişkilendirme becerilerini geliştirdiği, disiplinlere olan tutumu olumlu yönde değiştirebileceği ve okul müfredatında yer alması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kasım ve Ahmad (2018), ortaokul öğrencilerine Biyoçeşitlilik ve Ekosistem konusunu öğretmek, düşünme becerilerini ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek amacıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) kavramını proje tabanlı bir öğrenme yaklaşımı kullanılarak entegre ettikleri PRO-STEM modülü kullanmışlardır. Modülün bütünleştirilmesinde 5E öğrenme modeli de kullanılmıştır. 30 ortaokul öğrencisine uygulanarak beş STEM ve fen eğitimi uzmanı tarafından geçerliliği .976, güvenirliği .924 olarak belirlenen PRO-STEM Modülü'nün ortaokulda öğretmenlere STEM'in bütünleştirmesinde yardımcı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Fen bilimleri öğretim programı içerisinde yer alan temel kavramlardan birisi de enerjidir. Literatürde enerji konusunda STEM eğitimi ile yapılmış çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Avsec ve Kocijancic (2014), sorgulamaya dayalı öğrenme ile geliştirilen etkinliklerin öğrencilerin teknoloji ve matematik öğrenmeleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmayı Slovenya'daki altı devlet ortaokulunda bulunan 421 (13-14 yaş) öğrenci ile gerçekleştirmiştir. 91 deney grubu ve 330 kontrol grubu öğrencisi bulunan çalışma, 3 gün 5'er saat içerisinde yapılmıştır. Çalışma verileri; teknoloji bilgisi, problem çözme, eleştirel düşünme, karar verme ve bilimsel süreç becerilerini içeren 15 maddelik ön ve son test ile toplanmıştır. 7E basamakları kullanarak gerçekleştirilen çalışmada öğrenciler, 3-4 kişilik gruplar halinde su enerjisinin (kinetik ve potansiyel) şaftlarında mekanik enerjiye dönüşmesini sağlayan su tribünü örneği üzerinden deneysel prototipler yapmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin teknoloji hakkında bilgisinin arttığı, problem çözme, eleştirel düşünme, karar verme ve bilimsel süreç becerilerinin olumlu yönde geliştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Marulcu ve Mercan Höbek (2014), mühendislik dizayn yaklaşımına uygun alternatif enerji kaynakları ile ilgili etkinlik planları oluşturmayı amaçladıkları karma yöntemin kullanıldığı bir araştırma yapmıştır. Deney grubunda 20 kız ve 24 erkek olmak üzere toplam 44, kontrol grubunda ise 21 kız ve 31 erkek olmak üzere toplam 52 öğrencinin bulunmaktadır. Çalışmada veriler, fen eğitimi literatürüne göre oluşturulan mühendislik dizayn yöntemi kriterleri ve araştırmacılar tarafından uzman görüşü de alınarak geliştirilen 100 öğrenciye “Yenilenebilir ve Yenilenemez Enerji Kaynakları” konusunda uygulanarak geçerlik-güvenirliği hesaplanmış, madde ve test analizleri yapılmış 19 soruluk başarı testi ve 3 açık uçlu sorudan oluşan Alternatif Enerji Kaynakları Başarı Testi (AEKBT) ile toplanmıştır. Veri analizi t-test ile SPSS 16.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Mühendislik dizayn yönteminin kullanılmasının öğrencileri mevcut öğretim programından elde edilen akademik başarı seviyesine ulaştırabildiği sonucuna ulaşılmıştır. Literatürden faydalanılarak fen öğretim programı kapsamına giren etkinliklerin mühendislik dizayn yöntemine göre uyarlanabileceği, öğretim materyalleri geliştirilip yaygınlaştırılabileceği düşünülmektedir.

Ercan ve Şahin (2015), tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının 2013-2014 eğitim-öğretim yılında bir devlet okulunun 7. sınıfında bulunan 30 öğrencinin Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik akademik başarılarına etkisini incelemişlerdir. Karma yöntem araştırmasının iç içe gömülü deseninin kullanıldığı araştırma yedi hafta boyunca üç tasarım temelli fen eğitimi modülü çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. İkinci mühendislik tasarım görevinde öğrencilerden; kinetik enerjinin potansiyel enerjiye dönüşümü ile hareket edecek ve düz bir zemin üzerinde en az 6 metre boyunca ilerleyecek bir araba tasarımları istenmiştir. Öğrencilerden biri, mini araştırmada lastik bantla yaptıkları kağıt uçakları uçurduktan sonra esneklik potansiyel enerjisini anladığını ve enerji dönüşümlerini öğrendiğini ifade etmiştir ve verilen ikinci mühendislik tasarım görevinde balon ile esneklik potansiyel enerjiyi kinetik enerjiye dönüştürmeyi amaçlamıştır. İlk çözüm önerisi istendiğinde kinetik ve potansiyel enerji kavramlarını bilmediğinden bir çözüm önerisi geliştiremeyen öğrencinin mini araştırmalardan sonra enerji dönüşümlerini anladığı görülmüştür. Ayrıca yapılan uygulamanın öğrencilerin akademik başarılarının artmasında da etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Hudson, English, Dawes, King & Baker (2015), Avustralya'da 4. sınıf öğrencilerinin, istenen sıcaklıkta ilaçları izole etmek için bir kit tasarlama, yapma ve test etme konusunda fen konseptleri ve matematik kavramlarına odaklanan entegre bir STEM eğitim birimine katılımını anlamayı amaçladığı bir nitel çalışma yapmıştır. Çalışma, öğrencilerin fen ve matematik kavramlarını öğrenmeleri ve öğretmenin pedagojik tercihleri arasındaki bağlantılar gibi daha ileri araştırmalara ihtiyaç olduğunu göstermiştir. STEM eğitim programlarının ilerletilmesi için bir sonuç olarak, öğretmenlerin öğrenciler için daha etkili plan yapmasına yardımcı olmada öğretim uygulamalarını değerlendirmek için kullanılabilmesi, STEM eğitiminin Avustralya ve diğer ülkelerdeki ilköğretim için nispeten yeni bir alan olması nedeniyle STEM eğitiminin öğrenci çıktıları nasıl ortaya çıkardığı ve doğrulayabileceği üzerine araştırmalara önemli yatırım yapılması gerekliliği tespit edilmiştir.

Baran, Canbazoglu Bilici, Mesutoglu, Ocak (2016), öğrencilerin STEM alanlarına ve kariyerlerine yönelik algılarını geliştirmeyi amaçladıkları proje kapsamında Ankara' nın dezavantajlı bölgelerindeki farklı devlet okullarında okuyan STEM' e ilgi duyan ve daha önce bir STEM eğitime katılmamış kırk 6. sınıf öğrencisi (25 erkek, 15 kız) ile çalışmıştır. Üç hafta sonu boyunca 40 saat süren eğitim; Yumurta-bırak, Güneş sisteminin ölçekli modeli, Uygulama mucidi, Elektrikli süpürge tasarımı, Dayanıklı binaları tasarlamak, Pot-Kin araba tasarımı, Araştırma-hesaplama-oluşturma ve test etme zamanı, Rüzgar türbini tasarımı, Kendi yapılarımızı inşa ediyoruz, Sorgula ve öğren: Sondalarla kuvvet ve hareket, Kriptoloji ve Mısır sayı sistemleri, Bir kaleydoskopun tasarımı, STEM ticari video olmak üzere 13 modülden oluşmaktadır. Pot-Kin araba tasarımında öğrencilerden enerji dönüşümü (kinetik-potansiyel) ile en yüksek enerji çıktısını sağlayan model bir araba tasarımları istenmiştir. Tasarımlarını gruplar halinde çizerek seçtikleri malzemelerle yapan öğrencilerin arabaları; düz bir yüzeyde hareket edebilme ve hareket etmeye başladıktan sonra en az altı metre ileri gitme açısından değerlendirilmiştir. Şartları sağlayan arabalar ulaştıkları hız açısından karşılaştırılarak en hızlı araba belirlenmiştir. Her etkinlik sonunda öğrencilerin 15 dakikada tamamladıkları 520 aktivite değerlendirme formu incelenerek öğrenciler tarafından en sık alıntı yapılan konulardan birinin mekanik enerji (10%) olduğu görülmüştür.

Krajcik ve Delen (2017a), 7. sınıf öğrencileriyle yaptıkları bir çalışmada öğrencilerinden, müzede gözlemledikleri farklı türlerde enerji aktarımlarını kullanarak mobil cihazlarını şarj etmek için nasıl elektrik üretebileceklerini tartışan modeller oluşturmasını isteyerek öğrencilerden enerji fikirleri ve enerji aktarımı hakkında öğrenmelerine destek vermeye odaklanmıştır. Öğrenci gruplarından biri spor salonundaki egzersiz bisikleti pedalındaki kasnaklardan enerji üretmek ve bunu bir jeneratör yardımıyla aktarmaya çalışırken başka bir grup da yel değirmeninden elde edilen mekanik enerjiyi türbinlere aktarmıştır. Araştırmacılar, yedinci sınıf öğrencileriyle yaptıkları çalışmada sadece tasarıma ve en uygun çözümü bulmaya odaklandıklarını ve ortaya çıkan ürünlerin enerjinin nasıl dönüşeceğinden çok nasıl aktarılacağına odaklandıkları sonucuna varmıştır. Öğrenci öğrenmelerinin çeşitli alanlarda yapılandırılmasının onların küresel bir toplumda aktif katılımcılar olabildiğini söylemişlerdir.

Tati, Firman ve Riandi (2017), 8. sınıf öğrencilerinin enerji konusunda proje tabanlı öğrenme ile tasarlanan STEM etkinliğinin öğrencilerin STEM okuryazarlığına etkisini araştırmışlardır. Öntest-sontest kontrol gruplu deneysel yöntem kullanılarak yapılan çalışma, deney grubunda 28, kontrol grubunda 28 öğrenci olmak üzere 56 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda öğretim STEM yaklaşımı ile proje tabanlı öğrenme ile, kontrol grubunda öğretim ise STEM yaklaşımı olmaksızın proje tabanlı öğrenme ile yapılmıştır. Hem deney hem de kontrol gruplarından, buhar ve lastik bantla çalışan tekne yapımları istenmiştir. Fakat deney grubunda en iyi tekne performansını elde etmek için yeniden tasarlama etkinliği yapılmıştır. Deney grubu öğrencilerinden buhar ve lastik bantla çalışan teknenin tasarımında enerji dönüşümleri kavramını uygulamaları beklenmiştir. Öğrenciler teknelerin daha hızlı hareket etmesini sağlamak için enerji dönüşümleri ve enerji koruma kanunları kavramlarını kullanmışlardır. Elde edilen verilere göre, en iyi artış teknoloji ve mühendislik okuryazarlığı kavramlarında sağlanırken, en düşük artış matematik okuryazarlığı kavramında yaşanmıştır. Sonuç olarak, tekne tasarımı projesinin STEM'in öğrenilmesi, bilim, matematik, teknoloji ve mühendislik okuryazarlığı bileşenlerinde öğrencilerin STEM okuryazarlıklarının iyileştirilmesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Akdağ ve Güneş (2017), enerji ünitesinde yapılan STEM etkinliklerine yönelik öğrenci ve öğretmen değerlendirmelerini belirlemek amacıyla bir fen lisesinin 9. sınıfında öğrenim gören 30 öğrenci ile nitel bir çalışma yapılmıştır. Öğrenciler, enerji ünitesinde STEM uygulamalarıyla ve kendi deneyimleriyle ürünler oluşturmanın öğretici, eğlenceli olduğunu ve önceki derslerde soyut kalan kavramları somutlaştırma fırsatı yakaladıklarını ifade etmiştir.

Christensen ve Knezek (2017), 2013-2014 yılında Middle Schoolers Out To Save The World (Msosw) projesi kapsamında 6. ve 7. sınıf düzeyinde 800 ortaokul öğrencisiyle yaptıkları çalışmada ortaokul öğrencilerinin STEM alanlarına ilgilerini ve öğrencilerin STEM kariyerlerine yönelik algılarını ve tutumlarını incelemişlerdir. Projedeki öğrenciler evlerinde ve topluluklarında elektronik cihazların tükettiği bekleme gücünü (fişe takılı ama “kapatılmış” bir çok cihazın tükettiği elektrik) denetlemek için enerji izleme ekipmanlarını kullanmıştır. Bekleme gücünü ölçtükten sonra öğrenciler, bir ailenin aylık elektrik faturasını azaltabilecek ve küresel iklim

değişikliğine katkıda bulunan sera gazı emisyonlarını azaltabilecek enerji koruma planlarını araştırmış ve sınıf arkadaşlarıyla birlikte topladıkları verileri sunmuşlardır. Sonuç olarak projenin, öğrencilerin STEM'e yönelik ilgilerini arttırarak STEM kariyer seçimlerini etkilediği görülmüştür.

STEM disiplinlerine duyulan ilgi öğrencilerin meslek seçimlerinde önemli görülmektedir. Bu doğrultuda literatürde STEM eğitiminin STEM disiplinlerine yönelik ilgiye etkisini inceleyen çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Wyss, Heulskamp ve Siebert (2012), ortaokul öğrencilerinin STEM kariyerleriyle ilgili bilgiler edinmesinin bu disiplinlerdeki mesleklere ilgilerini etkileme durumunu araştırmıştır. Çalışmaya 2009 yılında bir ortaokulun dört fen sınıfından (iki 6. ve 8. sınıf) deney grubu olarak 18 altıncı sınıf öğrencisi ve 23 sekizinci sınıf öğrencisi, kontrol grubu olarak 21 altıncı sınıf öğrencisi ve 22 sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Deney grubu öğrencilerine STEM uzmanlarının çalışmaları hakkında bilgi verdikleri videolar sekiz haftalık bir süreçte gösterilmiştir. Öğrencilerin STEM kariyerlerine ilgisi videoları izlemeden önce, videoların yarısı görüntüledikten ve tüm videolar izlendikten sonra anketlerle ölçülmüştür. Sonuç olarak STEM uzmanlarının bu videolarının izlenmesinin STEM kariyerlerine olan ilginin artmasına olumlu bir katkı sağladığı görülmüştür.

Lachapelle, Phandis, Jocz ve Cunnigham (2012), beş yıl boyunca ilköğretim mühendislik müfredatında yer alan fen ve mühendislik çalışmalarının, mühendislik disiplinine yönelik ilgisine etkisini araştırmıştır. Araştırmacılar; Amerika'daki devlet okullarında öğrenim gören 3., 4. ve 5. sınıf düzeylerinden 3950 öğrenciye geliştirdikleri 4'lü likert tipindeki, güvenilirlik katsayısı öntest için .739 ve sontest için .798 olan Mühendislik İlgi Ölçeği'ni uygulayarak elde ettikleri verilerden öğrencilerin mühendislik algılarının ve ilgilerinin olumlu yönde geliştiği sonucuna ulaşmıştır.

Şahin, Ayar ve Adıgüzel (2014), fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinliklerin özelliklerini incelemek, öğrencilerin bu etkinlikler ile olan deneyimlerini ve kazanımlarını ve etkinliklerin öğrenciler üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmak amacıyla betimleyici nitel bir durum çalışması yapmışlardır. 4-12. sınıf arası 146 öğrencinin katıldığı çalışmada veriler gözlemler, saha notları ve katılımcı öğrencilerle yapılan bire bir ve yarı yapılandırılmış görüşmelerle elde edilmiştir. Çalışma sonunda ortaya çıkan temalardan biri STEM Alanlarına ilgidir. Bulgular, STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerini arttırdığını ve fen bilimleri ve mühendislik alanlarını meslek olarak seçmelerinde yönlendirici olduğunu göstermiştir.

Gülhan ve Şahin (2016), STEM etkinliklerinin 5. sınıf öğrencilerinin fen alanındaki kavramsal anlamalarına ve STEM alanlarındaki mesleklerle ilgili görüşlerine etkisini inceledikleri çalışmada gömülü deneysel karma yöntem kullanmışlardır. Çalışmada nicel verilerin elde edilmesinde ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılırken, nitel verilerin elde edilmesinde durum çalışması kullanılmıştır. Deney grubu 16 erkek, 12 kız olmak üzere 28 öğrenciden kontrol grubu ise 14 erkek, 13 kız olmak üzere 27 öğrenciden oluşmaktadır. Deney grubunda ‘Avizemizi Tasarlayalım, Gölge Materyali Yapalım, Bitki Düzenlemesi Yapalım, Gıda Mühendisi Oluyoruz, Evimizi Tasarlayalım ve Ekolojik Yaşam Kenti’ adlı altı etkinlik uygulanmıştır. Sonuç olarak, STEM etkinliklerin öğrencilerin fen alanındaki kavramsal anlamalarını arttırdığı, mühendislikle ilgili algılarını geliştirdiği ve STEM alanındaki mesleklere karşı ilgilerini genel anlamda arttırdığı görülmüştür.

Pekbay (2017), STEM etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerine, STEM alanlarına yönelik ilgilerine etkisini araştırmak, STEM, STEM etkinlikleri ve uygulanan süreç ile ilgili görüşlerini almak amacıyla karma bir çalışma yapmıştır. Nicel kısmında öntest-sontest kontrol gruplu deneysel desen kullanılan çalışma; deney grubunda 35 (16 kız ve 19 erkek) ve kontrol grubunda 36 (19 kız ve 17 erkek) olmak üzere 71 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Veriler, Günlük Yaşama Dayalı Problem Çözme Becerileri Testi (GYDPÇBT) ve STEM Alanlarına İlgili Ölçeği (STEM- AİÖ) ile elde edilmiştir. Çalışmanın nitel kısmında ise gözlem, döküman incelemesi ve yarı yapılandırılmış



görüşmelerle veriler toplanmıştır. Deney grubunda öğretim mühendislik süreç becerileri ile yapılandırılmış ‘İnşa edebilirim, Sal yarışması, Kırılmayan yumurta, Yenilebilen araba, Pipetten köprü inşa etme, Roket fırlatma, Yünlü mamut eriyor, Gelişen teknoloji, İyi yalıtımlı evler, Yalıtım malzemelerinin araştırılması, Yalıtımlı ev inşa etme’ adlı 11, kontrol grubunda öğretim müfredata uygun olarak belirlenen ‘Atomlar kararlı mı?, Kutucukları dolduralım, Gazoz yapalım, Bardağım dolup taşı, Akan hamur, Tuz suda nasıl çözünür?, Güneşte pişirme, Karanlık odada gökkuşağı oluşumu, Farklı ekosistemler, Sera etkisi, Takımyıldızı kutusu yapalım, Önemli bilim insanları sunumu’ adlı 12 etkinlik ile yapılmıştır. Sonuç olarak, STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına ilgilerinin artmasında ve öğrencilerin günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerini geliştirmede etkili olduğu görülmüştür.

Shahali, Halim, Rasul, Osman ve Zulkifeli (2017), bütünleştirilmiş STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM konularına yönelik ve yaygın STEM eğitim programına katıldıktan sonra STEM kariyerine devam etme konusundaki ilgilerine etkisini araştırdıkları çalışmada proje tabanlı etkinlikler içeren BİTARA-STEM modülünü kullanmışlardır. BITARA-STEM modülü, enerji, kentsel altyapı, ulaştırma ve kablosuz iletişim olmak üzere dört ayrı modülden oluşmakta ve modüllerdeki faaliyetlerde STEM disiplinlerini birbirine bağlamak için mühendislik tasarım sürecinden yararlanılmıştır. Çalışma tek gruplu öntest-sontest deney tasarımının kullanılarak 2014 yılında 129, 2015 yılında 113 ortaokul öğrencisi (13 ve 14 yaş) ile gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, öğrencilerin STEM disiplinlerine ve STEM kariyerlerine olan ilgilerinde önemli artışlara sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Çiftçi ve Çınar (2017), 2015-2016 eğitim-öğretim yılında bir devlet ortaokulunun 7. sınıfında öğrenim gören 17 öğrenciyle gerçekleştirdikleri araştırmada öğrencilerin STEM mesleklerine ilişkin bakış açılarının ve meslek farkındalıklarının belirlenmesini amaçlamıştır. Nitel araştırma yaklaşımlarında biri olan özel durum çalışması ile yapılan araştırmada ‘STEM Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeği’ ve ‘Meslek Serbest Çizim Testi’ veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine ilgileri olduğu görülmüştür. Fakat bu disiplinlerdeki mesleklere olan ilgilerinin disiplinlere olduğu kadar yüksek olmadığı farkedilmiştir. Meslek seçimindeki ilgi mühendislikte yüksek, teknolojide orta, fen ve matematikte ise düşük bulunmuştur. Sonuç olarak

öğrencilerin STEM disiplinlerine ilgilerinin olduğu ancak bu alandaki meslekleri gelecekte tercih etmeleri bakımından ilgilerinin oldukça düşük olduğu anlaşılmıştır.

Gülhan ve Şahin (2018), ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin STEM alanlarındaki mesleklere yönelik tercih ve bu tercihlerin nedenlerini inceledikleri tarama modelindeki araştırmada, 2015-2016 eğitim-öğretim yılında İstanbul'daki bir ortaokulda öğrenim gören 107 (56 kız, 51 erkek) öğrenciye yönelttikleri açık uçlu soruları yazılı olarak cevaplamaları istenmiştir. Öğrencilerin çoğunlukla fen ve matematik alanındaki meslekleri tercih ettiği görülmüştür. Teknoloji alanındaki mesleklerin yalnızca erkek öğrenciler tarafından tercih edilmesi ve mühendislik mesleğinin ise tercih edilmemesi nedeniyle STEM eğitiminin bu alanlara yönelik mesleklere olan ilgiyi olumlu yönde etkileyebileceği düşünülmüştür.

Sarı, Alıcı ve Şen (2018), bütünleştirilmiş STEM eğitimi modellerinden probleme dayalı öğrenme ile hazırlanan STEM etkinliklerinin 5. sınıf öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarına ve STEM kariyer ilgilerine etkisini araştırmış ve STEM etkinliklerine yönelik öğrenci görüşlerini incelemişlerdir. Bu karma yaklaşım çalışmasında tek grup öntest-sontest deney tasarımı kullanılarak 10 kız ve 12 erkek öğrenci olmak üzere 22 öğrenciden oluşan gruba uygulama yapılmıştır. Kuvvet, sürtünme kuvveti, ısı, ışık ve elektrik konularında 'Isı yalıtımlı kap: Ayşe'nin dondurması eriyor.', 'Alarm sistemi: Ahmet'in köy macerası', 'Işığın yansıması ve aynalar: Ali'nin saklambaç oyunu', 'Kuvvetin ölçülmesi: Halat çekme oyunu' ve 'Sürtünme kuvveti ve hareket: Kaçış rampası' adlı beş farklı etkinlik gerçekleştirilmiştir. Nicel veriler STEM alanlarına tutum ölçeği, kariyer ilgisi için STEM semantik testi ve STEM kariyer ilgi ölçeği ile; nitel veriler ise STEM görüşme formu ile elde edilmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmelerde öğrencilerin büyük çoğunluğunun probleme dayalı STEM aktivitelerinin bilime olan ilgilerini artırdığı ve bu tür etkinliklerin fen derslerine dahil edilmesini istedikleri, bu aktivitelerin daha kalıcı olarak öğrenmelerini, günlük yaşamla ilişki kurmalarını sağladığını ifade etmişlerdir. Sonuç olarak, STEM disiplinlerine yönelik tutumlarının yanı sıra, öğrencilerin STEM kariyerlerine yönelik algılarının ve STEM ile ilgili mesleklere olan ilgilerinin de olumlu yönde değiştiği belirlenmiştir.

Karakaya, Avgın ve Yılmaz (2018), STEM meslek ilgisinin öğrencilerin cinsiyet, akademik başarı, yaşadıkları yerde bulunma süreleri ve teknolojiyi kullanma sürelerine göre nasıl değiştiğini anlamaya yönelik 6., 7. ve 8. sınıf düzeylerinden 611 öğrenci ile yaptıkları çalışmada uyarlaması Koyunlu Unlü, Dökme ve Ünlü (2016) tarafından yapılan Kier, Blanchard, Osborne ve Albert (2014)'in geliştirdiği STEM Career Interest Survey (STEM-CIS)'i kullanmıştır. Araştırmacılar öğrencilerin yaşadıkları yerde bulunma süreleri hariç diğer değişkenlerin ilgiyi etkilediği sonucuna varmıştır. Özellikle teknoloji disiplinine ait mesleklere yönelik ilgilerinin fen, mühendislik ve matematiğe olandan daha fazla olduğu görülmüştür. Çalışmada STEM etkinliklerinde teknoloji kullanımının kariyer seçimi için önemli olduğu vurgulanmıştır.

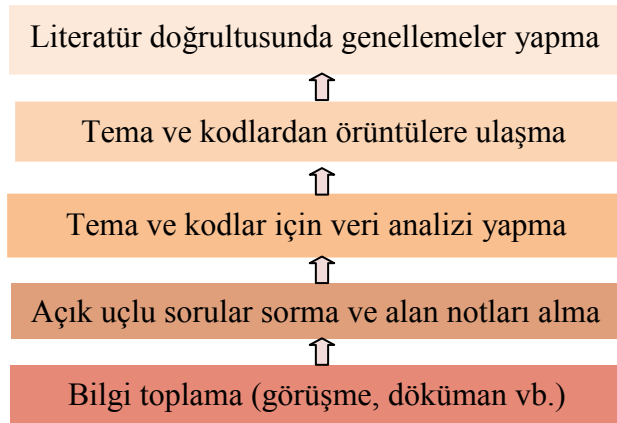
## BÖLÜM III: YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçlarının geliştirilmesi ve uygulanması, verilerin çözümlenmesi, öğretimin tasarlanması ve uygulanması hakkında bilgiler verilmiştir.

### 3.1. ARAŞTIRMANIN MODELİ

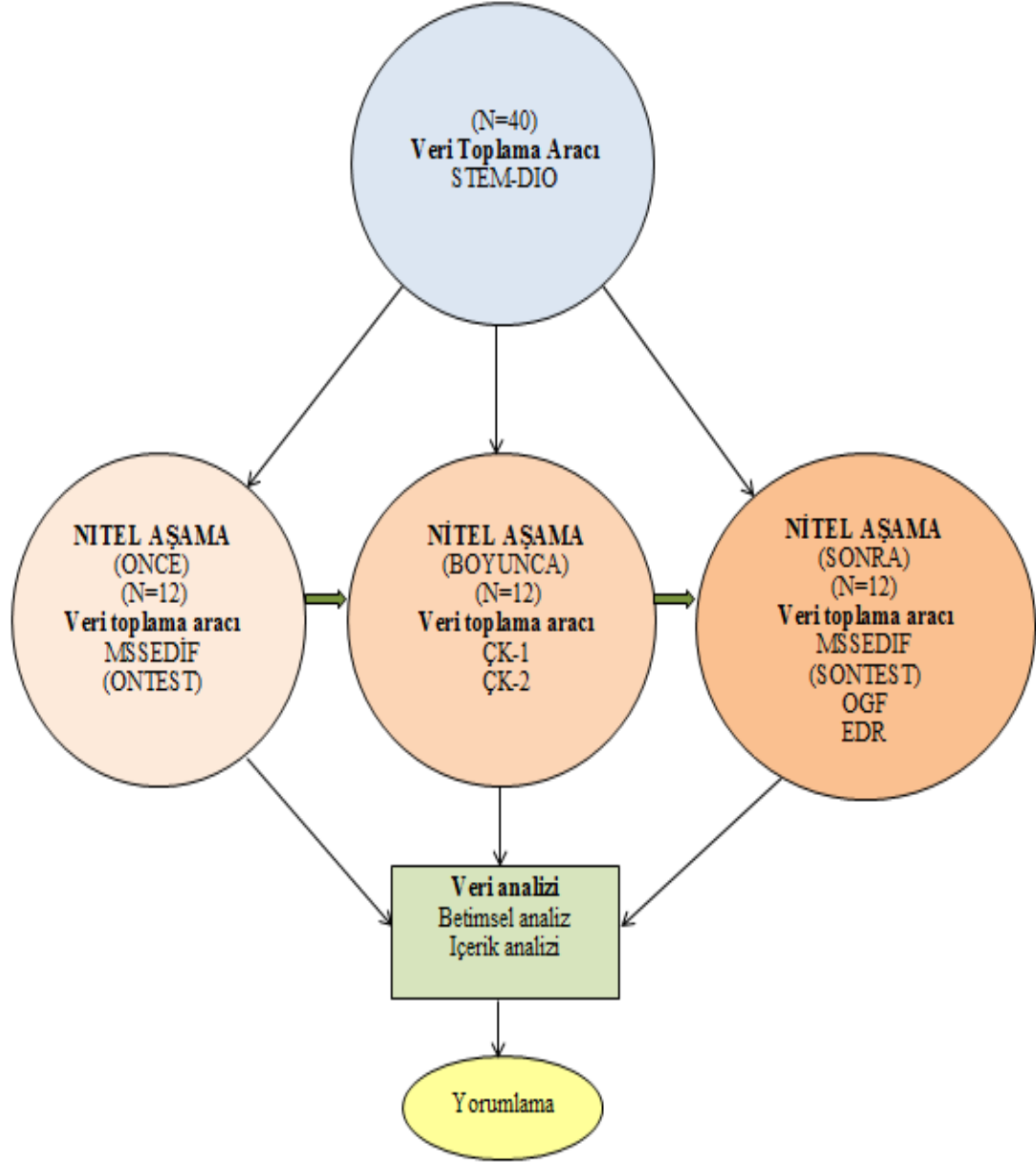
Mekanik Saat ile STEM etkinliğinin, 7. sınıf öğrencilerinin STEM disiplinlerine ilgilerine, STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi ve enerji dönüşümleri konusunu anlamalarına nasıl bir etkisi olduğunu belirlemek amacıyla bu çalışmada Temel Nitel Araştırma (Merriam, 2015) kullanılmıştır.

Temel nitel araştırma, 20. yüzyılın sonlarına doğru sosyal ve davranış bilimlerindeki üç yöntemsel hareketten ikincisi olarak nicel yöntemin sınırlılıklarını giderilebileceği fikri ile ortaya çıkmıştır (Teddlie ve Tashakkori, 2015). Temelde pozitivist yaklaşımı eleştiren ve yapılandırmacı görüşü benimseyen bu araştırma deseni, eğitim gibi pratiğe dayalı alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Çünkü temel amacı bir olayda bireylerin gerçeği nasıl anladıklarını belirlemek ve yaşantılarına dahil ettikleri anlamı yorumlamaktır (Merriam, 2015). Nitel araştırmanın doğasını daha iyi anlamak amacıyla tümevarımsal mantığı Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3-1: Nitel Araştırma Basamakları (Creswell, 2016)

Araştırmada veriler; Mekanik Saat-STEM-Enerji Dönüşümleri İlişkilendirme Formu (MSSEDİF) (EK-7), Çalışma Kağıdı 1 (ÇK-1) (EK-8) ve Çalışma Kağıdı 2 (ÇK-2) (EK-9), Etkinlik Değerlendirme Rubriği (EDR) (EK-10)'nden döküman incelemesi ile ve Öğrenci Görüşme Formu (ÖGF) (EK-11)'ndan yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilmiştir. Araştırmanın süreci Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3-2: Araştırmanın Süreci

### 3.2.EVREN VE ÖRNEKLEM/ÇALIŞMA GRUBU

Araştırma; İstanbul İli, Üsküdar İlçesi, Altunizade Hafize Özal Ortaokulu'nda iki şubedeki 40 yedinci sınıf öğrencisi ile 2017-2018 eğitim-öğretim yılı güz döneminde yapılmıştır. Çalışma grubu belirleme aşamaları aşağıda detaylı şekilde verilmiştir.

#### 3.2.1. Çalışma Grubunun Belirlenmesi

Uygulama için; yeterli yedinci sınıf bulunan, sınıf mevcutlarının benzerlik gösterdiği ve uygulamaya olumlu bakan okul seçilmiştir. Katılımcılar kendiliğinden oluşmuş gruplardan uygun örnekleme ile belirlenmiştir. Çalışma öncesinde okulda bulunan 7. sınıf öğrencilerine Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu (EK-5) verilerek öğrencilerden ve velilerinden çalışmaya katılabilmeleri için gerekli izinler alınmıştır.

Araştırmada aynı fen bilgisi öğretmeni tarafından öğretim yapılan iki yedinci sınıfa (N=52) STEM Disiplinlerine İlgili Ölçeği (STEM-DİÖ) uygulanarak test puanlarına bakılmıştır. Çalışmaya katılan 7 öğrenci testi boş bırakmış, 4 öğrenci nöbetçi olmaları, bir öğrenci de devamsızlık sebebiyle teste katılmamıştır. Uygulamada öğrenci gönüllülüğü esas olduğundan çalışmaya katılmayan 12 öğrencinin verileri değerlendirmeye alınmamış ve çalışma grubu 40 öğrenci olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin cinsiyete göre dağılımı Tablo 3.1'de verilmiştir.

**Table 3-1:** Şubelerdeki Öğrencilerin Cinsiyete Göre Dağılımı

Cinsiyet	Öğrenci Sayısı	Testi değerlendirmeye alınan öğrenci sayısı
Kız	25	21
Erkek	27	19

Tablo 3.1'den şubelerdeki kız ve erkek öğrenci sayılarının yaklaşık olarak eşit olduğu görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin yaş ortalamaları 13'tür.

Veri toplama araçları, tüm gruba uygulanmış ve bunların arasından araştırmacı tarafından 12 öğrenci maksimum çeşitlilik örnekleme kullanılarak belirlenmiştir (Monette, Sullivan ve Dejong, 1990). Burada amaç, öğrenci cevaplarının detaylı analizini yapabilmek için küçük bir grup oluşturmaktır. Bu amaç doğrultusunda da uygulanan STEM-DİÖ'den test puanları; yüksek, orta ve düşük

olan 4'er öğrenci seçilmiştir. İlgili puanları 120 ve altı 'Düşük', 120-150 arası 'Orta' ve 150-180 arası 'Yüksek' İlgili şekilde değerlendirilmiştir. Öğrenciler test puanlarına göre; yüksek 'ÖY', orta 'ÖO' ve düşük 'ÖD' ile kodlandırılmıştır. Seçilen 12 öğrencinin altısı kız, altısı erkektir ve öğrenci cinsiyetleri erkek için 'E', kız için 'K' harfi ile gösterilmiştir. Tablo 3.2'de öğrenci kodları, cinsiyetleri ve testten aldıkları puanlar verilmiştir.

**Tablo 3-2: Öğrenci Kodlarına Göre STEM-DİÖ Puanları**

Öğrenci kodları	Cinsiyet	Test puanı
ÖY1	E	169
ÖY2	K	164
ÖY3	K	163
ÖY4	E	159
ÖO5	K	149
ÖO6	K	145
ÖO7	E	140
ÖO8	E	134
ÖD9	K	104
ÖD10	E	99
ÖD11	E	81
ÖD12	K	77

### 3.2.2. Etkinlik Kazanımlarının Belirlenmesi

Araştırmada kazanımların belirlenmesinde Fen Bilgisi Öğretim Programı'nda yer alan '7. sınıf Enerji Dönüşümleri' konusuna yönelik kazanımlar göz önüne alınmıştır. Programda yer alan konu kazanımının fen bilgisi alanına yönelik olması nedeniyle etkinlik kazanımları teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını da kapsayacak şekilde iki fen bilgisi uzmanından görüş alınarak oluşturulmuştur. Kazanımlar oluşturulurken 7. sınıf Matematik Öğretim Programı ve Teknoloji ve Tasarım Öğretim Programı'nda yer alan kazanımlar temel alınmıştır.

Tablo 3.3'te fen bilimleri dersi öğretim programında bulunan Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) Kazanımı ve STEM disiplinleri temel alınarak düzenlenen ve araştırmacı tarafından belirlenen Mekanik Saat ile STEM Etkinliği kazanımları verilmiştir. Kazanımlar, STEM disiplinleri ve Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre katagorize edilmiştir.

**Tablo 3-3:** MEB Kazanımları ve Mekanik Saat ile STEM Eğitimi Etkinliği Kazanımlarının STEM Disiplinleri ve Revize Bloom Taksonomisi Basamakları

Kazanım No	MEB Kazanımları	Etkinlik Kazanımları	STEM	Bloom Taksonomisi	
				Bilişsel Süreç Boyutu	Bilgi Boyutu
1	Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüştüğünü örneklerle açıklar ve enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.		Fen	Hatırlama	Kavramsal bilgi
2		Tasarım işlevinin gerektirdiği mekanik özellikleri örnek bir mekanik saat modeli üzerinde tartışır.	Fen	Analiz	İşlemsel bilgi
3		Mekanik saat modelini inceleyerek hareket enerjisini ileten dişli çarkların dönme sayıları ve diş sayılarının ters orantılı olup olmadığına karar verir.	Matematik	Analiz	İşlemsel bilgi
4		Yaptığı mekanik saatte hareket enerjisini ileten dişli çarkların dönme sayıları ve diş sayıları arasındaki ilişkiyi tablo veya denklem olarak ifade eder.	Matematik	Analiz	İşlemsel bilgi
5		Mekanik saat tasarımı için taslak çizimler yapar.	Teknoloji	Uygulama	İşlemsel bilgi
6		Taslak çizimlerinde bulunan dişli çarkları bilgisayar destekli tasarım teknolojileri yardımıyla üç boyutlu görsellere dönüştürür.	Teknoloji	Uygulama	Bilişötesi bilgi
7		Potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşebildiği özgün bir mekanik saat tasarlar.	Mühendislik	Yaratmak	Bilişötesi bilgi



### 3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Araştırmada grupların homojenliğini ve görüşme yapılacak öğrencileri belirlemek amacıyla kullanılan veri toplama aracı, STEM Disiplinlerine İlgili Ölçeği (STEM- DİÖ) (EK-6)'nde 5'li likert tipi 36 sorudur.

Araştırmada kullanılan nitel veri toplama araçları ise; Mekanik Saat-STEM-Enerji Dönüşümleri İlişkilendirme Formu (MSSDİF)'nda 23 açık uçlu kısa cevaplı, Öğrenci Görüşme Formu (ÖGF)'nda 15 açık uçlu, Etkinlik Değerlendirme Rubriği (EDR)'nde 9 değerlendirme kriteri, Çalışma Kağıdı 1 (ÇK1) ve Çalışma Kağıdı 2 (ÇK2)'de 10'ar açık uçlu sorudur. Araştırmanın alt problemlerine yönelik kullanılan veri toplama araçları, veri toplama işlemleri ve veri analizi yöntemi Tablo 3.4'te verilmiştir.

**Tablo 3-4:** Araştırma Alt Problemlerine Göre Veri Toplama Araçları, İşlemleri ve Veri Analizi

Araştırma alt problemleri	Veri toplama araçları	Veri toplama işlemleri	Veri analizi
1. Mekanik saat ile STEM etkinliği, farklı ilgi düzeyindeki (düşük, orta ve yüksek ilgi) öğrencilerin STEM alanlarına ilgilerini nasıl etkilemektedir?	Öğrenci Görüşme Formu (ÖGF)	Uygulama sonunda	Betimsel analiz ve içerik analizi
2. Mekanik saat ile STEM etkinliğinin, farklı ilgi düzeyindeki (düşük, orta ve yüksek ilgi) öğrencilerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarına nasıl bir etkisi vardır?	MSSDİF/ MSS (B)	Öntest	İçerik analizi
	Çalışma Kağıdı (ÇK-2)	Uygulama Sırasında	İçerik analizi
	Etkinlik Değerlendirme Rubriği (EDR)	Uygulama sonunda	İçerik analizi
3. Mekanik Saat ile STEM etkinliği, farklı ilgi düzeyindeki (düşük, orta ve yüksek ilgi) öğrencilerin enerji dönüşümlerini anlamalarını nasıl etkilemektedir?	MSSDİF/ MSED (C)	Öntest	İçerik analizi
	Çalışma Kağıdı 1 ve 2 (ÇK-1 ve ÇK-2)	Uygulama Sırasında	İçerik analizi
	Öğrenci Görüşme Formu (ÖGF)	Uygulama sonunda	Betimsel analiz ve içerik analizi
4. Tüm çalışma grubunda STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlama açısından durum nedir?	Çalışma Kağıdı (ÇK-2)	Uygulama Sırasında	İçerik analizi

### 3.3.1. STEM Disiplinlerine İlgili Ölçeği (STEM-DİÖ)

Orjinal adı STEM Career Interest Survey (STEM-CIS) olan ölçek Kier, Blanchard, Osborne ve Albert (2013) tarafından ortaokul öğrencileri (5.-8. sınıf seviyeleri) için geliştirilmiştir. 1061 ortaokul öğrencisine uygulanan testin her alt boyutunda 11 madde vardır ve öz yeterlik, kişisel amaç, sonuç beklentisi, ilgi, bağlamsal destek ve kişisel eğilim olacak şekilde altı farklı sosyal bilişsel meslek faktörünü içermektedir. Kesinlikle Katılıyorum (5), Katılıyorum (4), Kararsızım (3), Katılmıyorum (2), Kesinlikle Katılmıyorum (1) şeklinde bir cevaplama anahtarına sahiptir. Ölçeğin Türkçeye çevirisi ve uyarlaması Pekbay (2017) tarafından yapılmıştır. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik olmak üzere dört alt boyuttan oluşan ölçekte her alt boyut için 9 madde vardır. Toplamda 36 maddeden oluşan ve 634 ortaokul öğrencisine (5.-8. sınıf seviyeleri) uygulanan ölçeğin güvenilirliği araştırmacı tarafından 0.94 olarak bulunmuştur. Ölçeklerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alt boyutları için güvenilirlik katsayıları Tablo 3.5'te verilmiştir.

**Tablo 3-5:** STEM-CIS ve STEM-DİÖ Güvenirlik Değerleri

Alt boyutlar	STEM Career Interest Survey (STEM - CIS) güvenilirlik değeri	STEM Disiplinlerine İlgili Ölçeği (STEM-DİÖ) güvenilirlik değeri
Fen	.77	.85
Teknoloji	.89	.86
Mühendislik	.86	.90
Matematik	.85	.87
Genel	-	.94

Bu araştırmada, 7.sınıf öğrencilerinin STEM disiplinlerine ilgilerinin ölçülmesi amacıyla Pekbay (2017) tarafından uyarlanan FeTeMM Alanlarına İlgili Ölçeği (FeTeMM AİÖ), STEM Disiplinlerine İlgili Ölçeği (STEM-DİÖ) adıyla kullanılmıştır. Ölçeğin cevaplanması için öğrencilere 20 dk süre verilmiştir. Öğrencilerin her bir alt boyut için verdikleri cevap puanları toplanarak toplam ilgi puanları oluşturulmuştur.

Nitel bir çalışmada veriler; görüşme, gözlem ve döküman yoluyla elde edilebilir. Araştırmacının çeşitli kaynaklar kullanarak verilere ulaşmasındaki amaç tek bir yaklaşımın zayıf yönlerini en aza indirmektir (Patton, 2014). Bu çalışmada veriler görüşme ve dökümanlarla elde edilmiştir.

### **3.3.2. Döküman İncelemesi**

#### **3.3.2.1. Mekanik Saat-STEM-Eneji Dönüşümleri İlişkilendirme Formu (MSSEDİF)**

Mekanik saat elemanlarının, STEM disiplinleri ve enerji dönüşümü konusu ile ilişkilendirilme durumlarını belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından 23 açık uçlu sorudan oluşan MSSEDİF oluşturulmuştur. Form; Mekanik saat (MS) (A), Mekanik saat-STEM (MSS) (B) ve Mekanik saat-Enerji Dönüşümleri (MSED) (C) olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Mekanik saat elemanlarını ve görevlerini belirlemek amacıyla oluşturulan MS (A) kısmında; mekanik saatin önden görünüşü durumuna yönelik 3, arkadan görünüşü durumuna yönelik 2 ve arka kapağının açılarak içinin görüldüğü duruma yönelik 4 soru bulunmaktadır. MSS (B) kısmında; mekanik saat elemanlarının STEM ile ilişkilendirilmesini belirlemek amacıyla 5 soru bulunmaktadır. MSED (C) kısmında; mekanik saatteki enerji dönüşümlerini belirlemek amacıyla 9 soru bulunmaktadır. Araştırmacı tarafından hazırlanan taslak soruların 3 fen bilgisi uzmanı ve 1 Türk dili uzmanı tarafından incelenmesi sağlanarak geri dönüt alınmış ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Araştırmacı ve bir fen bilgisi uzmanı tarafından ayrı ayrı kodlanan formun görüş birliği katsayısı 0.91 olarak hesaplanmıştır.

Ayrıca pilot çalışma yapılarak öğrenci görüşleri alınmıştır. Yapılan pilot çalışma sonunda öğrenciler tarafından anlaşılmayan herhangi bir soru olmadığından sorular oluşturuldukları ilk halleriyle kullanılmıştır. Formun cevaplanması sırasında esneklik potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştüğü mekanik saat, öğrencilere araştırmacı tarafından ilgili bölüm sorularına göre gösterilmiştir ve bir bölüm tamamen tamamlanmadan diğerine geçilmemiştir. Öğrenciler mekanik saati dikkatle inceleyerek formda yer alan soruları yaklaşık 40 dk içinde cevaplamıştır.

### 3.3.2.2. Çalışma Kağıtları (ÇK)

Uygulaması yapılacak etkinlik için araştırmacı tarafından, üç fen bilgisi ve bir Türk dili uzmanının görüşleri doğrultusunda Etkinlik Ders Planı (EK-16)'nda kullanılan 5E aşamaları dikkate alınarak öğrencilerin etkinlik sırasında kullanacakları iki adet çalışma kağıdı oluşturulmuştur. Çalışma kağıtları etkinliğin keşfetme ve derinleştirme bölümlerinde kullanılmıştır. Araştırmacı ve 1 fen bilgisi uzmanı tarafından bağımsız olarak kodlanan ÇK-1 için görüş birliği katsayısı 0.93, ÇK-2 için ise 0.87 olarak hesaplanmıştır.

Keşfetme bölümünde kullanılmak üzere oluşturulan ÇK-1'de yer alan gözlem yapıyorum, değişkenleri belirliyorum, tahmin ediyorum, hipotezi belirliyorum, hipotezi test ediyorum ve sonuç çıkarıyorum bölümleriyle öğrencilerin STEM disiplinlerinden fen, matematik ve mühendislik disiplinleri ilişkisine yönelik farkındalık kazanması amaçlanmıştır.

ÇK-2'de yer alan problemi belirliyorum, problemi çözüyorum, tasarıma karar veriyorum, problemimi/hipotezimi test ediyorum, sonuca ulaşıyorum, tasarımı sunuyorum bölümlerinde ise öğrencilerin STEM disiplinleri olan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlayarak modellerini oluşturmaları amaçlanmıştır. ÇK-1 ve ÇK-2'de yer alan bölümlerin STEM disiplinleri hakkında farkındalık sağlama hedefi Tablo 3.6'da yer almaktadır.

**Tablo 3-6:** ÇK-1 ve ÇK-2' de Yer Alan Bölümler ve STEM Disiplinleri İlişkisi

STEM Disiplinleri	ÇK-1' de yer alan bölümler	ÇK-2' de yer alan bölümler
Fen	Gözlem yapıyorum (5. Soru) Değişkenlerimi belirliyorum Tahmin ediyorum Hipotezi belirliyorum Hipotezi test ediyorum Sonuca ulaşıyorum	Problemi belirliyorum Problemi çözüyorum (a ve b) Tasarıma karar veriyorum (b) Problemimi/ hipotezimi test ediyorum Sonuca ulaşıyorum Tasarımı sunuyorum
Teknoloji		Tasarıma karar veriyorum (a ve c)
Mühendislik	Gözlem yapıyorum ( 1 ve 2. soru)	Tasarıma karar veriyorum (b ve d)
Matematik	Gözlem yapıyorum ( 3 ve 4. soru)	Tasarıma karar veriyorum (c)

Araştırmanın üçüncü alt problemi olan “Mekanik saat ile STEM etkinliğinin, 7. Sınıf öğrencilerinin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarına nasıl bir etkisi vardır?” sorusuna cevap aramak amacıyla MSSEDİF'de yer alan MSS (B)'e

yönelik 5 soru; ÇK-2 ve etkinliğin değerlendirilmesinde kullanılan EDR ölçütleri ile karşılaştırılmıştır. MSS (B) soruları ile ilişkili EDR ölçütleri Tablo 3.7’de verilmiştir.

**Tablo 3-7: MSS (B) Soruları ile İlişkili EDR Ölçütleri**

STEM Disiplinleri	MSS (B) soruları	EDR
Fen	2.1. Mekanik saati fen ile nasıl ilişkilendirirsin? 4. Yayın STEM ile ilişkisi nedir?	-Problemi belirleyebilme -Problemin çözümüne karar verme -Bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini belirleyebilme
Teknoloji	2.2. Mekanik saati teknoloji ile nasıl ilişkilendirirsin?	-Taslak çizimlerinde bulunan dişli çarkları bilgisayar destekli tasarım teknolojileri yardımıyla üç boyutlu görsellere dönüştürebilme
Matematik	2.4. Mekanik saati matematik ile nasıl ilişkilendirirsin? 3. Saatteki sayıların STEM ile ilişkisi nedir?	Mekanik saatte akrep ve yelkovanın hareketini sağlayan dişli çarkların; diş sayıları ve dönme sayıları arasındaki ilişkiyi belirleyebilme
Mühendislik	2.3. Mekanik saati mühendislik ile nasıl ilişkilendirirsin? 5. Dişli çarkların STEM ile ilişkisi nedir?	-Problemin çözümüne yönelik mekanik saat tasarlayabilme -Tasarlanan mekanik saat modeli için uygun malzeme, araç ve gereçleri seçebilme -Tasarlanan mekanik saate uygun bir şekilde malzeme, araç ve gereçleri kullanabilme -Mekanik saat modelinin problem durumunun çözümüne uygun şekilde birleştirilmesi

### 3.3.2.3. Etkinlik Değerlendirme Rubriği (EDR)

Uygulaması yapılacak etkinlik için öğretmen ders planında kullanılan 5E aşamaları dikkate alınarak, ÇK-2 ve etkinliğin değerlendirilmesi için EDR oluşturulmuştur. Rubrikte dört STEM disiplinine yönelik dokuz değerlendirme ölçütü bulunmaktadır. Belirlenen ölçütler 3 fen bilgisi ve 1 Türk dili uzmanının görüşüne sunulmuş ve düzenlenmiştir. Öğrenciler problemi belirleyebilme, problemin çözümüne yönelik mekanik saat tasarlayabilme, problem çözümüne yönelik dişli çark tasarımının bilgisayar programında yapılması, tasarlanan mekanik saate uygun malzeme, araç ve gereçleri seçebilme ve yapılan mekanik saatin tanıtılması kriterlerine göre zayıf, orta ve iyi şeklinde değerlendirilmiştir. Değerlendirme ölçütleri ve ilgili olduğu STEM disiplini Tablo 3.8’de verilmiştir.

**Tablo 3-8:** EDR Ölçütleri ve İlgili Olduğu STEM Disiplinleri

STEM disiplini	Değerlendirme ölçütü
Fen	Problemi belirleyebilme
	Problemin çözümüne karar verme
	Bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini belirleyebilme
Matematik	Mekanik saatte akrep ve yelkovanın hareketini sağlayan dişli çarkların; diş sayıları ve dönme sayıları arasındaki ilişkiyi belirleyebilme
Teknoloji	Taslak çizimlerinde bulunan dişli çarkları bilgisayar destekli tasarım teknolojileri yardımıyla üç boyutlu görsellere dönüştürebilme
Mühendislik	Problemin çözümüne yönelik mekanik saat tasarlayabilme
	Tasarlanan mekanik saat modeli için uygun malzeme, araç ve gereçleri seçebilme
	Tasarlanan mekanik saate uygun bir şekilde malzeme, araç ve gereçleri kullanabilme
	Mekanik saat modelinin problem durumunun çözümüne uygun şekilde birleştirilmesi

EDR’de yer alan fen disipliniyle ilgili olan üç ölçüt, matematik ve teknoloji disiplinleriyle ilgili olan birer ölçüt ve mühendislik disipliniyle ilgili olan dört ölçüt, disiplin bazında gruplanarak yeni bir değerlendirme yapılmıştır (EK-15). Bu değerlendirme sonucunda 12 öğrenci STEM disiplinlileri arasındaki ilişkiyi kurmada; Yeterli (Y), Kısmen Yeterli (KY) ve Yetersiz (YZ) olarak nitelendirilmiştir. Araştırmacı ve 1 fen bilgisi uzmanı tarafından ayrı ayrı kodlanan rubriğin görüş birliği katsayısı 0.87 olarak hesaplanmıştır.

### 3.3.3. Görüşme

Görüşme, araştırma yapılan alanla ilgili sorulara cevap aramak ve katılımcının duygularını, gözlemlenemeyen davranışlarını yada içinde bulunduğu durumu nasıl tanımladığını öğrenmek için görüşmeci ve katılımcı arasında gerçekleştirilen konuşmadır (Merriam, 2015). Yarı yapılandırılmış görüşmeler, soruların katılımcılara göre dil düzeyini ayarlayabilme ve ek sorular sorabilme imkanı sağlayarak katılımcının bakış açısı ortaya çıkarılabilir. Bu nedenle bu çalışmada hazırlanan sorulara verilen cevapların derinleştirilmesini sağlamak amacıyla yarı yapılandırılmış sorulardan oluşan ÖGF kullanılmıştır.

### 3.3.3.1. Öğrenci Görüşme Formu (ÖGF)

Öğrenci Görüşme Formu; etkinliğin, öğrencilerin STEM disiplinlerine ilgilerine, STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi ve 7. sınıf enerji dönüşümleri konusunu anlamaya yönelik görüşlerine nasıl bir etkisi olduğunu belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış olarak hazırlanmıştır (Merriam, 2015). Formun ilk halinde bulunan 9 açık uçlu soru, araştırmanın üç alt problemine yönelik olacak şekilde 3 fen bilgisi ve 1 Türk dili uzmanından görüş alınarak tekrar düzenlenmiştir. Pilot çalışması yapılan formda anlaşılmayan sorular daha açık hale getirilmiş, genel olan bazı sorular formdan çıkarılmış ve alt problemlere yönelik sorular eklenerek 15 açık uçlu soru oluşturulmuştur. 1 fen bilgisi uzmanı ve araştırmacı tarafından bağımsız olarak kodlanan formun görüş birliği katsayısı 0.92 olarak hesaplanmıştır.

Araştırmanın beşinci alt problemi olan “Mekanik saat ile STEM etkinliği, öğrencilerin STEM disiplinlerine ilgilerini nasıl etkilemektedir?” sorusuna yönelik 10 soru bulunmaktadır. Bu sorular STEM-DİÖ’deki sorular gözönünde bulundurularak hazırlanmıştır. STEM-DİÖ alt boyutlarına yönelik ÖGF’de yer alan sorular Tablo 3.9’da verilmiştir.

**Tablo 3-9: STEM-DİÖ Alt Boyutları İle İlişkili ÖGF Soruları**

STEM-DİÖ Alt Boyutlar	ÖGF soruları
Fen	<b>1.</b> Bu etkinlik fen bilimleri alanına ilgini etkiledi mi? •Cevap evet ise; Nasıl etkilediğini açıklar mısın? Başarılı oldun mu? Sevdim mi? •Cevap hayır ise; Neden? Başarısız mı oldun? Sevmedin mi? <b>2.</b> Bu etkinlikteki fen alanındaki bilgilerin geleceğini etkileyeceğini düşünüyor musun? Neden?
Matematik	<b>3.</b> Bu çalışma matematik alanına ilgini etkiledi mi ? •Cevap evet ise; Nasıl etkilediğini açıklar mısın? Başarılı oldun mu? Sevdim mi? •Cevap hayır ise; neden? Başarısız mı oldun? Sevmedin mi? <b>4.</b> Bu etkinlikte matematik ile ilgili konuşurken kendini rahat hissettin mi? •Cevap evet ise; neden? •Cevap hayır ise; neden?
Teknoloji	<b>5.</b> Bu etkinlikte teknoloji alanındaki gelişmelerden yararlandın mı? •Cevap evet ise; nasıl yararlandın? •Cevap hayır ise; neden? <b>6.</b> Bu etkinlikte teknoloji kullanımı sence önemli mi? Neden?
Mühendislik	<b>7.</b> Etkinlikte mekanik saatini tasarlarken keyif aldın mı? •Cevap evet ise; neden? •Cevap hayır ise; neden? <b>8.</b> Bu etkinlik mühendislik alanına ilgini etkiledi mi? •Cevap evet ise; Nasıl etkilediğini açıklar mısın? Başarılı oldun mu? Sevdim mi? •Cevap hayır ise; neden? Başarısız mı oldun? Sevmedin mi? <b>9.</b> Etkinlikte mekanik saatini yaparken zorlandın mı? •Cevap evet ise ; Nerede ve neden zorlandın? •Cevap hayır ise; neden? <b>10.</b> Okullarda mühendislik alanındaki bilgilerin kullanıldığı etkinlikler olmasını ister misin? Neden?

Araştırmanın üçüncü alt problemi olan “Mekanik Saat ile STEM etkinliği, öğrencilerin enerji dönüşümleri konusunu anlamalarını nasıl etkilemektedir?” sorusuna yönelik 4 soru bulunmaktadır. Bu sorular MSED (C)’de yer alan sorular göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. MSED (C) sorularına yönelik ÖGF’de yer alan sorular Tablo 3.10’da verilmiştir.

**Tablo 3-10: MSED (C) Sorularıyla İlişkili ÖGF Soruları**

MSED (C) soruları	ÖGF soruları
1. Akrep ve yalkovanın hareketini sağlayan nedir?	12. Etkinlikte enerji dönüşümleri konusunda ne öğrendin?
2. Yayın kurma kolu çevrildiğinde hangi enerji oluşur?	13. Etkinlikte mekanik saat kullanılması ‘enerji dönüşümleri’ konusunu anlamana yardımcı oldu mu?
3. Yay sıkıştırıldığında hangi enerjiye sahiptir?	14. Etkinlikte kullanılan mekanik saatin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarıyla ilişkisi nedir?
4. Yay açılmaya başladığında hangi enerji/enerjiler oluşur?	15. Bu etkinlikte STEM alanlarının ilişkilendirilmesi ‘enerji dönüşümleri’ konusunu anlamana yardımcı oldu mu?
5. Yay tamamen açıldığında hangi enerjiye sahiptir?	
6. Yay-dişli sisteminde yay sıkıştırılmış durumdayken dişli çarkların durumu nedir?	
7. Yay açılmaya başladığında dişli çarkların durumu nedir?	
8. Yay tamamen açıldığında dişlilerin durumu nedir?	
9. Yay- dişli sisteminde hangi enerji dönüşümleri oluşur?	

Yarı yapılandırılmış görüşmeler, belirlenen 12 öğrenci ile gönüllülük esas alınarak birebir gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler yaklaşık 10 dk sürmüştür ve ses kayıtları alınmıştır.

### 3.4. ARAŞTIRMANIN UYGULANMASI

#### 3.4.1. Pilot Uygulama

Araştırmanın pilot uygulaması 2017-2018 eğitim öğretim yılının birinci döneminde İstanbul İli Üsküdar İlçesinde bulunan bir ortaokulun 7. sınıf öğrencileriyle iki hafta boyunca Fen Bilgisi dersinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamaya bir şubede bulunan 25 öğrenci katılmıştır. Pilot uygulama yapılmasının amacı, etkinlik ile ilgili eksikliklerin, etkinliğe ayrılacak sürenin, etkinlikte kullanılacak malzemelerin ve öğrenci seviyelerine uygunluğun belirlenmesidir. Pilot uygulamada izlenen basamaklar aşağıda verilmiştir.

1. Öğrencilere STEM Eğitimi hakkında bilgi vermek amacıyla tanıtım dersinde kullanılacak olan powerpoint sunusu ile sunum yapılmıştır. Sunumda öğrenciler tarafından en çok ilgi gören kısımlar belirlenmiş, ilgi görmeyen ve sıkıcı bulunan kısımlar çıkarılmıştır.



2. Ön uygulamada, etkinlikte kullanılacak Tinkercad programı öğrencilere tanıtılmış ve öğrencilerin büyük ilgi göstererek programı kullanmaya istekli oldukları görülmüştür. Ayrıca öğrenciler programın kullanımının kolay olduğuna dair görüş bildirmişlerdir.
3. Etkinliğin giriş kısmında kullanılan iki mekanik saat görseli de öğrenciler tarafından ilgi çekici bulunmuştur.
4. Etkinliğin keşfetme kısmında öğrencilerden çekim potansiyel enerjisini kinetik enerjiye çeviren mekanik saat modelini incelemeleri istenmiştir. İnceleme sırasında mekanik saat modeli yapıldığı malzemenin dayanıksız olması nedeniyle zarar görmüş ve daha dayanıklı malzemedan yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrenciler ÇK-1'i cevaplarırken değişkenlerin belirlenmesi kısmında zorlanmışlardır. Bunun sebebinin değişken çeşitlerini bilmemelerinden kaynaklandığı anlaşılmıştır ve asıl uygulamadan önce öğrencilere değişken çeşitlerinin anlatılması gereği ortaya çıkmıştır.
5. Etkinliğin açıklama kısmında, öğrencilere esneklik potansiyel enerjisini kinetik enerjiye dönüştüren gerçek bir mekanik saat gösterilerek MSSEDİF'de yer alan soruları cevaplamaları istenmiştir. Soruların cevaplanması sırasında zaman kaybı yaşanmış ve öğrenciler mekanik saati bireysel olarak incelemek istediklerini belirtmişlerdir. Bu nedenle yapılacak asıl uygulamada kullanılacak mekanik saat sayısı arttırılmıştır.
6. Etkinliğin derinleştirme kısmında öğrencilere bir problem durumu verilerek problemin çözümü için ürün oluşturmaları istenmiştir. ÇK-2'de öğrencilerden yapacakları dişli çarkların diş sayıları ve dönme sayılarının hesaplanması beklenmiştir. Öğrencilerin hesaplama kısmında zorlanmaları nedeniyle hesaplamalarını kolaylaştıracak ve görsele dönüştürebilecek 'Gear Generator' programının kullanılmasına karar verilmiştir. Ayrıca ÇK-2'de yer alan hesaplama kısmına dişli çarkların diş sayısı ve dönme sayılarının hesaplandığı bir örnek eklenmesi uygun görülmüştür.
7. Etkinlik sonunda öğrencilerden yapılacak yarı yapılandırılmış görüşmeler için ÖGF'i cevaplamaları istenmiştir. Bazı öğrenciler soruların genel olduğunu bazı öğrenciler de soruların açık olmadığını söylemiştir. Bu nedenle form üç alt probleme cevap aramak için tekrar yapılandırılmıştır.

### 3.4.2. Uygulama

Araştırmanın uygulaması 2017-2018 eğitim öğretim yılında İstanbul İli Üsküdar İlçesinde bulunan Altunizade Hafize Özal Ortaokulu'nun iki şubesindeki 7. sınıf öğrencileri ile Fen Bilgisi dersinde iki hafta içerisinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan ders tasarımı Tablo 3.11'de verilmiştir.

**Tablo 3-11:** Ders Tasarımı

Tanıtım dersi	4 saat
Çalışma programı ders saati	8 saat
Öğretim yöntemi	STEM Eğitimi / 5E
Uygulayan	Araştırmacı

#### 3.4.2.1. Tanıtım Dersi

Etkinlik öncesinde, öğrencilere 4 ders saati boyunca tanıtım dersi yapılmıştır. Öğrencilerle tanışılarak öğrenciler yapılacak dersin içeriği ve işlenişi hakkında bilgilendirilmiştir. Tanıtım dersinin iki saatinde öğrencilere STEM Eğitimi, STEM disiplinleri, STEM disiplinlerinde çalışan bilim insanları, STEM disiplinlerinde yapılan çalışmalar ve geleceğin meslekleri hakkında bilgiler powerpoint sunusu (EK-17) ile verilmiştir.

Tanıtım dersinin diğer iki saatinde ise etkinlik sırasında öğrencilerin kendi dişli çarklarını tasarlamaları için ihtiyaç duyacakları Tinkercad programının tanıtımı yapılmış ve örnek bir tasarım öğrencilerle birlikte uygulanmıştır. Tinkercad programının seçilme nedeni kolay kullanılabilir ve ulaşılabilir olmasının yanında 3D tasarım ve baskıya imkan vermesidir. Programa [www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com) adresinden ulaşılabilir. Program içerisinde öğrenme ve öğretme amaçlı hazırlanmış bölümler bulunmaktadır. Tinkercad programının öğretimi ile yapılan ders içeriği EK-18'da verilmiştir.

#### 3.4.2.2. Asıl Uygulama

Araştırmanın deney grubunu B ve C şubelerinde bulunan 40 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. İki şubede yapılan uygulamalar ders programı nedeniyle aynı içerikte ve günlerde fakat farklı saatlerde Fen Bilgisi dersinde yapılmıştır. Tanıtım derslerinden sonra 04.12.2017-15.12.2017 tarihleri arasında gerçekleştirilen uygulamaya her bir grupta sekiz ders saati ayrılmıştır. Fen bilimleri dersi haftada dört saattir. Uygulama birinci grupta Pazartesi 09.00-10.30 saatleri arasında ve Cuma

günleri 13.40-15.10 saatleri arasında, ikinci grupta ise Pazartesi 11.30-13.30 ve Cuma günleri 09.00-10.30 saatleri arasında yapılmıştır. Okulda 12.50-13.30 saatleri arasında 40 dakikalık ara verilmektedir. Sekiz ders saati boyunca yapılan çalışmalar, 5E öğrenme modeli basamaklarına göre numaralandırılarak detaylı şekilde verilmiştir.

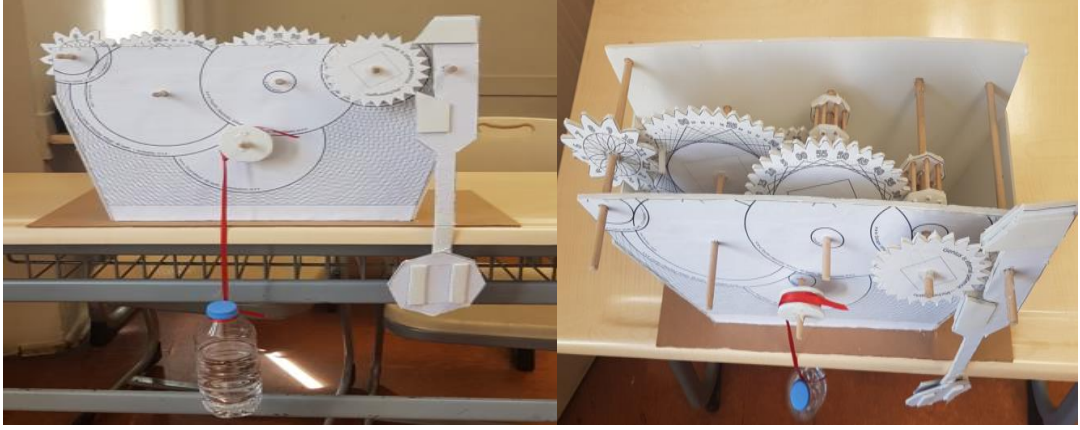
1. *Giriş*: Bu aşamada öğrencilerin dikkat ve ilgilerini konuya çekmek amacıyla iki mekanik saate ait görseller (Şekil 3.3) akıllı tahta aracılığıyla öğrencilere gösterilmiştir. Görsellerin öğrenciler tarafından incelenmesi istenerek onlara “Mekanik saat modellerinin çalışma mekanizmalarındaki farklılıklar nelerdir?”, “Sizce farklı özelliklere sahip olan bu saatlerin ortak özelliği ne olabilir?”, “Günlük hayatta kinetik enerjiden potansiyel enerjiye, potansiyel enerjiden kinetik enerjiye dönüşümlerin olduğu yerlere örnekler verebilir misiniz?” soruları sorulmuştur. Aynı zamanda bu sorular öğrencilerin daha önce öğrendikleri kinetik enerji ve potansiyel enerji kavramlarını hatırlamalarını sağlamıştır. STEM entegrasyonu açısından bu aşamanın önemi fen bilgisi disiplinini içererek ilgi ve motivasyonu arttırmasıdır.



**Şekil 3-3:** İki Mekanik Saatin Çalışma Mekanizmasına Ait Görseller (Encyclopædia Britannica, Inc., 2008 ; Du and Xie, 2013, s. 42)

2. *Keşfetme*: Bu aşama öğrencilere bilimsel süreç becerilerini kullanma imkanı sağlar. Öğrenciler, çalışma kolaylığı sağlamak amacıyla yaklaşık 3'er kişilik gruplara ayrılmıştır. Öğrencilere çekim potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştüğü bir mekanik saat modeli (Jhonson, 2017) gösterilmiş ve inceleyerek ÇK-1'de yer alan 'Gözlem yapıyorum, Değişkenleri Belirliyorum, Tahmin Ediyorum, Hipotezi Belirliyorum, Hipotezi Test Ediyorum/ Deney Yapıyorum ve Sonuca Ulaşıyorum' kısımlarındaki soruları cevaplamaları istenmiştir.

Öğrenciler bir model üzerinde saatin çalışma mekanizmasını keşfederek çekim potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye nasıl dönüştüğünü görmüştür. STEM entegrasyonu açısından bu aşamanın önemi fen ve matematik disiplinlerini içermesidir. Etkinlik sırasında öğrencilere gösterilen saat modeli Şekil 3.4'te verilmiştir.



**Şekil 3-4:** Çekim Potansiyel Enerjisini Kinetik Enerjiye Dönüştüren Saat Modeli

3. *Açıklama:* Bu aşamada öğretmen öğrencilere model kullanarak temel bilgi düzeyinde açıklamalarda bulunur ve verilen yeni modeller sayesinde onların kendi genellemelerine ulaşmaları sağlanır. (Yıldırım ve Selvi, 2017). Öğrencilerin keşfetme aşamasında yaşadıkları deneyimlere bağlı olarak çekim potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye nasıl dönüştüğünü açıklaması istenmiştir ve model üzerinde gerekli açıklamalar yapılarak çalışma mekanizması anlatılmıştır.

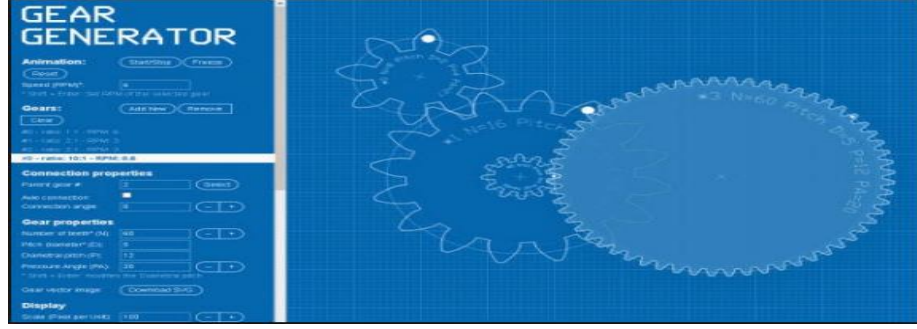
Yeni bir örnek olarak esneklik potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştüğü bir mekanik saat de önden ve arka kapağı açılarak arkadan gösterilerek mekanik saatin çalışma mekanizmasını öğrencilere anlatılmıştır. Öğrenciler esneklik potansiyel enerjinin kinetik enerjiye nasıl dönüştüğünü gözlemlemiştir. Konuyla ilgili kavramlar olarak enerji dönüşümleri ve dişli çarkların çalışma prensibi öğrencilere öğretilmiştir. STEM entegrasyonu açısından bu aşamanın önemi fen bilgisi ve matematik disiplinlerini içermesi ve derinleştirme aşamasında kullanılacak bilgilerin oluşturulmasının sağlanmasıdır. Konunun açıklanmasında kullanılan esneklik potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştüğü mekanik saat Şekil 3.5'te verilmiştir.



**Şekil 3-5:** Esneklik Potansiyel Enerjisinin Kinetik Enerjiye Dönüştüğü Mekanik Saat

4. *Derinleştirme:* Bu aşamada öğrencilerin günlük yaşam problemleriyle karşılaşarak öğrendikleri bilgileri yeni durumlara aktarmaları beklenmektedir. Günlük yaşam problemleriyle karşılaştırmak ve çözüm üretmelerini sağlamak amacıyla öğrencilerden ÇK-2’de yer alan ‘Problemi belirliyorum’ kısmındaki senaryoyu okuyarak problemi belirlemeleri ve ‘Problemi çözüyorum’ kısmında grup tartışması yaparak çözüm üretmeleri istenmiştir. Öğrenciler problemi belirledikten sonra kendi çözümleri olan tasarımların değişkenlerini belirleyerek tasarımlarını ‘Tasarıma karar veriyorum’ kısmına çizmişlerdir.

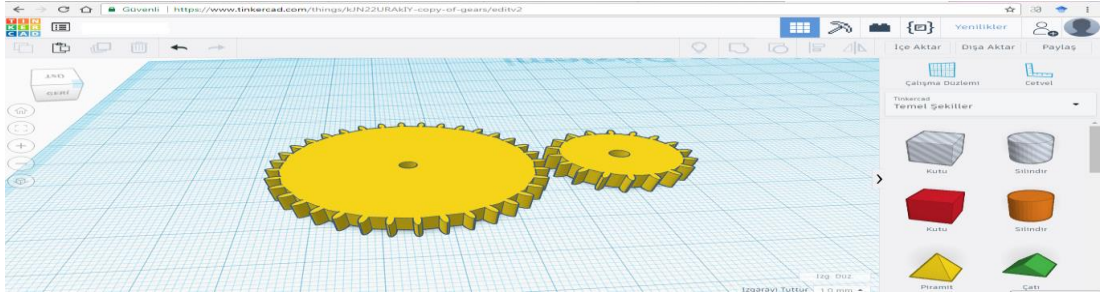
Öğrencilerden ‘Gear Generatör’ programında tasarımlarını iki boyutlu görsele dönüştürerek kullanacakları dişlileri denemeleri istenmiştir. Gear Generatör (Dişli Jeneratör) programı çevrimiçi kullanılabilen, düz dişli dişliler oluşturmak ve bunları 3D baskıya olanak sağlayan DXF ve SVG formatına dönüştürebilen bir araçtır. Giriş-çıkış oranı ve dönüş hızının kontrol edilebildiği ve birden fazla dişli düzeni oluşturarak entegre dişli sistemleri tasarlanmasına olanak veren bu araçta dişliler çalışma mekanizmasını göstermek için çeşitli hızlarla canlandırılabilir. Programa <https://geargenerator.com/> adresinden ulaşılabilir. Programın kullanılması oldukça kolay olduğundan öğrencilere uygulama öncesinde programa yönelik herhangi bir bilgi verilmemiştir. Öğrenciler deneme yanılma yoluyla kısa sürede kendi tasarımları için gerekli dişlileri oluşturmayı başarmışlardır. Gear Generator ara yüzü Şekil 3.6’da verilmiştir.



**Şekil 3-6:** Gear Generatör Ara Yüzü

Öğrenciler diş sayısına karar verdikten sonra ‘Tinkercad’ programında kendi dişli çarklarını tasarlamış ve tasarımlarını yaparken gerekli olacak malzemeleri de belirlemişlerdir. Tinkercad programında tasarlanan dişlilerin araştırmacı tarafından 3D baskıları alınmış ve öğrencilere gerekli diğer malzemeler de temin edilerek tasarımlarını oluşturmaları istenmiştir. Öğrencilerden tasarımlarını test etmeleri çalışmayan/eksik yönlerini, iyileştirmek veya geliştirmek için neyi/neleri değiştirebileceklerini belirlemeleri istenmiştir. Son olarak, öğrencilerden yapmış oldukları mekanik saat modellerini tasarımlarının önemli noktalarını vurgulayarak tanıtılmaları istenmiştir.

Bu aşama öğrencilerin öğrendikleri bilgileri yeni günlük yaşam problemine ve fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin tamamına entegre etmesi açısından STEM entegrasyonun en önemli aşamasıdır. Şekil 3.7’de Tinkercad programında bir grubun yaptığı dişli tasarımı örneği verilmiştir.



**Şekil 3-7:** Dişli Tasarım Örneği

**5. Değerlendirme:** Bu aşamada öğrencilerin yapmış oldukları mekanik saat modelleri rubrik kullanılarak araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir. Rubrik kullanılması öğrencilerin çalışma süreci ve yapmış oldukları mekanik saat modelleri hakkında dönüt almalarını sağlamıştır. Böylece öğrenciler kendi tasarımlarını tekrar gözden geçirme fırsatı bulmuşlardır.

### 3.4. VERİLERİN ÇÖZÜMLENMESİ

Araştırmada nitel veriler; Çalışma Kağıtları, Mekanik Saat-STEM-Enerji Dönüşümleri İlişkilendirme Formu, Etkinlik Değerlendirme Rubriği ve Öğrenci Görüşme Formu'ndan elde edilmiştir. Nitel verilerin çözümlenmesinde, metinlerin (görüşme dökümleri ve dökümanlar) analizi olarak bilinen içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizi; araştırmacının incelediği nitel materyalde bazen sayı bazen kelime atayarak belirlediği kodlarla verilerini daha anlaşılır hale getirdiği analiz türüdür (Patton, 2014). Araştırmacı analizde önceden belirlediği kategori listesini kullanabileceği gibi, kategorilere veri okuması sırasında da ulaşabilir (Dawson, 2016). Bu araştırmada yapılan içerik analizinde elde edilen veriler yedi aşamada analiz edilmiştir (Creswell, 2013; Merriam, 2015).

1. *Verilerin çözümlene için hazırlanması ve düzenlenmesi:* Çalışma kağıtları ve Mekanik Saat-STEM-Enerji Dönüşümleri İlişkilendirme Formu'nu öğrenciler yazarak yanıtladığından veriler hazırdır fakat öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen öğrenci cevapları yazıya aktarılarak veriler hazır hale getirilmiştir. Öğrencilerin söyledikleri genel fikirlere ulaşmak amacıyla yazılı metaryallerin tamamı okunmuştur ve önemli görülen noktalar işaretlenmiştir.

2. *Verilerin kodlanması:* Çalışma Kağıtları, Mekanik Saat-STEM-Enerji Dönüşümleri İlişkilendirme Formu, Etkinlik Değerlendirme Rubriği ve ÖGF'den elde edilen veriler daha önceden belirlenmiş temalara göre (Dawson, 2016), araştırmacı ve 1 fen bilgisi uzmanı tarafından ayrı ayrı kodlanmıştır.

3. *Temaların oluşturulması:* Araştırmanın 'Mekanik saat ile STEM etkinliğinin, 7.sınıf öğrencilerinin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarına nasıl bir etkisi vardır?' alt problemine yönelik MSS ve EDR'den elde edilen veriler için 'STEM Disiplinleri' ana teması kullanılmıştır. Araştırmanın 'Mekanik saat ile STEM etkinliğinin, 7. sınıf öğrencilerinin enerji dönüşümlerini anlamalarına nasıl bir etkisi vardır?' alt problemine yönelik MSED (C) verileri için 'Cevaplar', ÖGF verileri için ise 'Enerji Dönüşümleri konusunda öğrenilenler', 'Mekanik saat kullanılması', 'Mekanik Saat-STEM ilişkilendirmesi' ve 'STEM disiplinlerinin birbiriyle ilişkilendirilmesi' ana temaları kullanılmıştır.

Çalışma Kağıtları 1’de yer alan 6 tema; Gözlem yapma, Değişkenleri Belirleme, Tahmin Etme, Hipotezi Belirleme, Hipotezi Test Etme/ Deney Yapma ve Sonuca Ulaşma olarak belirlenmiştir. Çalışma Kağıtları 2’de yer alan 6 tema ise; Problemi Belirleme, Problemi Çözme, Değişkenleri Belirleme, Tasarıma Karar Verme, Problemi/ Hipotezi Test Etme ve Sonuca Ulaşma olarak belirlenmiştir.

4. *Tema ve kodlara göre verilerin düzenlenmesi:* Bu aşamada araştırmacı ve alan uzmanı tarafından bağımsız olarak yapılan kodlamalar, temalara ve araştırma problemlerine uygun olarak düzenlenmiştir.

5. *Alt temaların oluşturulması:* MSSED (C)’den çıkan alt temalar; Doğru (D), Kısmen Doğru (KD) ve Yanlış (Y) olarak belirlenmiştir (EK-14). EDR’ den çıkan alt temalar; Yeterli (Y), Kısmen Yeterli (KY) ve Yetersiz (YZ) olarak belirlenmiştir (EK-15).

6. *Verilerin yorumlanması:* Araştırmadan elde edilen veriler literatürdeki çalışmalar ışığında yorumlanmıştır. Yorumlamada öğrenci görüşmelerinden doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

7. *Bulguların sunumu ve görselleştirilmesi:* Araştırma bulgularının daha anlaşılır hale gelmesi için bulgular tablolar aracılığıyla sunulmuştur.

### **3.5. ARAŞTIRMANIN GEÇERLİK VE GÜVENİRLİĞİ**

Geçerlik (inanılrlık); nitel araştırmalarda var olan durumun ne derece doğru aktarıldığıyla ilgilidir (Creswell, 2013).

#### **3.5.1. Araştırmanın Geçerliliği**

İç geçerlik; araştırmada elde edilen bulguların gerçekte uyum derecesini, dış geçerlik ise araştırmadan elde edilen sonuçların genellenebilirliğini göstermektedir (Merriam, 2015). Araştırmada iç ve dış geçerliğe yönelik yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir.



#### *Araştırmada iç geçerliğe yönelik çalışmalar:*

İç geçerliliği sağlamak için, katılımcılar rastgele seçilmiştir. Katılımcı kaybını en aza indirmek amacıyla çalışma gruplarından iki sınıf seçilerek katılımcı sayısı artırılmıştır. Öğrenci yaşları yaklaşık olarak 13'tür. Sınıflarda bulunan erkek ve kız öğrenci sayıları yaklaşık olarak eşittir.

Çeşitli yöntem ve veri kaynakları ile üçgenleme (çeşitleme) yapılmıştır (Patton, 2014). Farklı nitel veri toplama araçları ile elde edilen bilgiler karşılaştırılmıştır. Nitel veriler araştırmacı ve bir alan uzmanı tarafından bağımsız olarak analiz edilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Nitel veri toplama araçlarının geliştirilmesinde üç alan ve bir Türkçe uzmanının görüşü alınmıştır. Veri toplama araçlarında doğru soruların sorulduğundan emin olmak amacıyla pilot çalışmada katılımcı doğrulaması yapılmıştır.

#### *Araştırmada dış geçerliği sağlamaya yönelik çalışmalar:*

Öğrenci görüşmelerinden ve dökümanlarından verilerin nasıl elde edildiği ve bulguların, çalışma ortamının ve çalışmaya katılan öğrencilerin detaylı bir şekilde betimlemesi yapılarak dış geçerliğe katkı sağlanmıştır (Creswell, 2016). Model bir örneklem olması açısından çalışma ortaokul öğrencileri ile yapılmıştır. Aynı kademedeki öğrencilerin tipik temsiline yapılması farklı durumlarla karşılaştırmalar yapılabilmesi açısından önemlidir (Merriam, 2015). Çalışma grubundan örnek öğrencilerin belirlenmesinde maksimum çeşitlilik örnekleme kullanılmıştır. 12 öğrenci ilgi düzeylerine göre seçilerek azami çeşitlilik ile çalışmanın genellenebilirliğini arttırmak amaçlanmıştır.

### **3.5.2. Araştırmanın Güvenirliği**

Güvenirlik, çalışmanın tekrarından elde edilecek bulguların ne kadar tutarlı olduğudur (Creswell, 2013). Nitel çalışmalarda güvenilirlik, sonuçların verilerle olan tutarlılığı olarak değerlendirilmektedir ve güvenilirlik için ön şart olan geçerliliği sağlama yöntemleri olan üçgenleme, görüş birliği ve dış denetim kullanılarak sağlanabilir (Merriam, 2015). Araştırmada uzman görüşleri alınarak sonuçların verilerle tutarlılığı denetlenmiştir. Miles ve Huberman (1994) tarafından önerilen  $[Görüş\ birliği / (Görüş\ birliği + Görüş\ ayrılığı)] \times 100$  formülü ile kodlayıcılar arasındaki görüş birliği katsayısı hesaplanarak %80 şartı sağlanmıştır.

## **BÖLÜM IV: BULGULAR**

Araştırma problemlerine yönelik veri toplama araçlarından elde edilen bulgular üç ayrı başlık altında aşağıda sunulmuştur.

### **4.1. STEM DİSİPLİNLERİNE İLGIYE YÖNELİK BULGULAR**

Araştırmanın “Mekanik saat ile STEM etkinliği, farklı ilgi düzeyindeki (düşük, orta ve yüksek ilgi) öğrencilerin STEM disiplinlerine ilgilerini nasıl etkilemektedir?” alt problemini incelemek amacıyla 12 öğrenci ile yapılan görüşmelerden elde edilen ÖGF verilerine betimsel ve içerik analizi yapılmıştır.

Yapılan görüşmelerden öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının en az üçüne ilgi duyuyor olması ‘Yüksek ilgi’, iki alana ilgi duyuyor olması ‘Orta ilgi’, bir alana ilgi duyuyor ya da alanların hiçbirine ilgi duymuyor olması ‘Düşük ilgi’leri olduğu şeklinde değerlendirilerek kodlanmış öğrenci cevaplarından ulaşılan temalar, kodlar, öğrenci kodları ve örnekler Tablo 4.1’de verilmiştir.

**Tablo 4-1:** STEM Disiplinlerine İlgiye Yönelik ÖGF’den Elde Edilen Bulgular

STEM Disiplinlerine İlgi			
Temalar	Kodlar	Öğrenci kodları	Örnek
Yüksek ilgi	İlgimi çekti		“Evet, hoşuma gitti, severek yaptım.” (ÖY1)
	Başarılı oldum	ÖY1	
	Sevdim	ÖY2	
	Hoşlandım	ÖY3	“Evet. İlgimi çekti. Eğlenceli, güzel vakitler geçirdik. Yapabildiğim için de sevdim. Başarılı olduğum için mutlu oldum.” (ÖY2)
	Merak duydum	ÖY4	
	Eğlenceli buldum	ÖÖ5	
	Bu alanda meslek seçmeyi istiyorum	ÖÖ6	“Evet. Sayılar her zaman ilgimi çekiyor ve bunu matematiğe dökmeye daha eğlenceli geldiğini düşünüyorum. Benim için çok eğlenceli bir ders oldu.” (ÖY3)
	Yaratıcılığı geliştireceğini düşünüyorum	ÖÖ7	“Şimdi aklımda bir meslek var mesela mühendis olmak istiyorum artık.” (ÖÖ7)
		ÖÖ8	“Evet. Çünkü çocukların yaratıcılığını geliştirir. En azından el becerilerine sahip olurlar.” (ÖÖ5)
			“Aslında yapabildim ama sevmiyorum sayılarla uğraşmayı.” (ÖÖ8)
Orta ilgi	İlgimi çekti- başarısız oldum		“Başarılı oldum ama pek ilgim olduğu söylenemez. Zor geldi.” (ÖÖ6)
	İlgimi çekti - sevmedim		
	İlgimi çekti - yeteneğim yok		
	İlgimi çekmedi- başarılı oldum	ÖD10	“İlgi duyuyorum. Başarılı değilim ama olmaya çalışıyorum. Soruları çözmek eğlenceli geliyor.” (ÖD9)
	İlgimi çekmedi- sevdim	ÖD11	
	Merak duydum-başarısız oldum		“Cevabım hayır, çünkü fen bilimleri alanında başarısızım. İlgilenmeyi sevdim fakat buna yeterli bir yeteneğimin olmadığını düşünüyorum.” (ÖD10)
	Merak duymadım- Başarılı oldum		“Matematik alanı da aslında bana fen kadar karışık gelir. Aslında bana bulmaca gibi geldi bazen zevkli oldu bazen de sevmedim.” (ÖD12)
Başarılı oldum- hoşlanmadım			
Düşük ilgi	İlgimi çekmedi		“İlgimi çekmiyor. Fazla başarılı değilim. Fazla sevmem konular zor geldiği için..” (ÖD12)
	Başarısız oldum	ÖD9	
	Sevmedim	ÖD12	
	Hoşlanmadım		“Genelde gergindim. Dinlemeyi tercih ettim yeterli bilgim olduğunu düşünmüyorum.”(ÖÖ8)
	Eğlenceli bulmadım		
	Zor olduğunu düşünüyorum		“Zordu çünkü. Matematiğim iyi değildir.” (ÖD11)
Bilgilerim yetersiz		“Pek hissetmedim çünkü formüller ve benzeri sayılarla aram pek iyi değil.” (ÖD12)	

Görüşmelerden elde edilen veriler “yüksek”, “orta” ve “düşük” ilgi olarak üç tema altında incelenmiştir. Yüksek ilgi teması; ‘İlgimi çekti’, ‘Başarılı oldum’, ‘Sevdim’, ‘Hoşlandım’, ‘Merak duydum’, ‘Eğlenceli buldum’, ‘Bu alanda meslek seçmeyi istiyorum’, ‘Yaratıcılığı geliştireceğini düşünüyorum’. Orta ilgi teması; ‘İlgimi çekti- başarısız oldum’, ‘İlgimi çekti – sevmedim’, ‘İlgimi çekti - yeteneğim yok’, ‘İlgimi çekmedi- başarılı oldum’, ‘İlgimi çekmedi- sevdim’, ‘Merak duydum- başarısız oldum’, ‘Merak duymadım- Başarılı oldum’, ‘Başarılı oldum- hoşlanmadım’. Düşük ilgi teması ise; ‘İlgimi çekmedi’, ‘Başarısız oldum’, ‘Sevmedim’, ‘Hoşlanmadım’, ‘Eğlenceli bulmadım’, ‘Zor olduğunu düşünüyorum’, ‘Bilgilerim yetersiz’ kodlarını içermektedir.

Oniki öğrencinin her birinin görüşmelerde ilgilerine yönelik sorulan 10 soruya verdikleri cevaplar aşağıda sunulmuştur.

ÖY1; görüşmeler sırasında etkinliğin fen ilgisini etkilediğini “*Evet. Çünkü hoşuma gitti ve severek yaptım*” şeklinde beyan etmiştir. Matematik hakkındaki görüşünü; “*Evet hissettim. Çünkü matematikle ilgili bilgilerimin yeterli olduğunu düşündüğüm için daha rahat oldum*” sözleriyle ifade etmiştir. Etkinlikte teknolojiden yararlandığını ve bunun önemi hakkındaki düşüncesini; “*..teknoloji hayata yeni bir şey kazandırır bunun da hayat için önemli olduğunu düşünüyorum. Biz de çark yaptık ve yeni bir şeyler kazandırdığımızı düşünüyorum*” sözleriyle belirtmiştir. Mühendislik alanıyla ilgili var olan ilgisinin de arttığını; “*Evet ilgim arttı. Çünkü bir şeyler tasarlamayı ben de seviyorum. Bu konuda el başarımın yüksek olduğunu düşünüyorum çünkü ellerimi etkin bir şekilde kullanabiliyorum. Mühendisliğin ne olduğunu ve mühendislerin ne yaptığını daha iyi anladım. Onun dışında benim için iyi bir etkinlik oldu.*” şeklinde vurgulamıştır.

ÖY2; görüşmelerde fene olan ilgi artışını “*Evet, ilgimi çekti. Eğlenceli güzel vakitler geçirdik, yapabildiğim için de sevdim. Başarılı olduğum için mutlu oldum.*” diyerek gerekçelendirmiştir. Aynı şekilde etkinliğin matematik kısmında da başarılı olduğunu; “*İlgimi çekti. Çünkü, başarılı oldum. Özellikle yapabildiğim bir konu olduğunda çok daha fazla matematiği seviyorum.*” sözleriyle ifade etmiştir. “*..Şuan teknoloji çağındayız ve bilgisayarda tasarım yaptık ... kendim yaptığım ve uğraştığım için kavramam daha kolay oldu.. bir şeyler tasarlamakta benim hoşuma gitti..*

*mühendislerin ne yaptığını öğrendim ve mühendis olmak bana iyi bir fikir gibi geldi.”* sözlerinde ise teknoloji ve mühendisliğe olan ilgisini belirtmiştir.

ÖY3; fen kısmının ilgisini çektiğini ve meslek seçimine etkisini; *“Benim ilgimi çekti... ileride fen bilimleri ile ilgili bir meslek seçmeyi düşünüyorum”* sözleriyle ifade etmiştir. Etkinliğin matematik içermesinin ilgisine etkisini ise şu sözlerle dile getirmiştir: *“..matematiğe dökünce daha eğlenceli geldiğini düşünüyorum. Benim için çok eğlenceli bir ders oldu..”*. Aynı şekilde etkinlikte teknolojiden faydalandığını ve bunun önemini; *“Bir program kullandık...evet bence önemli. Çünkü mesela dersi daha iyi anlamamıza yardımcı oldu. Bizim için bir destek oluyor teknoloji ben öyle düşünüyorum...bilgisayar ortamı üzerinden daha iyi anlamamızı sağladı.”* şeklinde açıklamıştır. Ayrıca okullarda mühendislikle ilgili etkinliklerin olmasını istediğini *“İsterim çünkü dersi sıkıcı olmaktan kurtarıyor ve bence güzel oluyor. En azından fende olsa güzel olur. Mesela sizle saat yapınca çok güzel geçiyordu ders saatleri.”* sözleriyle ifade etmiştir.

ÖY4; aynı şekilde etkinlikte fen alanında öğrendiği bilgilerin geleceğini etkileyebileceğini *“..meslek seçimimde ya da genel kültür olarak bilgimin işe yarayacağını düşünüyorum.”* şeklinde dile getirmiştir. Etkinliğin matematikle ilgili kısımlarından bahsederken merak uyandırıcı bir etkisi olduğunu; *“Sayıların ortaya çıkardığı işlemleri merak ettim..”* ifadesiyle paylaşmıştır. Etkinlikte teknoloji ve fen arasında kurduğu bağlantıyı ise *“..teknoloji olmadan da deney ortaya çıkamayacağı için fen dersi teknoloji ile bağlantılı bir ders. Biz de deneyerek çarkları bilgisayarda yaptık.. bi konu hakkında bilgim olmasını bir fikir sunmayı sevdim.”* şeklinde ifade ederek belirtmiştir.

ÖÖ5; etkinliğin fen ve matematik ilgisine etkisini, etkinlik sırasında başarılı olmasına ve zevk almasına bağlamış ve bunu *“..ilgimi çekti, yaparken zevk aldım. Başarabildiğim için mutlu oldum. Bu da daha çok ilgimi çekiyor ve daha da araştırmak istiyorum..”* şeklinde ifade etmiştir. Teknolojiden yararlandığını ve eğlendiğini; *“..akıllı tahtada deneyerek yaptık çarkları...teknoloji olduğu için çözmek daha eğlenceli oldu.”* sözleriyle belirtilmesine rağmen aslında tasarlama kısmında zorlandığını *“en zor kısımda bana göre çarkı tasarlamak”* sözleriyle belirtmiştir. Aynı şekilde okullarda mühendislik ile ilgili etkinliklere gerek olmadığını düşünmesine rağmen grup çalışması olması halinde katılabileceğini *“..istemem gerek*

*olduğunu düşünmem. Ama isteyen arkadaşlarım olursa ben de etkinliğe katılırım..”* sözleriyle dile getirmiştir.

ÖO6; etkinlik sonrasında fene ilgi duymaya başladığını; *“Evet. Dersler eğlenceli geçti bu yüzden ilgi duymaya başladım fen dersine.”* şeklinde ifade etmiştir. Fakat etkinlik sonunda başarılı olmasına rağmen *“Başarılı oldum ama pek ilgim olduğu söylenemez. Zor geldi.”* ifadesinde de belirttiği gibi matematik kısmında zorlanması nedeniyle matematiğe ilgi duymadığını söylemiştir. Teknolojinin ise daha iyi anlamasına yardımcı olduğunu ve keyif aldığını; *“Derste bilgisayardan tasarım yaptık daha iyi anlamamıza sebep oldu..çarkları bilgisayarda yapmak keyifliydi.”* ifade etmiştir. Mühendislik ilgisine dair net bir görüş bildiremediğini fakat etkinliğin kendisine fikir verdiğini; *“açıkçası ilgi duyuyor olabilirim.. mühendislik gelişmeyi sağlar, insanların fikirlerini geliştirir. Mühendislerin neler yaptığını gördüm. Bence mühendis olmak iyi bir fikir.”* sözleriyle bildirmiştir.

ÖO7; etkinlik sırasında fende öğrendiği bilgileri yeni tasarımlar için kullandığını söylediği *“yeni fen konuları öğrendim.. teknolojik aletler icat edilebileceğimizi gördüm.”* ifadesinde aslında fen ve teknolojinin bağlantılı olduğuna vurgu yapmıştır. Etkinliğin matematiğe olan ilgisine etkisini *“çok eğlenceli geldi burada matematik.”* sözleriyle, teknolojiden yararlandığını ve teknoloji olmasa zorlanacağını *“Akıllı tahta ve bilgisayarda hesaplamalar yaptık.. teknoloji olmasa mesela çarkları yapmak zor olurdu.”* diyerek belirtmiştir. Mühendislik hakkında etkinliğin kazandırdıklarını ise; *“Ben hangi mesleği seçeceğime karar veremiyordum aslında...ama siz anlatınca en azından içeriğini gördüm. Şimdi aklımda bir meslek var mesela mühendis olmak istiyorum artık”* şeklinde ifade etmiştir.

ÖO8; *“Etkinliği sevdim.. bilgisayar kullandık.. önemli bence konuyu daha iyi öğrenebiliriz o şekilde. Akıllı tahta kullanıyoruz oradan videolar izledik, tasarım yaptık... En çok parçaları birleştirirken keyif aldım çok eğlenceliydi... Mühendislik genel olarak zor bir meslek ama bir şeyler tasarlamak ilgimi çekti, sevdim.”* sözlerinde etkinliğin fen, teknoloji ve mühendisliğe ilgisini arttırdığını, fakat matematikte başarılı olmasına rağmen matematiğe ilgisi olmadığını *“...aslında yapabildim ama sevmiyorum sayılarla uğraşmayı...dinlemeyi tercih ettim yeterli bilgim olduğunu düşünmüyorum”* şeklindeki ifadesinde dile getirmiştir.

ÖD10; teknoloji ve mühendislik alanındaki ilgisine yönelik; *“Teknolojiyle her şey hızlı ve iyi oluyor kullanınca.. Bilgisayarda tasarım yapmak tam bana göre. Çarkları bir de siz bastırdınız harika oldu. Keşke hep böyle şeyler yapsak...Mühendisler teknoloji kullanır tasarım yaparken. bu yüzden ilgimi çekti. Mühendislerin ne yaptığını daha iyi anladım aslında bilgisayar mühendisi olmak istiyorum.”* ifadelerini kullanmıştır. Fen ve matematiğe ilgisinin olmamasının sebebini *“Çünkü zorlandım. Zor geldiği içinde uğraşmayı sevmedim...sıkılıyorum bilmediğim için”* şeklinde açıklamıştır.

ÖD11; etkinliğin fen ilgisine etkisini; *“Imm etkiledi sanırım. Yani sizinle yaptığımız fen dersini sevdim genelde.”* sözleriyle, teknoloji ilgisine etkisini ise *“Bilgisayarla ilgili olanlar teknolojiyle ilgiliydi... Çünkü akıllı tahtada görünce ve yapınca daha iyi oldu”* ifadesinde dile getirmiştir. Mühendisliğe ilgisi olmamasına rağmen yaptığı etkinlikte grup çalışmasının önemini; *“Dediğim gibi birşeyler yapmak bana göre değil yine de ders iyi geçti normalden. Grupla çalışınca güzel oldu.”* sözleriyle vurgulamıştır. *“Matematik kısmını hesaplamak baya zordu”* sözlerinden anlaşıldığı gibi matematik ilgisinin olmamasına hesaplamanın zor olmasını sebep olarak göstermiştir.

ÖD9 ve ÖD12; yapılan görüşmelerde sadece teknolojiye ilgileri olduğunu ve teknolojiden yararlanmanın ilgiyi arttırarak kolaylık sağladığını; ÖD9, *“Çarkları yapması normalde zordu biz bilgisayarda yaptık kolay oldu...ilgiyi arttırdı teknolojiden dolayı.”* ifadesinde, ÖD12 kodlu öğrenci ise *“Aslında çoğunlukla yararlandık. Önce sunum izledik, videolar vardı akıllı tahtada sonra matematik için hesaplar yapmayı kolaylaştırıcı alıştırmayı yaptık ve çarkları yaptık”* ifadesinde iletmiştir.

ÖD12; *“Fen bilimleri dersi bana karışık geliyor, sevmem ama çalıştığım zaman başarılı olabildiğimi gördüm... fen bilimleri dersiyle teknoloji bilimlerinin çok bağdaştığını düşünüyorum”* söyleminde fende başarılı olabileceğini ve fenin teknolojiyle ilişkili olduğunu, *“aslında bana bulmaca gibi geldi bazen zevkli oldu bazen de sevmedim.”* ifadesinde matematiğin bulmaca gibi geldiğini ve zevkli olduğunu, *“Bence fen dersinde teknoloji kullanımı önemli çünkü çocukların gözlemleyerek görmeleri fen alanı için önemli”* ifadesinde teknoloji kullanmanın önemini, *“..çünkü birçok parçadan bir şeyler tasarlamak beni sıkıyor. Yani ince*

*tasarımlar yapmayı severim ama büyük tasarımlar yapmak bana göre değil. Okullarda mühendisliğin kullanılmasını isterim çünkü eğlenceli olur genelde hani okul arkadaşlarımızla birlikte yaptığımız için ve yaratıcılığımızı sağlayacağını düşünüyorum*” ifadesinde ise aslında ince tasarımlar yaptığını ve grup çalışmasıyla yapılan mühendislik etkinliklerinin olmasını istediğini ve yaratıcılığı geliştirebileceğini cümleleri ile açıklamıştır.

ÖD9; *“Çünkü zor olduğunu düşünüyorum”* ifadesinde feni zor bulduğunu, *“Başarı olarak normal hani orta derecede ne başarılı oldum ne başarısız ama ilgim yok yani. Sevmiyorum.”* ifadesinde matematik başarısının orta olduğunu fakat matematiği sevmediğini söylemiştir. *“Mühendislikte tasarlama olduğu için çok kolay sıkılan birisiyim...etkinlikten etkinliğe geçebiliyor bazıları sıkıcı oluyor eğer genel olarak iyiyse seçerim yani”* ifadelerinde çabuk sıkılan biri olması nedeniyle mühendislik etkinliklerini eğer iyi olduğunu düşünürse seçebileceğini bildirmiştir.

Öğrencilerin ilgi düzeylerindeki değişimi değerlendirebilmek için, ÖGF ilgi düzeyleri, STEM-DİÖ öntest puanları ile karşılaştırılmıştır. STEM-DİÖ ilgi puanları 120 ve altı düşük ilgi, 120-150 arası orta ilgi ve 150-180 arası yüksek ilgi şeklinde derecelendirilmiştir. STEM-DİÖ öntest puanlarının ÖGF ilgi düzeyleri ile karşılaştırılması Tablo 4.2’de verilmiştir.

**Tablo 4-2.** STEM-DİÖ ilgi düzeylerinin ÖGF ilgi düzeyleri ile karşılaştırılması

Öğrenci kodları	STEM-DİÖ		ÖGF
	Öntest puanları	İlgi Düzeyleri	İlgi Düzeyleri
ÖY1	169	Yüksek ilgi	Yüksek ilgi
ÖY2	164	Yüksek ilgi	Yüksek ilgi
ÖY3	163	Yüksek ilgi	Yüksek ilgi
ÖY4	159	Yüksek ilgi	Yüksek ilgi
ÖO5	149	Orta ilgi	Yüksek ilgi
ÖO6	145	Orta ilgi	Yüksek ilgi
ÖO7	140	Orta ilgi	Yüksek ilgi
ÖO8	134	Orta ilgi	Yüksek ilgi
ÖD9	104	Düşük ilgi	Düşük ilgi
ÖD10	99	Düşük ilgi	Orta ilgi
ÖD11	81	Düşük ilgi	Orta ilgi
ÖD12	77	Düşük ilgi	Düşük ilgi



Tablo 4.2’den ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4’ün yüksek ilgilerini, ÖD9 ve ÖD12’nin ise düşük ilgilerini koruduğu; ÖÖ5, ÖÖ6, ÖÖ7, ÖÖ8’in orta ilgilerini yüksek düzeye, ÖD10 ve ÖD11’in ise düşük ilgilerini orta düzeye çıkardığı görülmektedir.

Ayrıca öğrencilerin tamamı etkinlikten keyif aldıklarını söylemiştir. Etkinlikte hangi kısımlarda keyif aldıkları sorulduğunda, ürünü kendilerinin yapmalarının, bilgisayarda çarkları tasarlamamanın ve grup çalışması yapmanın keyifli olduğunu “*Kendi saatimi kendim yaptım bence en güzel yanıydı bu.*” (ÖY1, görüşme), “*Aldım. En çok parçaları birleştirirken keyif aldım çok eğlenceliydi.*” (ÖÖ8, görüşme), “*Evet aldım. Çarkları bilgisayarda yapmak keyifliydi.*” (ÖÖ6, görüşme). “*Aldım. Arkadaşlarımla yaptım hoşuma gitti.*” (ÖÖ5, görüşme) ifadeleriyle bildirmiştir.

ÖD11; “*Dediğim gibi bir şeyler yapmak bana göre değil. Yine de ders iyi geçti normalden. Grupla çalışınca güzel oldu.*” ifadesinde mühendisliğe karşı ilgisi olmasa da etkinlikten keyif aldığını, aynı şekilde “*Arkadaşlarımla olduğum için keyif aldım çünkü güzel bir ortam oldu*” ifadesinde ÖD12, grup çalışmanın keyifli olduğunu düşündüğünü ve “*Bilgisayarda tasarım yapmak tam bana göre. Çarkları bir de siz bastırdınız harika oldu. Keşke hep böyle şeyler yapsak.*” ifadesinde ÖD10 bilgisayarda tasarım yapmaktan keyif aldığını söylemiştir.

Öğrencilerin bir kısmı etkinliği yaparken zorlanmadığını söylerken bir kısmı ise etkinlikte matematiksel hesaplamalar yaparken, tasarımlarını birleştirirken, çarkları tasarlarırken ve grup halinde çalışırken zorlandıklarını söylemiştir. Öğrenciler “*Gruptaki herkes fikir verdi bu biraz daha tasarlama aşamasında zorlaştırdı diyebilirim.*” (ÖY1, görüşme), “*Çarkları koyarken ve açılı hesaplarırken.*” (ÖY4, görüşme), “*Arada zorlandım, başta tasarlamak zor oldu neyi nereye koyacağımız gibi ama sonrasında yerleştirdince kolay oldu.*” (ÖÖ8, görüşme), “*Bazen zorlandım. Matematik kısımları zor geldi bana kaç kere döneceğini hesaplamak falan.*” (ÖD10, görüşme), “*Matematik gibi şeylerde hesaplarırken zorlanmadım bence en kolay kısmı oydu en zor kısımda bana göre çarkı tasarlamak.*” (ÖÖ8, görüşme) ifadelerinde zorlandıklarını belirtmişlerdir. “*Imm hayır. Zorlanmadım çünkü onun öncesinde bir eğitim aldık ve öğretmenim de çok yardımcı oldu .*” ifadesinde ise ÖY2 etkinlikte zorlanmadığını, aldıkları eğitimin ve öğretmenin yardımcı olduğunu dile getirmiştir.

Elde edilen bu verilerden öğrencilerin; STEM içerikli meslekler hakkında bilgi edindikleri ve ileride bu meslekleri seçmek istedikleri, bilgisayarda çarkları tasarlamayı ve 3D yazıcıda bastırılmasını ilgi çekici bulduğu, grup çalışması yapmaktan ve sonuçta bir ürün oluşturmaktan keyif aldığı, etkinlikte ortaya çıkan ürünler sayesinde kendi gelişimlerini görme imkanı bulduğu, matematiksel hesaplama yapma, saati birleştirme, tasarlama ve birlikte karar vermede ise zorlandığı bulunmuştur.

## **4.2. STEM DİSİPLİNLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİYİ ANLAMAYA YÖNELİK BULGULAR**

Araştırmanın “Mekanik saat ile STEM etkinliği, farklı ilgi düzeyindeki (düşük, orta ve yüksek ilgi) öğrencilerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarını nasıl etkilemektedir?” alt problemini incelemek amacıyla MSS (B) ve ÇK-2 verilerine betimsel analiz ve içerik analizi yapılmıştır. Etkinlik ve ÇK-2 verileri, EDR ile değerlendirilmiştir. Analizlerinden elde edilen bulgular karşılaştırılarak etkinliğin öğrencilerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarına nasıl etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır.

### **4.2.1. MSS(B)'den Elde Edilen Bulgular**

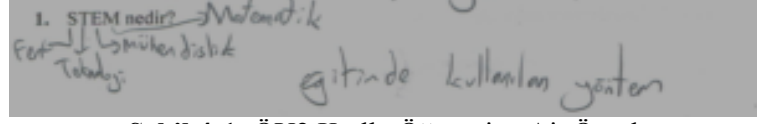
MSS (B) ile ilgili kısımda bulunan sorulara verilen cevapların genel değerlendirmesini yapabilmek ve hangi öğrencilerin hangi cevapları verdiklerini belirleyebilmek için formda yer alan 5 soruya ilişkin soru-soru değerlendirme yapılmıştır. Tablo 4.3'te soru-soru ön-test son-test frekans değerleri ve öğrenci kodları verilmiştir.

**Tablo 4-3:** MSS (B)'den Elde Edilen Verilerin Soru-Soru Ön-Son Test Frekans Değerleri ve Öğrenci Kodları

Soru	Cevaplar	Öğrenci Kodları	Ön test (f)	Ön test (%)	Öğrenci Kodları	Son test (f)	Son test (%)
S1	Eğitim Sistemi	-	0	0	ÖY1, ÖY2, ÖO5	3	25.0
	Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik Kısaltması	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖD10, ÖD11	9	75.0	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖO6, ÖO8, ÖD10, ÖD11	6	50.0
	Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik Birleşimi	-	0	0	ÖY4, ÖO5, ÖO7, ÖD9, ÖD12	5	41.6
	Bilmiyorum	ÖO8, ÖD9, ÖD12	3	25.0	-	0	0
S2	Fen	ÖY1, ÖO5, ÖO7, ÖD10	4	33.3	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD10, ÖD11	11	91.6
	Teknoloji	ÖY4, ÖO5, ÖO7, ÖD11	4	33.3	ÖY1, ÖY2, ÖY4, ÖO5, ÖD10, ÖD11, ÖD12	7	58.3
	Mühendislik	ÖY4, ÖD10	2	16.6	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖD9, ÖD10, ÖD11, ÖD12	11	91.6
	Matematik	ÖO5	1	8.33	ÖY1, ÖY2, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD10, ÖD11	10	83.3
	Bilmiyorum	ÖY2, ÖY3, ÖO6, ÖO8, ÖD9, ÖD12	6	50	-	0	0
	-	-	0	0	ÖY3	1	8.33
S3	Fen	-	0	0	ÖY3	1	8.33
	Teknoloji	ÖY1	1	8.33	-	0	0
	Mühendislik	-	0	0	-	0	0
	Matematik	ÖY1, ÖY2, ÖY4, ÖO5, ÖO7, ÖD10, ÖD11	7	58.3	ÖY1, ÖY2, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD10, ÖD11, ÖD12	11	91.6
	Bilmiyorum	ÖY3, ÖO6, ÖO8, ÖD9, ÖD12	5	41.6	-	0	0
S4	Fen	ÖY4, ÖO7	2	16.6	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖD9, ÖD10, ÖD11	10	83.3
	Teknoloji	ÖY1, ÖY3, ÖD10	3	25.0	-	0	0
	Mühendislik	ÖY1, ÖY4	2	16.6	ÖO8	1	8.33
	Matematik	ÖD10, ÖD11	2	16.6	-	0	0
	Bilmiyorum	ÖY2, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD12	7	58.3	ÖD12	1	8.33
	-	-	0	0	ÖY4	1	8.33
S5	Fen	ÖY4, ÖO7, ÖO8, ÖD11,	4	33.3	ÖY4	1	8.33
	Teknoloji	ÖO7, ÖO8, ÖD10	3	25.0	ÖY1	1	8.33
	Mühendislik	ÖD10	1	8.33	ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖD9, ÖD10, ÖD11, ÖD12	10	83.3
	Matematik	ÖY4	1	8.33	ÖY1, ÖY2, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖD9, ÖD10, ÖD11, ÖD12	10	83.3
	Bilmiyorum	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖO5, ÖO6, ÖD9, ÖD12	7	58.3	ÖO8	1	8.33

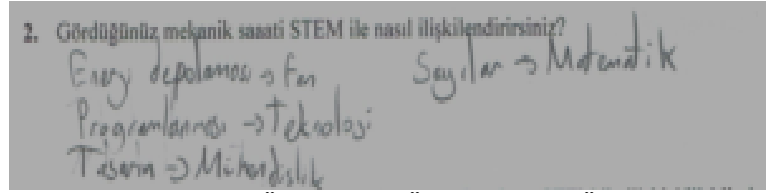
Tablo 4.3'e göre öğrencilerin 5 soruya verdikleri cevaplar soru-soru incelendiğinde aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

Öğrenciler, STEM'in ne olduğunun sorulduğu 1. soruya; 'eğitim sistemi', 'fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin kısaltması', 'fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin birleşimi' cevaplarını vermişlerdir.



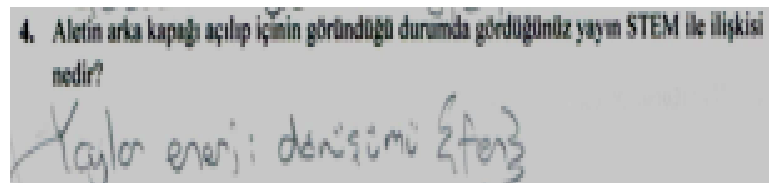
Şekil 4-1: ÖY2 Kodlu Öğrenciye Ait Örnek

Fen ilişkisinin kurulmasına yönelik öğrencilere; mekanik saatin fen ile ilişkisinin sorgulandığı 2. soru ve mekanik saatin bir parçası olan yayın STEM ile ilişkisinin sorgulandığı 4. soru yöneltilmiştir. Öğrenciler mekanik saatin fen ile ilişkisinin; enerji, enerji depolanması ve enerji dönüşümleri ile ilgili olduğunu ifade etmiştir. Son-testte mekanik saatin fen ilişkisini kurabilen öğrenci sayısının 4'ten 11'e arttığı görülmüştür.



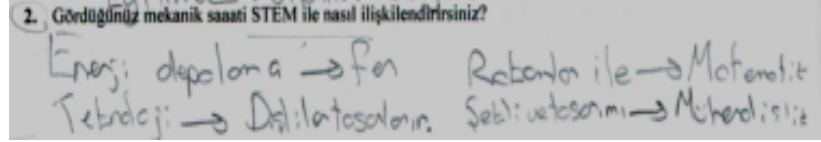
Şekil 4-2: ÖO5 Kodlu Öğrenciye Ait Örnek

Öğrenciler yayın fen ile ilişkisinin; sıkışarak esneklik potansiyel enerjisi depolama ve enerji dönüşümünü sağlama ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Son-testte yayın STEM ile ilişkisini kurabilen öğrenci sayısının 5'ten 10'a yükseldiği görülmüştür.



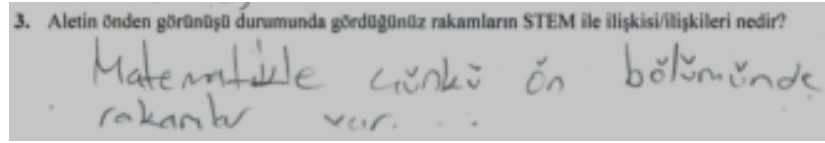
Şekil 4-3: ÖD11 Kodlu Öğrenciye Ait örnek

Öğrenciler mekanik saatin teknoloji ile ilişkisinin sorgulandığı 2. soruyu cevaplarken; dişlilerin tasarlanması, programlama ve saatin çalışması ifadelerine yer vermiştir. Son-testte mekanik saatin teknoloji ile ilişkisini kurabilen öğrenci sayısının 4'ten 7'e çıktığı farkedilmiştir.



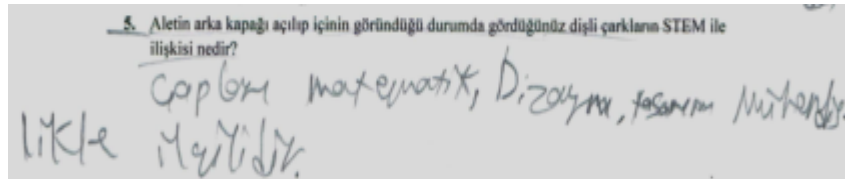
Şekil 4-4: ÖY1 kodlu öğrenciye ait örnek

Matematik ilişkisinin kurulmasına yönelik öğrencilere; mekanik saatin matematik ile ilişkisinin sorgulandığı 2. soru ve mekanik saatin ön tarafında bulunan sayıların STEM ile ilişkisinin sorgulandığı 3. soru yöneltilmiştir. Öğrenciler mekanik saati matematikle ilişkilendirirken; sayılar, dişli çarkların diş sayıları, çapları ve dönme sayıları ifadelerini kullanmıştır. Son-testte mekanik saatin matematik ilişkisini kurabilen öğrenci sayısı 1'den 10'a yükselmiştir.



Şekil 4-5: ÖD10 Kodlu Öğrenciye Ait Örnek

Mühendislik ilişkisinin kurulmasına yönelik öğrencilere; Mekanik saatin mühendislik ile ilişkisinin sorgulandığı 2. soru ve dişli çarkların STEM ile ilişkisinin sorgulandığı 5. soru sorulmuştur. Öğrenciler mekanik saatin mühendislik ile ilişkisinin; saat elemanlarının yerleşim yerinin belirlenmesi, tasarım, boyut ve şekil ile ilgili olduğunu ifade etmiştir. Son-testte mekanik saatin mühendislik ilişkisini kurabilen öğrenci sayısının 2'den 11'e, dişli çarkları STEM ile ilişkisini kurabilen öğrenci sayısının da 4'ten 11'e yükseldiği görülmüştür. 10 öğrenci dişli çarkların hem mühendislik hem de teknoloji ile ilgili olduğunu bildirmiştir.



Şekil 4-6: ÖÖ7 Kodlu Öğrenciye Ait Örnek

Öğrencilerin bireysel değerlendirmesini yapabilmek için, MSS (B)'de bulunan 5 soruya verilen öğrenci cevapları incelenmiştir. Öğrencilerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlama durumları Yeterli (Y), Kısmen Yeterli (KY) ve Yetersiz (YZ) olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme kriterleri EK-12'de verilmiştir. Tablo 4.4'te 5 soruya ilişkin bireysel öğrenci cevaplarının öntest-sontest frekans değerleri, cevaplardaki artış miktarı ve toplam artış yüzdesi sunulmuştur.

**Tablo 4-4:** MSS (B)' deki Beş Soruya İlişkin Bireysel Öğrenci Cevapları Ön-Son Test Frekans Değerleri

Öğrenci kodları	Cevaplar	Öntest (f)	Sontest (f)	Artış miktarı (f)	Toplam Artış miktarı (%)
ÖY1	Yeterli	1	3	2	60.0
	Kısmen yeterli	1	2	1	
	Yetersiz	3	0	0	
ÖY2	Yeterli	1	4	3	60.0
	Kısmen yeterli	1	1	0	
	Yetersiz	3	0	0	
ÖY3	Yeterli	0	2	2	40.0
	Kısmen yeterli	2	2	0	
	Yetersiz	3	1	0	
ÖY4	Yeterli	3	4	1	20.0
	Kısmen yeterli	2	1	0	
	Yetersiz	0	0	0	
ÖY5	Yeterli	2	5	3	60.0
	Kısmen yeterli	1	0	0	
	Yetersiz	2	0	0	
ÖO6	Yeterli	0	4	4	80.0
	Kısmen yeterli	1	1	0	
	Yetersiz	4	0	0	
ÖO7	Yeterli	2	5	3	60.0
	Kısmen yeterli	3	0	0	
	Yetersiz	0	0	0	
ÖO8	Yeterli	0	2	2	40.0
	Kısmen yeterli	1	1	0	
	Yetersiz	4	2	0	
ÖD9	Yeterli	0	5	5	100
	Kısmen yeterli	0	0	0	
	Yetersiz	5	0	0	
ÖD10	Yeterli	1	4	3	60.0
	Kısmen yeterli	4	1	0	
	Yetersiz	0	0	0	
ÖD11	Yeterli	3	4	1	40.0
	Kısmen yeterli	0	1	1	
	Yetersiz	2	0	0	
ÖD12	Yeterli	0	3	3	60.0
	Kısmen yeterli	0	0	0	
	Yetersiz	5	2	0	

Tablo 4.4'e göre; ÖD9'un yeterli ve kısmen yeterli cevapları toplamında %100, ÖO6'ninkinde %80, ÖY1, ÖY2, ÖO5, ÖO7, ÖD10 ve ÖD12'ninkinde %60, ÖY3, ÖO8, ÖD11'inkinde %40 ve ÖY4'ününde %20 artış olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Öğrenci cevaplarında meydana gelen değişimleri daha detaylı incelemek amacıyla sorulara verilen cevaplar arasındaki geçişlere bakılmıştır. Geçiş aşamaları; yeterliden yeterliye (YL→YL), kısmen yeterliden yeterliye (KY→YL), yetersizden yeterliye (YZ→YL), yeterliden kısmen yeterliye (YL→KY), kısmen yeterliden

kısmen yeterliye (KY→KY), yetersizden kısmen yeterliye (YZ→KY), yeterliden yetersize (YL→YZ), kısmen yeterliden yetersize (KY→YZ) ve yetersizden yetersize (YZ→YZ) olarak belirlenmiş ve buna göre değerlendirme yapılmıştır. Tablo 4.5'te geçiş aşamaları, geçiş yapan öğrenci kodları ve öğrenci frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

**Tablo 4-5:** Öğrencilerin MSS (B) Sorularına Verdikleri Cevaplar Arası Geçiş Durumlarına Yönelik Öğrenci Frekans ve Yüzde Değerleri

Soru	Geçiş	Geçiş yapan öğrenci kodları	Öğrenci (f)	Öğrenci (%)	Bir-iki üst basamağa ulaşan toplam öğrenci (f)	Bir-iki üst basamağa ulaşan toplam öğrenci (%)
S1	KY→YL	ÖO5, ÖO7	2	16.6	5	41.6
	KY→KY	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO6, ÖD10, ÖD11	7	58.3		
	YZ→YL	ÖD9, ÖD12	2	16.6		
	YZ→KY	ÖO8	1	8.33		
	YL→YL	ÖO5	1	8.33		
S2	KY→YL	ÖY4, ÖO7, ÖD10	3	25.0	9	75.0
	YZ→YL	ÖY1, ÖY2, ÖO6, ÖD9, ÖD11	5	41.6		
	YZ→KY	ÖY3	1	8.33		
	YZ→YZ	ÖD12, ÖO8	2	16.6		
	YL→YL	ÖY1, ÖY2, ÖY4, ÖO5, ÖO7, ÖD10, ÖD11	7	58.3		
S3	YZ→YL	ÖO6, ÖO8, ÖD9, ÖD12	4	33.3	5	41.6
	YZ→KY	ÖY3	1	8.33		
	YL→YL	ÖY4, ÖO7	2	16.6		
S4	KY→YL	ÖY3, ÖD10, ÖD11	3	25.0	9	75.0
	YZ→YL	ÖY2, ÖO5, ÖO6, ÖD9	4	33.3		
	YZ→KY	ÖY1, ÖO8	2	16.6		
	YZ→YZ	ÖD12	1	8.33		
	YL→YL	ÖY4	1	8.33		
S5	KY→YL	ÖO7, ÖD10, ÖD11	3	25.0	9	75.0
	KY→YZ	ÖO8	1	8.33		
	YZ→YL	ÖY2, ÖO5, ÖO6, ÖD9	4	33.3		
	YZ→KY	ÖY1, ÖY3	2	16.6		

Tablo 4.5'e göre; öğrencilerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi kurdukları 2., 4. ve 5. sorularda bir-iki üst basamaktaki yeterlilik düzeyine ulaşma oranlarının yüksek olduğu görülmüştür. 2., 4. ve 5. sorularda toplam 9'ar öğrenci (%75), 1. ve 3. sorularda ise 5'er (41.6 %) öğrenci yeterli ve kısmen yeterli düzeye ulaşmıştır.

Oniki öğrencinin son-testte, mekanik saatte fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplin ilişkilerinden hangilerini yeterli olarak kurabildiği Tablo 4.6’da verilmiştir. Değerlendirme kriteri EK-13’de sunulmuştur.

**Tablo 4-6:** MSS (B)’de Mekanik Saatteki STEM Disiplinleri Arasındaki İlişkiyi Yeterli Kurabilen Öğrencilerin Kodları ve Frekans Değerleri

STEM Disiplinleri	Öğrenci kodları	Öğrenci (f)	Öğrenci (%)
Fen	ÖY1,ÖY2,ÖY3,ÖY4,ÖO5,ÖO6,ÖO7,ÖO8,ÖD9,ÖD10,ÖD11	11	91.6
Teknoloji	ÖY1,ÖY2,ÖY4,ÖO5,ÖD10,ÖD11,ÖD12	7	58.3
Mühendislik	ÖY1,ÖY2,ÖY3,ÖY4,ÖO5,ÖO6,ÖO7,ÖD9,ÖD10,ÖD11,ÖD12	11	91.6
Matematik	ÖY1,ÖY2,ÖY4,ÖO5,ÖO6,ÖO7,ÖO8,ÖD9,ÖD10,ÖD11	10	83.3

Tablo 4.6’ya göre 11 öğrencinin fen, 7 öğrencinin teknoloji, 11 öğrencinin mühendislik 10 öğrencinin de matematik ilişkisini kurabildiği bulunmuştur.

#### 4.2.2. Çalışma Kağıtlarından Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın “Mekanik saat ile STEM etkinliği, çalışma grubundaki tüm öğrencilerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarını nasıl etkilemektedir?” alt problemini incelemek amacıyla ÇK-1 ve ÇK-2 verilerine betimsel analiz ve içerik analizi yapılmıştır. Etkinlik, yaklaşık 3’er kişiden oluşan 13 çalışma grubuyla yürütülmüştür.

Öğrenciler etkinliği kendi istekleri doğrultusunda oluşturdukları grupla birlikte yapmış, ÇK-2’yi bireysel olarak yanıtlamıştır. 13 grup içerisinde ilgi düzeylerine göre seçilen 12 öğrencinin bulunduğu çalışma grupları ve etkinlikte kullandıkları çalışma materyali Tablo 4.7’de verilmiştir.

**Tablo 4-7:** On İki Öğrencinin Yer Aldığı Çalışma Grupları ve Çalışma Materyalleri

Öğrenci kodları	Bulunduğu grup numarası	Çalışma materyali
ÖY1, ÖY3, ÖD11	1	Yay
ÖO5	3	Ağırlık
ÖO8	4	Yay
ÖY2	7	Ağırlık
ÖD9, ÖD10	9	Ağırlık
ÖY4, ÖD12	10	Lastik
ÖO6, ÖO7	12	Ağırlık



Etkinlikte kullanılan çalışma kağıtlarına ait frekans ve yüzde değerleri bütün çalışma gruplarında etkinliğin değerlendirmesini sağlamak için grupta bulunan 40 öğrenci üzerinden belirlenmiştir. ÇK-1'den elde edilen bulguların frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.8'de verilmiştir.

**Tablo 4-8: ÇK-1'den Elde Edilen Bulguların Frekans ve Yüzde Değerleri**

Temalar	Kodlar	Cevaplar	Frekans	Yüzde
Gözlem yapma	Model parçalarını belirleyebilme	Dişli çark	36	90.0
		Pet şişe	36	90.0
		İp	37	92.5
		Tahta çubuk	34	85.0
		Sarkaç	28	70.0
	Model parçalarının görevleri	Dişli çark, saat, dakika ve saniyeyi gösterir.	18	45.0
		Su dolu pet şişe enerji üretir.	30	75.0
		Sarkaç saniyeyi sayar.	36	90.0
		Saat dişlisinin diş sayısı 12, dönme sayısı 1/12 dir.	29	72.5
	Ölçüm yapma	Dakika dişlisinin diş sayısı 48, dönme sayısı 1 dir.	38	95.0
		Saniye dişlisinin diş sayısı 40, dönme sayısı 30 dur.	38	95.0
	Çark boyutlarını karşılaştırma	Diş sayısı büyük olan çark daha büyüktür.	40	100
		Diş sayısı büyük olan çark daha küçüktür.	0	0.00
	Modelin çalışma mekanizması	Çekim potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüşmesi	27	67.5
Değişkenleri belirleme	Bağımlı değişken	Çarkların dönme sayısı	21	52.5
	Bağımsız değişken	Çarkların diş sayısı	30	75.0
	Kontrol değişkeni	Ağırlık	31	77.5
Tahmin etme	Daha az dönme (tahmin yanlış)	Diş sayısı azaldığında daha az döner.	7	17.5
	Daha çok dönme (tahmin doğru)	Diş sayısı azaldığında daha çok döner.	33	82.5
Hipotezi belirleme	Dönme sayısının artması (hipotez yanlış)	Saat dişlisinin diş sayısı azaltıldığında dişlinin dönme sayısı artar.	33	82.5
	Dönme sayısının azalması (hipotez doğru)	Saat dişlisinin diş sayısı azaltıldığında dişlinin dönme sayısı azalır.	7	17.5
Hipotezi test etme	Diş sayısı değişmediğinde	Diş sayısı 12, dönme sayısı 1/12 dir.	36	90.0
	Diş sayısı azaltıldığında	Diş sayısı 6, dönme sayısı 1/6 dir.	36	90.0
Sonuca ulaşma	Hipotez doğru	Dönme sayısı arttı.	33	82.5
	Hipotez yanlış	Dönme sayısı azaldı.	7	17.5

Tablo 4.8'den fen disipliniyle ilgili; modelin çalışma mekanizmasını belirleme oranlarının %67.5, değişkenleri belirleme kısmında bağımlı değişken (%52.5) haricinde diğer değişkenleri belirleme oranlarının %75'ten fazla, tahmin etme kısmında doğru tahmin etme, hipotezi doğru belirleme ve sonuca doğru ulaşma oranlarının %82.5, hipotezi test etme oranının da %90 olduğu görülmüştür. Mühendislik disipliniyle ilgili; model parçalarını belirleyebilme oranlarının %70'den, model parçalarının görevlerini belirlemede dişli çarkların görevi (45%) haricinde diğer belirleme oranlarının 75%'den fazla olduğu görülmüştür. Matematik disipliniyle ilgili; ölçüm yapma oranlarının 70%'den fazla, çark boyutlarını karşılaştırma oranının da %100 olduğu farkedilmiştir.

ÇK-2'den elde edilen bulguların frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.9'da verilmiştir.

**Tablo 4-9:** ÇK-2'den Elde Edilen Bulguların Frekans ve Yüzde Değerleri

Temalar	Kodlar	Cevaplar	Frekans	Yüzde
<b>Problemi belirleme</b>	Saat ile ilgili problem	Saatin bozulması	40	100
		Zamanı ölçememe	13	32.5
		Yeni saate ihtiyaç olması	32	80.0
	Günlük hayat ile ilgili problem	İşlerin aksaması	17	42.5
		Geçim sıkıntısı çekme	6	15.0
<b>Problem Çözme</b>	Saat çeşitleri	Yay ile çalışan saat	13	32.5
		Lastik ile çalışan saat	10	25.0
		Ağırlık ile çalışan saat	17	42.5
	Enerji çeşitleri	Esneklik potansiyel enerjisi	8	20.0
		Çekim potansiyel enerjisi	13	32.5
<b>Değişkenleri belirleme</b>	Bağımlı değişken	Kinetik enerji	20	50.0
		Çarkların dönme sayısı	27	67.5
	Bağımsız değişken	Çarkların diş sayısı	30	75.0
		Kontrol değişkeni	Ağırlık miktarı	17
	Yay kalınlığı		13	32.5
	Lastik kalınlığı		10	25.0
	Saatin özellikleri	Dayanıklı olma	16	40.0
		Büyük olma	11	27.5
		Küçük olma	4	10.0
	<b>Tasarıma Karar Verme</b>	Model yapımı aşamalarını belirleme	Çekim potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüşmesi	17
Esneklik potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüşmesi			23	57.5
Çarkların birbirini döndürmesi			40	100
Yayın çarkları döndürmesi			13	32.5
Ağırlığın çarkları döndürmesi			17	42.5
Lastiğin çarkları döndürmesi			10	25.0
Yay çizimi			13	32.5
Ağırlık çizimi			17	42.5

Model çizimi yapabilme	Lastik çizimi	10	25.0	
	Sarkaç çizimi	40	100	
	Saat dişlisinin çizimi	40	100	
	Dakika dişlisinin çizimi	40	100	
	Saniye dişlisinin çizimi	13	32.5	
	Saat dişlisinin boyutunu doğru çizme	27	67.5	
	Dakika dişlisinin boyutunu doğru çizme	27	67.5	
	Saniye dişlisinin boyutunu doğru çizme	10	25.0	
	Akrep çizme	25	53.1	
	Yelkovan çizme	25	53.1	
	Saniye çubuğunu çizme	6	15.0	
	Dişli çarklar ve gösterge çubukları arasındaki ilişkiyi gösterme	25	53.1	
	Sayıları belirtme	25	53.1	
	Saati içindeki mekanizmayı koruyucu bir sistem çizme	37	92.5	
	Saati köyde herkesin görebileceği ortak bir konumda çizme	31	77.5	
	Saati köyde herkesin görebileceği ortak bir konumda çizme	31	77.5	
	Saatin taşınabilir olması	6	15.0	
	Çarkların diş sayısı ve dönme sayısını hesaplama	Yelkovanın diş sayısı ve dönme sayısının, akrebin diş sayısı ve dönme sayısı ile orantılı olması	32	80.0
Malzemeleri belirleme	Renkli karton	24	60.0	
	Mukavva	40	100	
	Farklı diş sayılı çarklar	40	100	
	Tahta çubuk	8	20.0	
	Yapıştırıcı	40	100	
	İnce paket lastiği	6	15.0	
	Kalın paket lastiği	4	10.0	
	Ataç	12	30.0	
	Yay	13	32.5	
	Lastik ip	13	32.5	
	Strafor köpük	32	80.0	
	Makas	40	100	
	Renkli kalem	40	100	
Pipet	40	100		
<b>Problemi/ hipotezi test etme</b>	Çalışmayan/ eksik yönler	Çarkların dönme hızı	4	10.0
		Değiştirilmesi gereken yönler	Lastik kalınlığı	3
	Ağırlık miktarı		7	17.5
	Yay		6	15.0
İyileştirilmesi gereken yönler	Sarkacın yapımı	4	10.0	
<b>Sonuca ulaşma</b>	Tasarımın etkisi	Tasarımım etkili (mekanik saat çalışıyor)	24	60.0
		Tasarımım etkisiz (Mekanik saat çalışmıyor )	16	40.0

Tablo 4.9'dan fen disipliniyle ilgili; problemi belirleme kısmında öğrencilerin %100 oranında saatin bozulması ve %80 oranında yeni saate ihtiyaç olması cevabını vererek problemi doğru belirlediği görülmüştür. Problemi çözme kısmında öğrencilerin %42.5'i ağırlık ile çalışan saat, %32.5'i yay ile çalışan saat ve %25'i de lastik ile çalışan saat yapmıştır. Öğrenciler ayrıca saatlerindeki enerji çeşitlerini; %20 oranında esneklik potansiyel enerjisi, %32.5 oranında çekim potansiyel enerjisi ve %50 oranında da kinetik enerji ile açıklamıştır. Ayrıca öğrencilerin değişkenleri belirleme oranlarının %65'ten fazla olduğu görülmüştür. Grupların çalıştıkları metaryaller farklı olduğundan kontrol değişkenleri farklılık göstermiştir. Öğrenciler saatin; %40 oranında dayanıklı, %27.5 oranında büyük ve %10 oranında küçük olması gerektiğini belirtmiştir.

Tasarıma karar verirken model yapımı aşamalarında bütün gruplar çarkların birbirini döndürmesi ifadesine yer vermiştir. Ağırlık ile çalışan grupların %42.5 oranında çekim potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüşmesi ve ağırlığın çarkları döndürmesini model yapım aşamalarında belirttiği, yay ve lastik ile çalışan grupların ise %57.5 oranında esneklik potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüşmesi ifadesini kullandığı görülmüştür. Ayrıca yay ile çalışan grup %32.5 oranında yayın çarkları döndürmesi ve lastik ile çalışan grup %25 oranında lastiğin çarkları döndürmesi ifadesini kullanmıştır.

Problemi/ hipotezi test etme kısmında çalışmayan eksik yönlerin; %10 oranında çarkların dönme hızı, değiştirilmesi gereken yönlerin; %17.5 oranında ağırlık miktarı, %15 oranında yay ve %7.5 oranında lastik kalınlığı, iyileştirilmesi gereken yönlerin ise %10 oranında sarkaç yapımı olduğu görülmüştür. Sonuç olarak mekanik saati çalışan %60, mekanik saati çalışmayan %40 oranında öğrenci bulunmaktadır.

Teknoloji ve matematik disipliniyle ilgili olan çarkların diş sayısı ve dönme sayısını hesaplamada öğrencilerin %80 oranında yelkovanın diş sayısı ve dönme sayısını, akrebin diş sayısı ve dönme sayısı ile orantılı olarak bulduğu görülmüştür.

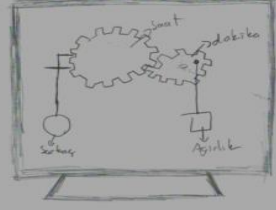
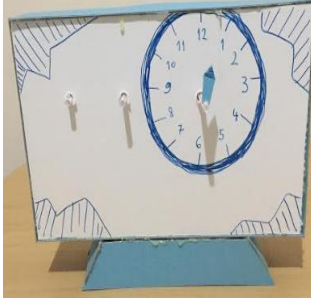
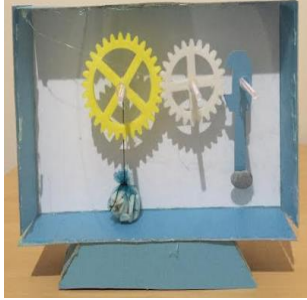
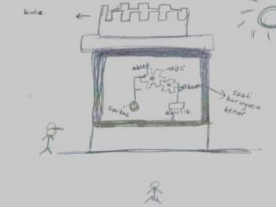






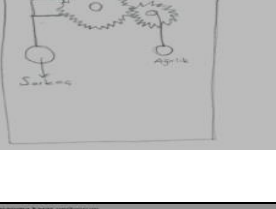


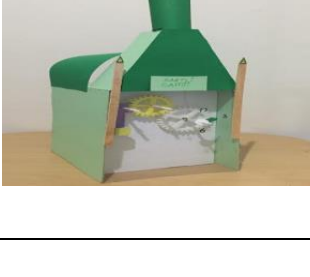

Mühendislik disipliniyle ilgili; öğrenci çizimlerinden elde edilen bulgulara göre ağırlık ile çalışan gruplar %42.5 oranında ağırlık çizimi, yay ile çalışan gruplar %32.5 oranında yay çizimi ve lastik ile çalışan gruplar %25 oranında lastik çizimi yapmıştır. Sarkaç çizim oranı %100' dür.

Dişli çarklardan saat ve yelkovan dişlisi bütün gruplar tarafından çizilirken, saniye dişlisi %32.5 oranında çizilmiştir. Saat ve yelkovan dişlilerinin boyutlarının doğru çizilme oranı %67.5 iken saniye dişlisinin doğru çizilme oranı %25'tir. Akrep ve yalkovan çizilme oranları %53.1 iken saniye çubuğu çizilme oranları %15, dişli çarklar ve gösterge çubukları arasındaki ilişkiyi gösterme ve saat üzerindeki sayıları belirtme oranları ise %53.1'tir.

Öğrencilerin %92.5'i saati içindeki mekanizmayı koruyucu bir sistem, %77.5'i de saati köyde herkesin görebileceği ortak bir konumda ve %10'u da saati taşınabilir olarak çizmiştir. Yapılan etkinlikte mukavva, farklı diş sayılı çarklar, makas, renkli kalem, yapıştırıcı ve pipet tüm çalışma grupları tarafından kullanılmıştır. %20 oranında tahta çubuk, %15 oranında ince paket lastiği, %10 oranında kalın paket lastiği, %30 oranında ataç, %32.5 oranında yay ve lastik ip, %80 oranında strafor köpük malzeme listelerine yazılmasına rağmen öğrencilerin yaptıkları modellerde listelerine yazdıkları malzemelerden bazılarını kullanmadıkları görülmüştür. Öğrenci mekanik saat çizimleri ve modelleri Tablo 4.10'da sunulmuştur.

**Tablo 4-10: Öğrenci Çizim ve Modelleri**

Grup	Çalışma Kağıdı Çizim	Model
1	<p>6. Tasarımı karar veriyorum.</p> <p>Kendi tasarıma uygun parçaları kullanarak çalıştırılan ilgili bölümlere yazınız.</p> <p>a) Elektrikli saat tasarımı yapmaya çalışınız.</p> 	 
3	<p>3. Tasarımı karar veriyorum.</p> <p>Kendi tasarıma uygun parçaları kullanarak çalıştırılan ilgili bölümlere yazınız.</p> <p>a) Mekanik saat tasarımı yapmaya çalışınız.</p> 	 
4	<p>3. Tasarımı karar veriyorum.</p> <p>Kendi tasarıma uygun parçaları kullanarak çalıştırılan ilgili bölümlere yazınız.</p> <p>a) Mekanik saat tasarımı yapmaya çalışınız.</p> 	 
5	<p>3. Tasarımı karar veriyorum.</p> <p>Kendi tasarıma uygun parçaları kullanarak çalıştırılan ilgili bölümlere yazınız.</p> <p>a) Mekanik saat tasarımı yapmaya çalışınız.</p> 	 
6	<p>6. Tasarımı karar veriyorum.</p> <p>Kendi tasarıma uygun parçaları kullanarak çalıştırılan ilgili bölümlere yazınız.</p> <p>a) Mekanik saat tasarımı yapmaya çalışınız.</p> 	 

7	<p>3. Tasarıma karar veriyorum Kendi tasarımınızı yaparken izlediğiniz aşamaları ilgili bölümlere yazınız. a) Mekanik saat tasarımınızı aşağıya çiziniz.</p> 		
8	<p>3. Tasarıma karar veriyorum Kendi tasarımınızı yaparken izlediğiniz aşamaları ilgili bölümlere yazınız. a) Mekanik saat tasarımınızı aşağıya çiziniz.</p> 		
9	<p>3. Tasarıma karar veriyorum Kendi tasarımınızı yaparken izlediğiniz aşamaları ilgili bölümlere yazınız. a) Mekanik saat tasarımınızı aşağıya çiziniz.</p> 		
10	<p>3. Tasarıma karar veriyorum Kendi tasarımınızı yaparken izlediğiniz aşamaları ilgili bölümlere yazınız. a) Mekanik saat tasarımınızı aşağıya çiziniz.</p> 		
12	<p>3. Tasarıma karar veriyorum Kendi tasarımınızı yaparken izlediğiniz aşamaları ilgili bölümlere yazınız. a) Mekanik saat tasarımınızı aşağıya çiziniz.</p> 		
13	<p>3. Tasarıma karar veriyorum Kendi tasarımınızı yaparken izlediğiniz aşamaları ilgili bölümlere yazınız. a) Mekanik saat tasarımınızı aşağıya çiziniz.</p> 		

### 4.2.3. EDR'den Elde Edilen Bulgular

EDR ile yapılan grup değerlendirme sonuçlarından 12 öğrencinin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlama düzeyleri Tablo 4.11'de sunulmuştur. Düzeyler; Yeterli 'Y', Kısmen Yeterli 'KY' ve Yetersiz 'YZ' olarak kodlanmıştır. EDR değerlendirmelerinden düzeylere nasıl ulaşıldığı EK-15'te verilmiştir.

**Tablo 4-11:** EDR'den Elde Edilen Bulgulara Göre Öğrencilerin STEM Disiplinleri Arasındaki İlişkiyi Anlama Düzeyleri

Öğrenci kodları	Fen	Teknoloji	Mühendislik	Matematik
ÖY1	Y	Y	Y	KY
ÖY2	Y	Y	Y	Y
ÖY3	Y	Y	Y	KY
ÖY4	Y	KY	KY	Y
ÖO5	Y	Y	Y	Y
ÖO6	Y	Y	Y	Y
ÖO7	Y	Y	Y	Y
ÖO8	Y	KY	Y	KY
ÖD9	KY	Y	Y	Y
ÖD10	KY	Y	Y	Y
ÖD11	Y	Y	Y	KY
ÖD12	Y	KY	KY	Y

Tablo 4.11'e göre; ÖY2, ÖO5, ÖO6 ve ÖO7 bütün STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamada yeterli düzeydedir. ÖD9 ve ÖD10 teknoloji, mühendislik ve matematik ilişkisini anlamada yeterli düzeyde iken fen ilişkisini anlamada kısmen yeterli, ÖY1, ÖY3 ve ÖD11 fen, teknoloji, mühendislik ilişkisini anlamada yeterli düzeyde iken matematik ilişkisini anlamada kısmen yeterlidir. ÖY4 ve ÖD12 fen ve matematik ilişkisini anlamada yeterli düzeyde iken teknoloji ve mühendislik ilişkisini anlamada kısmen yeterli, ÖO8 ise fen ve mühendislik ilişkisini anlamada yeterli iken teknoloji ve matematik ilişkilerini anlamada kısmen yeterlidir.

12 öğrencinin EDR'ye göre mekanik saat modellerinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplin ilişkilerinden hangilerini yeterli düzeyde kurabildiği Tablo 4.12'de verilmiştir.

**Tablo 4-12:** EDR'de STEM Disiplinleri Arasındaki İlişkiyi Yeterli Düzeyde Anlayan Öğrencilerin Kodları ve Frekans Değerleri

STEM Disiplinleri	Öğrenci kodları	Öğrenci (f)	Öğrenci (%)
Fen	ÖY1,ÖY2,ÖY3,ÖY4,ÖO5,ÖO6,ÖO7,ÖO8,ÖD11,ÖD12	10	83.3
Teknoloji	ÖY1,ÖY2,ÖY3,ÖO5,ÖO6,ÖO7,ÖD9,ÖD10,ÖD11	9	75.0
Mühendislik	ÖY1,ÖY2,ÖY3,ÖO5,ÖO6,ÖO7,ÖO8,ÖD9,ÖD10,ÖD11	10	83.3
Matematik	ÖY2,ÖY4,ÖO5,ÖO6,ÖO7,ÖD9,ÖD10,ÖD11,ÖD12	9	75.0



Tablo 4.12'e göre 10'ar öğrencinin fen ve mühendislik, 9'ar öğrencinin de teknoloji ve matematik ilişkisini kurabildiği görülmüştür.

Yeterli düzeyde kurulan ilişki açısından, MSS(B) ve EDR'den elde edilen veriler Tablo 4.13'te birlikte verilmiştir.

**Tablo 4-13:** STEM Disiplinleri Arasındaki İlişkiyi Yeterli Düzeyde Anlamaya Yönelik MSS (B) ve EDR'den elde edilen bulgular

STEM disiplinleri	MSS (B)		EDR	
	Öğrenci kodları	Frekans	Öğrenci kodları	Frekans
Fen	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD10, ÖD11	11	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD11, ÖD12	10
Teknoloji	ÖY1, ÖY2, ÖY4, ÖO5, ÖD10, ÖD11, ÖD12	7	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖD9, ÖD10, ÖD11	9
Mühendislik	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖD9, ÖD10, ÖD11, ÖD12	11	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD10, ÖD11	10
Matematik	ÖY1, ÖY2, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD10, ÖD11	10	ÖY2, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖD9, ÖD10, ÖD11, ÖD12	9

Tablo 4.13'e göre; mekanik saatte fen ilişkisini yeterli düzeyde kurabilen ÖD9 ve ÖD10 kodlu öğrencilerin, kendi modellerinde fen ilişkisini kurmada kısmen yeterli olduğu anlaşılmıştır. Mekanik saatte fen ilişkisini yeterli düzeyde kuramayan ÖD12 kodlu öğrencinin ise kendi modelinde fen ilişkisini kurmada yeterli olduğu görülmüştür.

Mekanik saatte teknoloji ilişkisini yeterli düzeyde kuramayan ÖY3, ÖO6, ÖO7 ve ÖD9 kodlu öğrencilerin kendi modellerinde teknoloji ilişkisini yeterli düzeyde kurduğu, mekanik saatte mühendislik ilişkisini yeterli düzeyde kurabilen ÖY4, ÖO5 ve ÖD12 kodlu öğrencilerin kendi modellerinde bu ilişkiyi kurmada kısmen yeterli olduğu görülmüştür.

Mekanik saate matematik ilişkisini yeterli düzeyde kurabilen ÖY1, ÖY3 ve ÖO8 kodlu öğrencilerin kendi modellerinde bu ilişkiyi kurmada kısmen yeterli olduğu görülmektedir. STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamada; MSE-İF ve EDR' den elde edilen bulguların frekans değerlerine bakıldığında birbirleriyle uyduğu bulunmuştur.

### 4.3. ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ KONUSUNU ANLAMAYA YÖNELİK BULGULAR

Araştırmanın “Mekanik Saat ile STEM etkinliği, farklı ilgi düzeyindeki (düşük, orta ve yüksek ilgi) öğrencilerin enerji dönüşümleri konusunu anlamalarını nasıl etkilemektedir?” alt problemini incelemek amacıyla MSED (C) ve ÖGF verilerine betimsel analiz ve içerik analizi yapılarak bulgular karşılaştırılmıştır.

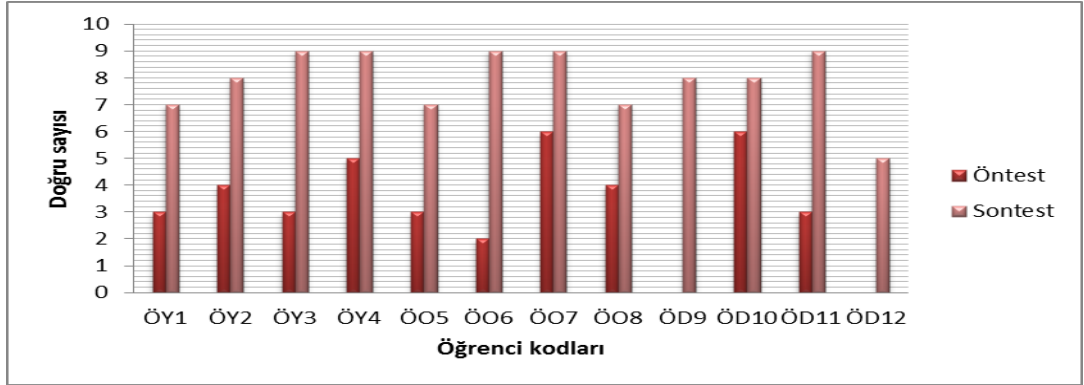
#### 4.3.1. MSED(C)'den Elde Edilen Bulgular

MSED (C)'deki 9 soruya verilen öğrenci cevapları incelenerek; Doğru (D), Kısmen Doğru (KD) ve Yanlış (Y) olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme kriterleri EK-14'te verilmiştir. Tablo 4.14'te 9 soruya ilişkin bireysel öğrenci cevaplarının öntest-sontest frekans değerleri sunulmuştur.

**Tablo 4-14:** MSED (C)'deki Dokuz Soruya İlişkin Bireysel Öğrenci Cevaplarının Ön-Son Test Frekans Değerleri

Öğrenci kodları	Cevaplar	Öntest (f)	Sontest (f)
ÖY1	D	3	7
	KD	3	1
	Y	3	1
ÖY2	D	4	8
	KD	2	1
	Y	3	0
ÖY3	D	3	8
	KD	2	1
	Y	4	0
ÖY4	D	5	9
	KD	1	0
	Y	3	0
ÖO5	D	3	7
	KD	5	0
	Y	1	2
ÖO6	D	2	9
	KD	2	0
	Y	5	0
ÖO7	D	6	9
	KD	1	0
	Y	2	0
ÖO8	D	4	7
	KD	3	1
	Y	2	1
ÖD9	D	0	8
	KD	0	1
	Y	9	0
ÖD10	D	6	8
	KD	1	1
	Y	2	0
ÖD11	D	3	9
	KD	4	0
	Y	2	0
ÖD12	D	0	5
	KD	1	2
	Y	8	2

Tablo 4.14'ten öğrenci bazında öntest doğru sayısının sontestte arttığı görülmüştür. Öğrencilerin öntest-sontest doğru sayılarındaki değişim Grafik 4.1'de verilmiştir.



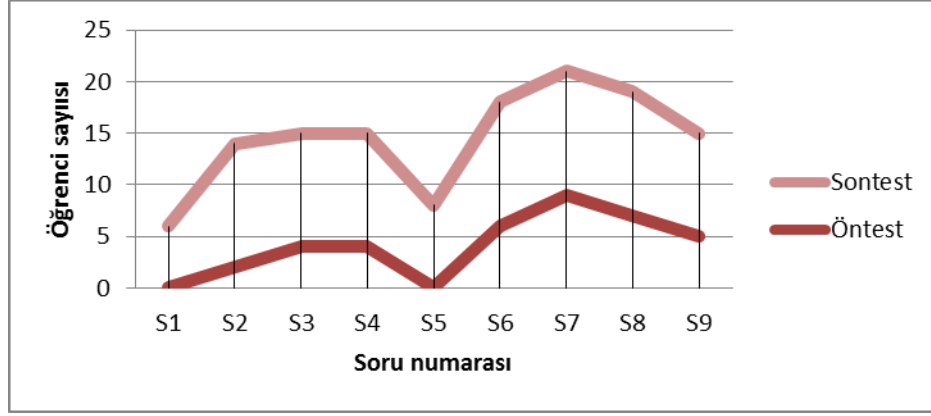
**Grafik 4-1:** MSED (C)'deki 9 Soruya İlişkin Öğrenci Doğru Cevap Sayılarının Ön-Son Test Frekans Değerleri Karşılaştırması

Sorulara verilen cevapların genel değerlendirmesini yapabilmek ve hangi öğrencilerin hangi cevapları verdiklerini belirleyebilmek için formda yer alan dokuz soruya ilişkin soru-soru değerlendirme yapılmıştır. Tablo 4.15'te soru-soru öntest-sontest frekans değerleri ve öğrenci kodları verilmiştir.

**Tablo 4-15:** MSED (C)'den Elde Edilen Verilerin Soru-Soru Ön-Son Test Frekans Değerleri ve Öğrenci Kodları

Soru numarası	Cevaplar	Öğrenci kodları	Öntest (f)	Öğrenci kodları	Sontest (f)
S1	Doğru	-	0	ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖD10, ÖD11	6
	Kısmen doğru	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8	11	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖO8, ÖD9, ÖD12	6
	Yanlış	ÖD9	1	-	0
S2	Doğru	ÖY1, ÖD11	2	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD10, ÖD11, ÖD12	12
	Kısmen doğru	-	0	-	0
	Yanlış	ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD10, ÖD12	10	-	0
S3	Doğru	ÖY1, ÖY4, ÖO7, ÖD10	4	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD10, ÖD11	11
	Kısmen doğru	ÖY2, ÖO5, ÖO8, ÖO11	4	-	0
	Yanlış	ÖY3, ÖO6, ÖO9, ÖD12	4	ÖD12	1
S4	Doğru	ÖY1, ÖY4, ÖO7, ÖD11	4	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD10, ÖD11	11
	Kısmen doğru	ÖO5, ÖD8, ÖD11	3	-	0
	Yanlış	ÖY2, ÖY3, ÖO6, ÖD9, ÖD12	5	ÖO5	1
S5	Doğru	-	0	ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO6, ÖO7, ÖD9, ÖD10, ÖD11,	8
	Kısmen doğru	-	0	-	0
	Yanlış	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD10, ÖD11, ÖD12	12	ÖY1, ÖO5, ÖO8, ÖD12	4
S6	Doğru	ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO6, ÖD8, ÖD10	6	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD10, ÖD11, ÖD12	12
	Kısmen doğru	ÖY1, ÖO5	2	-	0
	Yanlış	ÖO7, ÖD9, ÖD11, ÖD12	4	-	0
S7	Doğru	ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD10, ÖD11	9	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD10, ÖD11, ÖD12	12
	Kısmen doğru	-	0	-	0
	Yanlış	ÖY1, ÖD9, ÖD12	3	-	0
S8	Doğru	ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO7, ÖD8, ÖD10, ÖD11	7	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD10, ÖD11, ÖD12	12
	Kısmen doğru	ÖO5	1	-	0
	Yanlış	ÖY1, ÖO6, ÖD9, ÖD12	4	-	0
S9	Doğru	ÖY2, ÖO4, ÖO5, ÖO7, ÖD10	5	ÖY1, ÖY2, ÖY3, ÖY4, ÖO5, ÖO6, ÖO7, ÖO8, ÖD9, ÖD11	10
	Kısmen doğru	ÖY1, ÖY3, ÖO8, ÖD11	4	ÖD10, ÖD12	2
	Yanlış	ÖO6, ÖD9, ÖD12	3	-	0

Tablo 4.15'e göre; soru bazında sontestte 12 öğrenci tarafından sorulara verilen doğru cevap sayılarının arttığı görülmüştür. Soruların doğru cevaplanma sayılarının frekanslarındaki değişim Grafik 4.2'de verilmiştir.



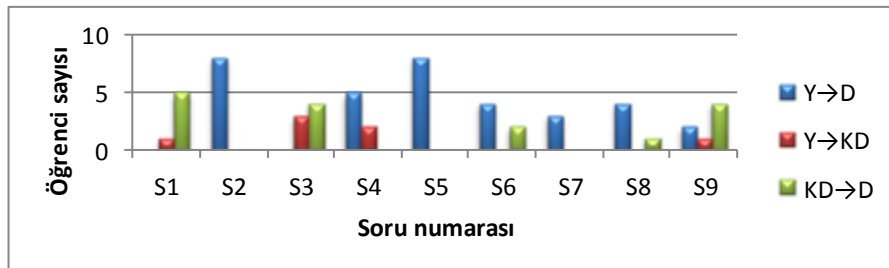
**Grafik 4-2:** MSED (C)’ nin Soru-Soru Doğru Cevaplanma Ön-Son Test Frekans Değerleri

Bu kısma kadarki bulgular, bireysel öğrenci cevaplarındaki ve soruların cevaplanma frekanslarındaki öntest-sontest değişimlerine bakılarak elde edilmiştir. Öğrenci cevaplarında meydana gelen değişimleri daha detaylı incelemek amacıyla sorulara verilen cevaplar arasındaki geçişlere bakılmıştır. Geçiş aşamaları; doğrudan doğruya (D→D), kısmen doğrudan doğruya (KD→ D), yanlıştan doğruya (Y→D), doğrudan kısmen doğruya (D→ KD), kısmen doğrudan kısmen doğruya (KD→KD), yanlıştan kısmen doğruya (Y→KD), doğrudan yanlışta (D→Y), kısmen doğrudan yanlışta (KD→Y) ve yanlıştan yanlışta (Y→Y) olarak belirlenmiş ve buna göre değerlendirme yapılmıştır. Tablo 4.16’da geçiş aşamaları, geçiş yapan öğrenci kodları ve öğrenci frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

**Tablo 4-16:** Öğrencilerin MSED (C) Sorularına Verdikleri Cevaplar Arası Geçiş Durumlarına Yönelik Öğrenci Frekans ve Yüzde Değerleri

Soru	Geçiş	Geçiş yapan öğrenci kodları	Öğrenci (f)	Öğrenci (%)	Bir-iki üst basamağa ulaşan toplam öğrenci (f)	Bir-iki üst basamağa ulaşan toplam öğrenci (%)
S1	KD→D	ÖY4,ÖO5,ÖO6,ÖO7,ÖD11	5	41.6	6	50.0
	KD→KD	ÖY1,ÖY2,ÖY3,ÖO8,ÖD10	6	50.0		
	Y→KD	ÖD9	1	8.33		
S2	D→D	ÖY1,ÖO5,ÖO7,ÖD11	4	33.3	8	66.6
	Y→D	ÖY2,ÖY3,ÖY4,ÖO6,ÖO8,ÖD9,ÖD10,ÖD12	8	66.6		
S3	D→D	ÖY1,ÖY4,ÖO7,ÖD10	4	33.3	7	58.3
	KD→D	ÖY2,ÖO5,ÖO8,ÖD11	4	33.3		
	Y→D	ÖY3,ÖO6,ÖD9	3	25.0		
	Y→Y	ÖD12	1	8.33		
S4	D→D	ÖY1,ÖO7,ÖO8,ÖD10	4	33.3	7	58.3
	KD→D	ÖO6,ÖD11	2	16.6		
	KD→Y	ÖO5	1	8.33		
	Y→D	ÖY2,ÖY3,ÖY4,ÖD9,ÖD12	5	41.6		
S5	Y→D	ÖY2,ÖY3,ÖY4,ÖO6,ÖO7,ÖD9,ÖD10,ÖD11	8	66.6	8	66.6
	Y→Y	ÖY1,ÖO5,ÖO8,ÖD12	4	33.3		
S6	D→D	ÖY2,ÖY3,ÖY4,ÖO6,ÖO8,ÖD10	6	50.0	6	50.0
	KD→D	ÖY1,ÖO5	2	16.6		
	Y→D	ÖO7,ÖD9,ÖD11,ÖD12	4	33.3		
S7	D→D	ÖY2,ÖY3,ÖY4,ÖO5,ÖO6,ÖO7,ÖO8,ÖD10,ÖD11	9	75.0	3	25.0
	Y→D	ÖY1,ÖD9,ÖD12	3	25.0		
S8	D→D	ÖY2,ÖY3,ÖY4,ÖO7,ÖO8,ÖD10,ÖD11	7	58.3	5	41.6
	KD→D	ÖO5	1	8.33		
	Y→D	ÖY1,ÖO6,ÖD9,ÖD12	4	33.3		
S9	D→D	ÖY2,ÖY4,ÖO5,ÖO7,ÖD10	5	41.6	7	58.3
	KD→D	ÖY1,ÖY3,ÖO8,ÖD11	4	33.3		
	Y→D	ÖO6,ÖD9	2	16.6		
	Y→KD	ÖD12	1	8.33		

Tablo 4.16'dan soru bazında öntestten sonteste Y→D, KD→D ve Y→KD'ya geçişlerin olduğu görülmüştür. Geçişler Grafik 4.3'te verilmiştir.



**Grafik 4-3:** MSED (C) Sorularına Göre 12 Öğrencinin Cevap Geçişleri

### 4.3.2. ÖGF'den Elde Edilen Bulgular

Araştırmada öğrencilerin enerji dönüşümleri konusunu anlamaya yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla ÖGF sorularına verdikleri cevaplar incelenmiştir. Öğrenci cevaplarından ulaşılan temalar, kodlar, öğrenci kodları ve örnekler Tablo 4.17'de verilmiştir.

**Tablo 4-17:** Enerji Dönüşümlerini ve STEM Disiplinlerini Anlamaya Yönelik ÖGF'den Elde Edilen Bulgular

Temalar	Kodlar	Öğrenci cevaplarından örnekler
<b>Enerji Dönüşümleri konusunda öğrenilenler</b>	Kinetik enerji	“Enerji yoktan var olmaz, vardan da yok olmaz. Yani korunur. Enerjinin dönüştüğünü hangi şartlarda nelerin arttığını nelerin azaldığını öğrendim.” (ÖY1)
	Esneklik potansiyel enerjisi	
	Çekim potansiyel enerjisi	“İki çeşidi olduğunu öğrendim potansiyel enerjinin. Esneklik potansiyel ve çekim potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştüğünü öğrendim.” (ÖO5)
	Enerjinin dönüşümü	
Enerjinin korunumu	“Enerji birbirine dönüşüyor yok olmuyor.” (ÖD11)	
<b>Mekanik saat kullanılması</b>	Saatın çalışma mekanizması	“Evet oldu. Çünkü mesela biz yayla çalıştık. Yayda esneklik potansiyel enerjisinin hareket enerjisine dönüştüğünü öğrendim.” (ÖY3)
	Enerji dönüşümleri	“Evet oldu. Saatte enerji dönüşümlerini açık bi şekilde gördüm. Kurmalı saati kurunca çarklar döndü mesela.” (ÖO6)
	Somutlaştırma	“Oldu aslında. Biraz karışık gibi ama saatin nasıl çalıştığını görünce anlıyor insan.” (ÖD9)
		“Saat enerjisi dönüştürdü mesela bu fenle ilgili. Biz bilgisayarda yaptık çarkları, kendimi mühendis gibi hissettim..Orada hem teknolojiyi kullandık hem de tasarım yaptık. Bir de matematiksel hesaplar çarkların dönmesi için bu şekilde oldu.” (ÖY3)
<b>Mekanik saat-STEM ilişkilendirmesi</b>	Enerji dönüşümü- fen	“Saatin içindeki yaydaki dönüşüm fenle ilgili. Saatin şekli yapısı mühendislikle ilgili.”(ÖO8)
	Çarkların dönme sayısını hesaplama –matematik	
	Bilgisayarda tasarlama- teknoloji	“Saati kurarken çarklar döndü ve bence bu fenle ilgili. Çarkları bilgisayarda tasarlamamız teknolojiyle ilgili. Birleştirdiğimiz için saatin parçalarını mühendislerde böyle yapar.” (ÖD9)
<b>STEM disiplinlerinin birbiriyle ilişkilendirilmesi</b>	Fen- teknoloji- mühendislik	“Mesela matematiğimizin iyi olması gerekir. Yelkovan için çarkların kaç tane olması gibi hesaplar yaptık. Fende enerji dönüşümünü yapıcak bir saat yaptık.” (ÖY2)
	Fen- matematik- mühendislik	“Fenle teknolojiyi birlikte kullandık bunun gibi şeyler konuyu daha iyi anlamamı sağladı tabi. Çarkların dönüşlerini hesapladık ve mühendis gibi birleştirdik.” (ÖO7)
		“Enerji dönüşümleri anlaması zor bi konu aslında. Nasıl olduğuna detaylı baktık. Çarkların dönmesini bilgisayarda yaptık. Bilgisayar kullanınca teknoloji kullanmış olduk. Daha iyi anladım görünce.” (ÖD11)

Araştırmada öğrencilerin mekanik saatteki enerji dönüşümlerine yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla da ÖGF'e verdikleri cevaplar incelenerek "Etkinlikte enerji dönüşümleri konusunda ne öğrendin?" sorusuna yönelik enerji dönüşümleri konusunda öğrenilenler teması altında; 'Kinetik enerji', 'Esneklik potansiyel enerjisi', 'Çekim potansiyel enerjisi', 'Enerjinin dönüşümü' ve 'Enerjinin korunumu' kodlarına ulaşılmıştır.

Öğrencilerin "Etkinlikte mekanik saat kullanılması Enerji Dönüşümleri konusunu anlamana yardımcı oldu mu?" sorusuna verdikleri "*Evet oldu. Çünkü mesela biz yayla çalıştık. Yayda esneklik potansiyel enerjisinin hareket enerjisine dönüştüğünü öğrendim.*" (ÖY3, görüşme), "*Evet oldu. Saatte enerji dönüşümlerini açık bi şekilde gördüm. Kurmalı saati kurunca çarklar döndü mesela.*" (ÖO6, görüşme), "*Evet oldu. Daha önce de söyledim saatte daha iyi gördüm nasıl dönüştüğünü.*" (ÖO8, görüşme), "*Oldu aslında. Biraz karışık gibi ama saatin nasıl çalıştığını görünce anlıyor insan.*" (ÖD9, görüşme) şeklindeki yanıtlarda öğrenciler saatteki enerji dönüşümünü görmenin konuyu anlamalarına yardımcı olduğunu belirtmiştir.

Öğrencilere "Etkinlikte kullanılan mekanik saatin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarıyla ilişkisi nedir?" sorusu sorulduğunda "*Saatteki sayılar ve çarkların dönme sayıları matematik ile ilişkili um hangi enerjiyle çalıştığı fenle ilgili, çarkların tasarımı teknoloji ile ilgili ve neyi nereye yerleştireceğimiz mühendislikle ilgili.*" (ÖY2, görüşme), "*Saat enerjii dönüştürdü mesela bu fenle ilgili. Biz bilgisayarda yaptık çarkları kendimi mühendis gibi hissettim o çarkı tasarladığımız zaman orda hem teknolojiyi kullandık hem de tasarım yaptık. Bir de matematiksel hesaplar çarkların dönmesi için bu şekilde oldu.*" (ÖY3, görüşme), "*Saatin içindeki yaydaki dönüşüm fenle ilgili. Saatin şekli yapısı mühendislikle ilgili.*" (ÖO8, görüşme), "*Saati kurarken çarklar döndü ve bence bu fenle ilgili. Çarkları bilgisayarda tasarlamamız teknolojiyle ilgili. Birleştirdiğimiz için saatin parçalarını mühendislerde böyle yapar. Matematikle ilişki kuramadım.*" (ÖD9, görüşme). "*Fenle ilişkisi enerji. Saat teknolojiyle yapılmış birşey bir de mühendisler yapabilir. Saatin sayıları da matematik.*" (ÖD11, görüşme) sözleriyle öğrenciler iki ya da daha fazla alanla ilişki kurduklarını ifade etmiştir.



Öğrencilerin ‘Bu etkinlikte STEM alanlarının ilişkilendirilmesi Enerji Dönüşümleri konusunu anlamana yardımcı oldu mu?’ sorusuna yüksek düzey öğrenciler “Enerji dönüşümü için matematikle hesap yapmak, bilgisayarda tasarlamak daha iyi anlamamı sağladı.” (ÖY1, görüşme), “Aslında oldu diyebilirim. Mesela matematiğimizin iyi olması gerekir. Yelkovan için çarkların kaç tane olması gibi hesaplar yaptık. Fende enerji dönüşümünü yapıcak bir saat yaptık.” (ÖY2, görüşme), “Enerji dönüşümleri fen ile ilgiliydi biz de bir tasarım yaparak STEM alanlarında mühendisliği kullandık. Yardımcı oldu pekiştirme bakımından öğrenmiş oldum yaparken de kavradım.” (ÖY3, görüşme), “Çarklar mühendislik ile ilgili bir konu. Ee bunların dönüşüm hesaplamalarında matematik var mühendislikle yerleştirilmeleri bunların hepsi içiçe olduğu için benim daha çok bilgimi pekiştirdi.” (ÖY4, görüşme) şeklinde görüş bildirmiştir.

Orta düzey ve düşük düzey öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde benzer ifadelere yer verdikleri görülmüştür. “Fenle teknolojiyi birlikte kullandık bunun gibi şeyler konuyu daha iyi anlamamı sağladı tabi. Çarkların dönüşlerini hesapladık ve mühendis gibi birleştirdik.” (ÖÖ7, görüşme), “Mesela bir model saate bakmıştık onu yapmak için hem matematik hem de mühendislik bilgisi gerekir. Orda pet şişe aşağıya inerken çarklar dönüyordu. Bizde buna benzer bişey yapmaya çalıştık enerjiyi dönüştürebilen bişeyler.” (ÖÖ8, görüşme), “Hımm. Etti bence. Yani enerji dönüşümleri anlaması zor bi konu aslında. Nasıl olduğuna detaylı baktık. Çarkların dönmesini bilgisayarda yaptık. Bilgisayar kullanınca teknoloji kullanmış olduk. Daha iyi anladım görünce.” (ÖD11, görüşme), “Oldu çünkü saati kendimiz tasarladığımız için enerji dönüşümlerini saat tasarlayarak görebiliyorum.” (ÖD9, görüşme) ifadelerinde öğrencilerin etkinlikte kullandıkları disiplinleri birbiriyle ilişkilendirdikleri görülmüştür.

## **BÖLÜM V: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER**

Araştırmanın bu bölümünde alt problemlerden elde edilen bulgulara paralel olarak bölümler halinde tartışılmış ve öneriler sunulmuştur.

### **5.1. SONUÇ VE TARTIŞMA**

#### **5.1.1. STEM Alanlarına İlgiye Yönelik Sonuçlar ve Tartışma**

“Mekanik saat ile STEM etkinliği, farklı ilgi düzeyindeki (düşük, orta ve yüksek ilgi) öğrencilerin STEM disiplinlerine ilgilerini nasıl etkilemektedir?” alt problemine dair STEM disiplinlerine ilgi ölçeğinin alt boyutları temel alınarak oluşturulan yarı yapılandırılmış görüşme sorularından elde edilen bulguların analizi yapıldığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerden; STEM-DİÖ’den elde edilen verilere göre; yüksek düzey ilgiye sahip 4 (ÖY1, ÖY2, ÖY3 ve ÖY4) ve düşük düzeyde 2 öğrencinin (ÖD9 ve ÖD12) ilgi düzeylerini korudukları görülmüştür. Orta düzeyde ilgiye sahip 4 (ÖÖ5, ÖÖ6, ÖÖ6 ve ÖÖ7) ve düşük düzey 2 öğrencinin ise (ÖD10 ve ÖD11) ilgi düzeylerini bir kademe üst düzeye çıkardığı anlaşılmıştır (Tablo 4.2). Örneğin başlangıçta; sadece teknoloji ilgisi (düşük ilgi) olan öğrencinin etkinlik sonucunda teknolojiye ilave olarak fen ve mühendisliğe de ilgi duyduğu görülmüştür. İlgi açısından orta düzeye sahip öğrencilerin ilgilerini yüksek düzeye, düşük düzeyi öğrencilerin ilgilerini orta düzeye çıkartmaları nedeniyle STEM eğitiminin ve etkinliğinin STEM disiplinlerine yönelik ilgiyi geliştirmede etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Önceki çalışmalarda da buna benzer sonuçlar olduğu farkedilmiştir (Lachapelle, Phadnis, Jocz ve Cunningham, 2012; Pekbay, 2017; Sarı, Alıcı ve Şen, 2018).

Etkinlik sonrasında düşük ilgi kademesinde kalan iki kız öğrenci (ÖD9 ve ÖD12) olduğu görülmüştür. Bu sonuç Karakaya Avgın ve Yılmaz (2018)’ın kız öğrencilerin ilgilerinin daha fazla arttığı yönündeki sonucuyla uyumuna da Gülhan ve Şahin (2018)’in kız öğrencilerin bazı disiplinlerde erkeklere göre düşük ilgiye sahip olduğu sonuçlarıyla paralellik göstermiştir. ÖD9 ve ÖD12 için ilgide bir artış görülemediğinin sebebinin düşüncelerini aktarırken samimi olmamaları nedeniyle gerçekleştiği kanaatine varılmıştır.

Ayrıca, öğrenciler görüşmelerde “Bu etkinlik meslek seçimin hakkında bir fikir verdi mi?” sorusunu cevaplarırken STEM içerikli meslekler hakkında bilgi edindiklerini ve ileride bu meslekleri seçmek istediklerini belirtmiştir. Örneğin mühendislik ilgisi düşük olan öğrenciler okullarda mühendislik alanındaki bilgilerin kullanıldığı etkinliklerin olmasını istediklerini ve etkinliğin meslek seçimleri hakkında bir fikir verip vermediği sorusuna; meslekler hakkında daha fazla bilgiye sahip olmanın yanında mühendis olmanın iyi bir seçim olacağını söylemiştir. STEM ilgi ve meslek seçimi hakkında yapılan çalışmalarda da benzer bulgulara rastlanmıştır (Christensen ve Knezek, 2017; Dare, Rafferty, Sheidel ve Roehrig, 2017; Gülhan ve Şahin, 2016; Pekbay 2017; Shahali, Halim, Rasul, Osman ve Zulkifeli, 2017; Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Yılmaz, Gülgün ve Çağlar, 2017).

Şahin, Ayar ve Adıgüzel (2014) yaptıkları çalışmada, STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM ilgilerini arttırdığını ve fen bilimleri, mühendislik alanlarını meslek olarak seçmelerinde yönlendirici olduğunu belirtmiştir. Gülhan ve Şahin (2016), STEM etkinliklerinin STEM disiplinlerindeki mesleklerle ilgili görüşlerine etkisini inceledikleri çalışmada, etkinliklerin öğrencilerin mühendislikle ilgili algılarını geliştirdiğini ve mesleklere karşı ilgilerini genel anlamda arttırdığını vurgulamıştır.

Shahali, Halim, Rasul, Osman ve Zulkifeli (2017), yaygın STEM eğitim programının öğrencilerin STEM kariyerine devam etme konusundaki ilgilerine etkisini araştırdıkları çalışmada, öğrencilerin STEM konularına ve STEM ile ilgili kariyere olan ilgilerinde önemli artışlara sahip oldukları sonucuna ulaşmıştır. Pekbay (2017), öğrencilerle yaptığı görüşmelerde öğrencilerin ön görüşmelerinde düşük olan ilgilerinin son görüşmelerde arttığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca STEM mesleklerine yönelik farkındalık oluşturmak ve STEM alanlarına yönelimi sağlamak için özellikle ortaokul ve lise öğrencileri ile araştırmalar yapılmasını önermiştir.

Christensen ve Knezek (2017) yaptıkları çalışmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM’e yönelik ilgilerini arttırarak STEM kariyer seçimlerini etkilediği farketmiştir. Dare, Rafferty, Sheidel ve Roehrig (2017), STEM deneyimlerinin motive edici ve ilgi çekici olmasının öğrencilerin STEM kariyer algılarını olumlu etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Yılmaz, Gülgün ve Çağlar (2017) da STEM

etkinliklerinin öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını arttırmada etkili bir öğretim yöntemi olarak kullanılabileceğini söylemiştir.

Öğrenciler, Mekanik saat ile STEM eğitimi etkinliğinde keyif aldıkları kısımların bilgisayarda çarkların tasarlanması ve 3D yazıcıda bastırılmasının ilgi çekici olması, arkadaşlarıyla birlikte çalışma ve sonuçta bir ürün oluşturma becerisi kazanma hakkında fikir sahibi olduklarını beyan etmişlerdir. Karakaya, Avgın ve Yılmaz (2018) da etkinliklerde teknoloji kullanım sıklığının öğrencilerin STEM ilgilerini arttırmaya etkisi olduğunu çalışmalarında rapor etmiştir.

Yapılan etkinlikler, çalışmanın öğrencilerin işbirliği içerisinde çalışmalarını destekleyerek daha aktif katılım sağlamalarına yardımcı olmuştur. Bu tip çalışma etkinliklerinin yapıldığı çalışmalarda da benzer sonuçlara rastlanmıştır. Şahin ve arkadaşlarının (2014) yaptığı çalışmada öğrenciler modellerini tasarlama ve test etme kısmında grup olarak çalıştıklarını, bunun kendilerine beceri ve daha detaylı-farklı bilgi edinmelerine katkı sağladığını ifade etmiştir. Ceylan (2014) da yaptığı çalışmada gruplar halinde çalışmanın öğrenciler tarafından önemli olarak görüldüğünü belirtmiştir.

Öğrenciler, etkinlikte ortaya çıkan ürünler sayesinde kendi gelişimlerini görme imkanı bulduklarını dile getirmişlerdir. Yamak, Bulut ve Dündar (2014) da yaptıkları çalışmada öğrencilerin çalışma sonucunda bir ürüne ulaştıklarında sahip oldukları bilgilerin işe yaradığını fark ederek daha fazla bilgi sahibi olmak istediklerini vurgulamıştır. Yapılan etkinlikte, öğrenciler süreç sonunda kendi ürünlerini üretmelerinin etkinliğin en keyifli yanı olduğunu ve mutluluk verdiğini, ileride yönelecekleri meslekler açısından önemli olduğunu fark ettiklerini belirtmişlerdir. Bu sonuçlardan STEM eğitimi ve etkinlikte kullanılan malzemenin doğru ve faydalı bir seçim olduğu kanısına varılmıştır.

Etkinliğin zorlayıcı tarafını ise öğrenciler; hesaplama yapma, saati birleştirmek, tasarlamak ve birlikte karar verme olarak görüşmelerde sözel olarak ifade etmiştir. Etkinlik esnasındaki gözlemler de öğrencilerin düşünceleriyle uyumaktadır. Pekbay (2017)'in çalışmasında da öğrenciler grup çalışması hakkında olumsuz görüş bildirmişler ve araştırmacı bu durumun sebebinin grupların araştırmacı tarafından oluşturulması ve öğrencilerin daha önce hiçbir derste grup halinde çalışmamaları olarak sunmuştur. Yapılan bu etkinlikte de öğrencilerin

verdikleri bilgilere göre; grup çalışmasını hem keyifli hem de zorlayıcı olarak görmelerinin daha önce grup çalışmasına aşına olmamalarından kaynaklandığı kanaatine varılmıştır.

Etkinlikte yer alan hesaplamaları yaparken zorlanan öğrencilerin çarkların dönme sayısı ve diş sayısı arasındaki ilişkiyi kuramadıkları farkedilmiştir. Ayrıca öğrenciler saati tasarlarken ve birleştirirken zorlandıklarını ifade etmiştir. Sarı, Alıcı ve Şen (2018), yaptıkları çalışmada öğrencilerin bir mühendislik ürünü oluşturmada zorluklar yaşamalarının sebeplerinin bilgi eksikliği, matematiksel işlemlerin ve malzeme kullanımının zorluğu olduğunu belirtmiştir. Yapılan etkinlikte de öğrencilerin istenen bağıntıları kurmakta zorlanmasının matematik disipliniinde oran-orantı konusunu yeni öğrenmeleri ve tam anlamıyla içselleştirememeleri sebebiyle olduğu düşüncesine varılmıştır.

### **5.2.2. STEM Disiplinleri Arasındaki İlişkiyi Anlamaya Yönelik Sonuçlar ve Tartışma**

“Mekanik saat ile STEM etkinliği, farklı ilgi düzeyindeki (düşük, orta ve yüksek ilgi) öğrencilerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarına nasıl bir etkisi vardır?” adlı araştırma sorusu için MSS (B)’deki 5 soru, Çalışma Kağıtları (ÇK-1 ve ÇK-2) ve EDR’deki 9 değerlendirme kriteri kullanılarak elde edilen verilerin analizi değerlendirilmiştir.

MSS(B)’de “STEM nedir?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar değerlendirildiğine; etkinlik öncesinde STEM’in bir kısaltma olduğunu (%75) belirten öğrenciler olmasına rağmen ne olduğunu bilmeyen öğrencilerin (%25) olduğu görülmüştür. Etkinlik sonrasında ise STEM’i; disiplinlerin birleşimi olarak gören öğrencilerde %41.6 ve bir eğitim sistemi olarak nitelendirenlerde %25 oranında artış olduğu anlaşılmıştır (Tablo 4.3). Bazı öğrenciler ise hem kısaltma hem de eğitim sistemi olarak beyan etmiştir. Bu sonuçlardan da STEM tanımı ve bileşenleri hakkında öğrencilerin belli oranda pozitif görüş sergilemeleri nedeniyle bu konuda bilgi sahibi oldukları kanısına varılmıştır. Öğrencilerin STEM’e yönelik düşüncelerindeki olumlu yöndeki bu değişimin literatürde Baran, Canbazoğlu-Bilici ve Mesutoğlu (2017), Ceylan (2014), Gülhan ve Şahin (2018), Knezek, Christensen,

Tyler-Wood ve Periathiruvad (2013) ve Pekbay (2017)'ın yaptıkları çalışmaların sonuçlarıyla uyduğu görülmüştür.

Oniki öğrenci arasından MSS(B) son-testte öğrencilerin büyük çoğunluğunun mekanik saat elemanlarını her bir STEM disipliniyle ilişkilendirebilmelerinden yapılan etkililiğin ilişkilendirme bakımından öğrencilere fayda sağladığı düşüncesine varılmıştır (Tablo 4.3). MSS(B)'de öğrencilerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlama durumlarına öğrenci bazında bakıldığında ise; öğrencilerin son-testte yeterli ilişki kurdukları soru sayısının artmasından, etkinliğin ilgi düzeyleri farklı olan 12 öğrenciyi de STEM disiplinleri ilişkisini kurma açısından olumlu etkilediği farkedilmiştir (Tablo 4.4). Öğrencilerin MSS (B) sorularına verdikleri cevaplar arası geçiş durumlarına bakıldığında ise özellikle yetersiz düzeyden kısmen yeterli ve yeterli düzeye ulaşan öğrenci sayısının artış göstermesinden öğrencilerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi yeterince anladıkları düşüncesine varılmıştır (Tablo 4.5).

Öğrencilerin etkinlik sonrasında mekanik saat elemanlarının fen (%91.6), teknoloji (%58.3), mühendislik (%91.6) ve matematik (%83.3) ile ilişkisini anlamada etkinlik öncesine göre daha iyi bir düzeyde oldukları görülmüştür (Tablo 4.6). Aynı şekilde EDR ile yapılan değerlendirmede STEM disiplinleri ilişkisini anlamada yetersiz düzeyde öğrenci bulunmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.11). EDR'ye göre öğrencilerin kendi mekanik saat tasarımlarını yaparken fen (%83.3), teknoloji (%75), mühendislik (%83.3) ve matematik (%75) ilişkisini yeterli düzeyde kurarak bir ürün oluşturabilmeleri, onların STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anladıklarını göstermiştir (Tablo 4.12). MSS (B) ve EDR' den elde edilen bulguların birbirine yakın (%90) olmasından öğrencilerin, kendi mekanik saatlerini oluşturdukları etkinlik sonrasında STEM disiplinlerinin birbirleriyle olan ilişkisini daha iyi anladıkları anlaşılmıştır (Tablo 4.13). Bu değerlendirmelerden etkinlik sonrasında öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun STEM disiplinleri hakkında bilgi, beceri ve fikir sahibi oldukları düşüncesine varılmıştır.

MSS(B) ve EDR'ye göre, öğrencilerin mekanik saatte fen, matematik ve mühendislik disiplinleri arasında yeterince ilişki kurabilmeleri, uygulanan etkinliğin olumlu tarafı olmasına rağmen bazı öğrencilerin kendi model saatlerinde

disiplinlerarası ilişkiyi kuramamasının, öğrencilerin grup çalışmalarına yeterince alışık olmamasından kaynaklandığı kanısındayız.

Etkinlik sırasında kullanılan Çalışma Kağıtları (ÇK1 ve ÇK2)'nden elde edilen verilerden öğrencilerin disiplinler arasındaki ilişkiye yönelik farkındalıklarının arttığı sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 4.8 ve Tablo 4.9). ÇK-1'de farkına varılarak ÇK-2'de uygulanan bilimsel süreç becerilerine yönelik farkındalık kazandırma açısından da etkili olduğu açıkça farkedilmiştir.

ÇK-2'de problemi/hipotezi test etme kısmında öğrencilerin çalışmayan, eksik, değiştirilmesi gereken ve iyileştirilmesi gereken yönlerine dair ifadelerinden, etkinliğin öğrencilerin süreçte kendilerini değerlendirmelerini sağlaması açısından önemli olduğu düşüncesine varılmıştır. Etkinlik sonrası öğrencilerin dizayn ettikleri mekanik saatlerin %60 çalıştığı, %40'ının çalışmadığı gözlemlenmiş, bu sonuca etkinlik sonrası öğrencilerin STEM disiplinlerinde mühendislik hakkında bilgi sahibi olmalarına rağmen okulda yeterli uygulama ve beceri geliştirme fırsatları olmadığı için mekanik saatlerini yaparken zorlanmalarının sebep olduğu kanaatine varılmıştır.

Sınıfıçi konuşmalardan edinilen izlenimlere göre de; çizimlerde saniye çubuğunun ve doğru çiziminin azlığına, öğrencilerin günlük hayatta saati yalnızca saat ve dakika kavramlarını kullanarak ifade etmeleri ve çoğunlukla dijital saat kullanmalarından kaynaklandığı kanısına varılmıştır. Öğrencilerin istedikleri malzemelerin tamamını kullanmadıkları gözlemlense de saat yapımında lastik gibi yeni ve farklı malzemelerle ürün oluşturmaları ve probleme yönelik yaratıcı çözümler üretmelerinden etkinliğin yaratıcılık üzerinde de olumlu etkisi olduğu düşüncesi vasıl olmuştur.

Elde edilen bulgular ve değerlendirmelerden; yapılan etkinlik sonucunda öğrencilerin, STEM disiplinleri arasındaki ilişki ve STEM'in disiplinlerinden biri olan mühendislik hakkında fikir sahibi oldukları anlaşılmıştır. Bu bulgular bazı önceki araştırmacıların sonuçlarıyla uyumaktadır. Doppelt, Mehalik, Schunn, Silk ve Krysinski (2008), STEM disiplin ilişkilendirmesinin öğrencilerin yaratıcılık ve düşünme becerilerini geliştirdiğini saptamıştır. Tati, Firman ve Riandi (2017) öğrencilerin fen, teknoloji mühendisliği ve matematik kavramlarını ürün tasarlarken ve yaparken kullanmalarının disiplinler arasındaki ilişkileri anlamalarını sağladığı

sonucuna ulaşmıştır. Çiftçi (2018) yapılan etkinlikler sonrası öğrencilerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi kurmada daha iyi bir düzeyde oldukları sonucuna ulaşmıştır. Aynı şekilde Güder ve Gürbüz (2018) tarafından yapılan etkinliklerin öğrencilerin disiplinler arası ilişkilendirme becerilerini geliştirdiği anlaşılmıştır.

### **5.2.3. Enerji Dönüşümleri Konusunu Anlamaya Yönelik Sonuçlar ve Tartışma**

“Mekanik saat ile STEM etkinliğinin, farklı ilgi düzeyindeki (düşük, orta ve yüksek ilgi) öğrencilerin enerji dönüşümleri konusunu anlamalarına nasıl bir etkisi vardır?” sorusunu incelemeye yönelik MSED(C)’deki 9 soru ve ÖGF’deki 4 sorunun analizinden elde edilen sonuçlar ve tartışma aşağıda verilmiştir.

Öğrencilerin MSED (C)’deki 9 soruya verdikleri cevaplar bireysel olarak incelendiğinde; öntest doğru cevap sayılarının sontestte arttığı görülmüştür (Tablo 4.14). Doğru cevap sayılarındaki değişime bakıldığında; ÖD10’un doğru cevap sayısında 2, ÖO7 ve ÖO8’inde 3, ÖY1, ÖY2, ÖY4 ve ÖO5’inde 4, ÖY3 ve ÖD12’ninde 5, ÖD11’inde 6 artış olduğu anlaşılmıştır (Grafik 4.1). Öğrencilerin verdikleri cevaplardaki doğru sayısında büyük bir artış olmasından, etkinlikte enerji dönüşümleri konusunu yeterince öğrendikleri kanısı oluşmuştur.

Öğrencilerin MSED (C)’deki 9 soruya verdikleri cevaplardan elde edilen bulgular soru bazında değerlendirildiğinde, soruların doğru cevaplanma sayılarının da artış gösterdiği farkedilmiştir (Tablo 4.15). Soruların doğru cevaplanma sayılarındaki artışa bakıldığında; S7’nin doğru cevaplanma sayısında 3, S8 ve S9’ünde 5, S1 ve S6’nın 6, S3’ünde 7, S5’inde 8, S2’ninde 10 artış olduğu görülmüştür (Grafik 4.2). Özellikle mekanik saatte hangi enerji dönüşümlerinin olduğunun sorgulandığı dokuzuncu soruya verilen doğru cevap sayılarının sontestte büyük artış göstermesinden, öğrencilerin mekanik saatteki enerji dönüşümlerini öğrendikleri anlaşılmıştır.

Öğrencilerin cevaplarındaki geçişlere bakıldığında ise; soru bazında bir veya iki üst basamağa geçiş yapan toplam öğrenci sayılarında %50 (S1 ve S6), %66.6 (S2 ve S5), %25 (S3 ve S7), %58.3 (S4 ve S9), %41.6 (S8) oranında artış olduğu görülmüştür (Tablo 4.16). Yanlıştan kısmen doğru ve doğruya geçişlerin oranının yüksek olmasından (Grafik 4.3) görsel ve uygulamalı etkinliğin enerji dönüşümlerini



kavramada öğrencilerin öğrenmesine katkı sağladığı ve daha çok ilgilerini çektiği açıkça anlaşılmıştır.

Yapılan görüşmelerde de öğrencilerin enerji çeşitleri, hangi enerji çeşitlerinin birbirine dönüştüğü ve enerjinin korunması hakkında bilgi verdikleri görülmüştür (Tablo 4.17). Elde edilen verilerden STEM etkinliklerinin, öğrencilerin enerji dönüşümlerini anlamalarına olumlu bir katkısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Marulcu ve Mercan Hübek (2014) de yaptıkları çalışmada öğrencilerin yaptıkları modeller aracılığıyla enerjinin oluşumunu daha iyi anladıkları sonucuna ulaşmıştır. Bu sonuç, ilgili literatürdeki diğer çalışmalarla da desteklenmiştir (Hudson, English, Dawes, King& Baker, 2015; Ercan ve Şahin, 2015; Delen ve Krajcik, 2016; Yılmaz, Gülgün ve Çağlar, 2017).

Ayrıca öğrenciler kullanılan mekanik saatin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarıyla ilişkisini açıklayabilmiş ve etkinlikte mekanik saat kullanılmasının konuyu somutlaştırarak enerji dönüşümleri konusunu anlamalarına yardımcı olduğunu ifade etmiştir (Tablo 4.17). Akdağ ve Güneş (2017) de enerji ünitesinde yapılan STEM etkinliklerine yönelik öğrenci görüşlerini aldıkları çalışmada, öğrenci cevaplarından enerji ünitesinde STEM uygulamalarıyla ve kendi deneyimleriyle ürünler oluşturmanın öğrenciler için öğretici ve eğlenceli olduğu ve önceki derslerde soyut kalan kavramları somutlaştırma fırsatı yakaladıkları sonucuna ulaşmıştır. Fakat yaptığımız etkinlikte öğrenciler, potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştüğünü, bu enerji dönüşümü sayesinde çarkların döndüğünü, bunun sonucunda yelkovan ve akrebin hareket ettiğini anlamalarına rağmen bunu bir bütün olarak ifade edememiştir. Bu duruma okullarda genellikle sunuş yoluyla yapılan öğretimin öğrencilerin kendilerini ifade etme imkanını sınırlamasının neden olduğu düşüncesine varılmıştır.

STEM disiplinlerinin ilişkilendirilmesinin yani etkinlikte fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birlikte kullanılmasının öğrencilerin enerji dönüşümleri konusunu anlamalarına yardımcı olduğu anlaşılmıştır. Öğrencilerin tamamının (100%) STEM disiplin ilişkilendirilmesinin anlamalarına yardımcı olduğunu ifade ederek fen ve teknoloji ilişkisi, mühendislik ve matematik ilişkisi, fen ve teknoloji ilişkisi, fen ve mühendislik ilişkisi gibi alanları birbirleriyle

ilişkilendirdikleri görülmüştür. Buradan öğrencilerin STEM disiplinleri hakkında bilgi sahibi oldukları kanısına varılmıştır.

Öğrencilere etkinlikte kullanılan mekanik saatin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarıyla ilişkisi sorulduğunda; mekanik saatin fenle ilgisini enerji dönüşümünü sağlaması, matematik ile ilgisini çarkların dönmesi ve üzerinde sayılar bulunması, teknolojiyle ilgisini bilgisayarda tasarımının yapılması, mühendislikle ilgisini ise saatin birleştirilmesi olarak ifade ettikleri görülmüştür. Bu sonuçlardan; öğrencilerin, STEM ve STEM disiplinleri, mekanik saatin elemanları sayesinde enerji dönüşümü hakkında bilgi sahibi olduğu anlaşılmıştır.

Bulgu ve gözlemlerden; mekanik saat ile yapılan etkinliğin enerji dönüşümlerini açık bir şekilde görebilmeyi sağlaması ve basit bir hale getirmesi, gözlem ve uygulama içermesi, çalışmaya katılan öğrenci yaşına (13 yaş) uygun olması, grup çalışmasına katkı sağlaması ve öğrenmeyi/anlamayı kolaylaştırması nedeniyle iyi bir örnek teşkil ettiği kanısına varılmıştır.

Bu sonuç, günlük hayattan verilen örneklerin enerji dönüşümlerinin anlaşılmasına olumlu etkisinin bulunduğuna yönelik ilgili literatürde çalışmalar tarafından da desteklenmiştir (Avsec ve Kocijancic, 2014; English ve King, 2015; Delen ve Krajcic, 2017; Shahali, Halim, Rasul, Osman ve Zulkifeli, 2017; Tati, Firman ve Riandi, 2017). English ve King (2015), tasarımı yapılan nesnelerin günlük yaşamdakilerle fiziksel benzerlik göstermesinin, bilgiyi somutlaştırması ve disipline yönelik bilgiyi geliştirmesi açısından önemli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Shahali, Halim, Rasul, Osman ve Zulkifeli (2017) de öğrencilerin gerçek dünya ilişkisini kurabilecekleri uygulamalı aktivitelere katılmalarının okul başarılarını arttırdığını vurgulamışlardır.

## 5.2. ÖNERİLER

Araştırma bulguları fen öğretim programında bütünleştirilmiş STEM eğitimini kullanmanın önemli katkıları olduğu yönündedir. Bu doğrultuda fen öğretim programı güncellenerek STEM eğitimi her üniteye programa dahil edilebilir.

Yapılan çalışmada geliştirilen Mekanik Saat ile STEM etkinliği, disiplin entegrasyonunun 5E öğrenme modeli kullanılarak sınıflarda nasıl uygulanabileceğine dair bir örnek oluşturmaktadır ve enerji dönüşümlerinin öğretiminde, etkinliği sınıflarında uygulamak isteyen öğretmenler tarafından kullanılabilir.

Araştırmada özellikle erken öğretim kademelerinde enerji dönüşümleri gibi soyut kavramların somutlaştırılmasında STEM eğitiminin kullanılmasının olumlu etki gösterdiği görülmüştür. Bu açıdan, fen dersi kapsamında soyut kavramların somutlaştırılmasında yaş gruplarına uygun olarak STEM eğitimi kullanılabilir. Enerji dönüşümleri konusu üniversite düzeyinde, harmonik osilatör kullanılarak STEM eğitimi ile verilebilir.

Araştırmada, mekanik saatin günlük hayatta kullanılan bir alet olması nedeniyle STEM disiplinlerini ilişkilendirmede öğrencilere kolaylık sağlaması baz alınarak yapılacak çalışmalarda STEM disiplinlerinin birarada bulunduğu etkinlikler günlük hayatla ilişkili olarak seçilebilir.

Yapılan çalışmada özel uygulamalar ile bilgisayar kullanımını sağlamanın konunun daha iyi anlaşılmasında yardımcı olduğu görülmüştür. Eğitimin kesintisiz olması ve STEM eğitiminde teknoloji entegrasyonunun yapılabilmesi için sınıfların teknolojik donanıma sahip olması sağlanabilir.

Çalışma öncesinde yapılan pilot uygulama sayesinde öğretim sırasında yaşanabilecek aksaklıkların büyük ölçüde önüne geçilmiştir. Bu nedenle yapılacak etkinlikler eğitimlerden önce denenebilir ve ders hedeflerinden bahsedilerek eğitime başlanabilir.

STEM eğitiminde birden fazla derste öğretilen öğrenme hedefleri dersin içeriğine göre bir saatlik, bir haftalık ders saati gibi zaman sınırlamasıyla bütünleştirilebilir fakat özellikle STEM disiplinlerine ilgiye yönelik yapılacak çalışmaların daha uzun soluklu olması ilgiyi daha fazla arttırabilir.

## KAYNAKLAR

- Akbulut, U. (2012). Saatin tarihçesi. [Çevrimiçi: <http://www.uralakbulut.com.tr/wpcontent/uploads/2009/11/SAAT%C4%B0NTAR%C4%B0H%C3%87ES%C4%B0-OCAK-2012.pdf>, Erişim tarihi: 3 Mayıs 2018].
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu. İstanbul: Scala Basım.
- Altunel, M. (2018). STEM eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve riskler. SETAV, 207, 1-6.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1993). Benchmarks for science literacy, Project 2061. Washington, DC: Author.
- Aydeniz, M., & Bilican, K. (2017). STEM eğitiminde global gelişmeler ve Türkiye için çıkarımlar. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi* içinde (s. 69-92). Ankara: Pegem Akademi.
- Aydın, G., & Balım, A. G. (2005). An interdisciplinary application based on constructivist approach: Teaching of energy topics. *Ankara University, Journal of Faculty of Educational Sciences*, 38(2), 145-166.
- Avsec, S., & Kocijancic, S. (2014). Effectiveness of Inquiry-Based Learning: How do Middle School Students Learn to Maximise the Efficacy a Water Turbine?. *International Journal of Engineering Education*, 30(6A), 1436-1449.
- Banks, F., & Barlex, D. (2014). Teaching STEM in the secondary school: Helping teachers meet the challenge. Towey, M. (Ed.), *Design and Technology Education: An International Journal Contents* (p. 68-74). U.K.: Routledge. doi: ISSN 2040-8633
- Banning, J., & Folkestad, J. E. (2012). STEM education related dissertation abstracts: A bounded qualitative meta-study. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 730-741.
- Barak, M. (2014). Closing the gap between attitudes and perceptions about ICT-enhanced learning among pre-service STEM teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 23(1), 1-14.
- Baran, E., Bilici, S. C., Mesutoglu, C., & Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9-19.
- Baran, E., Canbazoğlu-Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5(2), 60-69.

- Basham, J. D., Israel, M., & Maynard, K. (2010). An ecological model of STEM education: Operationalizing STEM for all. *Journal of Special Education Technology*, 25(3), 9-19.
- Basham, J. D., & Marino, M. T. (2013). Understanding STEM education and supporting students through universal design for learning. *Teaching Exceptional Children*, 45(4), 8-15.
- Batı, K., Çalışkan, İ., & Yetişir, M. İ. (2017). Fen eğitiminde bilgi işlemsel düşünme ve bütünleştirilmiş alanlar yaklaşımı (STEAM). *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(41), 91-103.
- Beane, J. A. (1995). Curriculum integration and the disciplines of knowledge. *The Phi Delta Kappan*, 76(8), 616-622.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education*, 12(5), 24-37.
- Berg, B. L., & Lune, H. (2015). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Çeviri Editörü: Hasan Aydın, Eğitim Yayınevi.
- Blackley, S., & Howell, J. (2015). A STEM Narrative: 15 Years in the Making. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(7), 8.
- Bozkurt Altan, E., & Ercan, S. (2016). STEM education program for science teachers: Perceptions and competencies. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 13.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Burghardt, M. D., & Hacker, M. (2004). Informed design: a contemporary approach to design pedagogy as the core process in technology: in classroom settings most problems are usually well defined, so students have little experience with open-ended problems. *The Technology Teacher*, 64(1), 6-9.
- Buyse, F. (2017). Galileo Galilei, Holland and the Pendulum Clock. *O que nos faz pensar*, 26(41), 9-43.
- Büyüköztürk, Ş. (2016). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni SPSS uygulamaları ve yorum*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and engineering teacher*, 70(1), 30.

- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K-12 classrooms. *Science Teacher*, 78(9), 34-40.
- Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. *Science and Children*, 51(8), 10-13.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88-98.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (fetemm) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Ceylan, S., & Ozdilek, Z. (2015). Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 177, 223-228.
- Christensen, R., & Knezek, G. (2017). Relationship of middle school student STEM interest to career intent. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 3(1), 1-13.
- Cleaves, A. (2005). The formation of science choices in secondary school. *International Journal of Science Education*, 27(4), 471-486.
- Cooper, R., & Heaverlo, C. (2013). Problem solving and creativity and design: What influence do they have on girls' interest in stem subject areas?. *American Journal of Engineering Education*, 4(1), 27-38.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.
- Crawford, R. H., Wood, K. L., Fowler, M. L., & Norrell, J. L. (1994). An engineering design curriculum for the elementary grades. *Journal of Engineering Education*, 83(2), 172-181.
- Creswell, J. W. (2013). *Nitel araştırma yöntemleri: beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni*. (Çev. Bütün, M., Demir, S. B.). Ankara: Siyasal Kitabevi. (Orjinal yayın tarihi: 2013).
- Creswell, W. J. (2016). *Araştırma deseni: nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları*. (Çev. Demir, S. B.). Ankara: Eğiten Kitap. (Orjinal yayın tarihi: 2014).
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2015). *Karma yöntem araştırmaları: tasarımı ve yürütülmesi*. (Çev. Dede, Y., Demir, S. B.). Ankara: Anı Yayıncılık. (Orjinal yayın tarihi: 2011).

- Czerniak, C. M., Weber Jr, W. B., Sandmann, A., & Ahern, J. (1999). A literature review of science and mathematics integration. *School Science and Mathematics*, 99(8), 421-430.
- Çavaş, B., Çakıroğlu, J., Cavaş, P., & Ertepinar, H. (2011). Turkish students' career choices in engineering: Experiences from Turkey. *Science Education International* 22(4), 274-281.
- Çiftçi, M., & Çınar, S. (2017). Ortaokul öğrencilerinin stem mesleklerine bakış açılarının ve meslek farkındalıklarının belirlenmesi. ULEAD 2017 Annual Congress: ICRE, 287-295.
- Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine, STEM disiplinlerini anlamalarına ve STEM mesleklerini fark etmelerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize.
- Çolakoğlu, M. H., & Gökben, A. G. (2017). Türkiye'de eğitim fakültelerinde FeTeMM (STEM) çalışmaları. *İnformel Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 46-69.
- Dare, E. A., Rafferty, D., Scheidel, E., & Roehrig, G. H. (2017). Flood rescue: A gender-inclusive integrated stem curriculum unit. *K-12 STEM Education*, 3(2), 193-203.
- Dawson, C. (2016). *Araştırma yöntemlerine giriş*. (Çev. Arı, A.). Konya: Eğitim Yayınevi.
- Delen, I., & Krajcik, J. (2017). Using mobile devices to connect teachers and museum educators. *Research in Science Education*, 47(3), 473-496.
- Doğan, A., Kıs, E., & Cançelik, M. (2015, Aralık 25). [Görüntü: [www.kodokuluweebly.com](http://www.kodokuluweebly.com), Erişim tarihi: 12 Nisan 2016].
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E., & Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: A case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22-39.
- Dönmez, İ. (2017). STEM eğitimi çerçevesinde robotik turnuvalara yönelik öğrenci ve takım koçlarının görüşleri (bilim kahramanları buluşuyor örneği). *Eğitim, Bilim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 25-42.
- Du, R., & Xie, L. (2013). The mechanics of the spiral spring. In *The mechanics of mechanical watches and clocks* (pp. 89-113). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Dugger, W. E. (1993, December). The relationship between technology, science, engineering, and mathematics. *The Annual Conference of the American Vocational Association*' da sunulmuş bildiri. <https://eric.ed.gov/?id=ED366795>

- Dugger, W. E. (2010, December). Evolution of STEM in the United States. *In the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research*' de sunulmuş bildiri, *Gold Coast, Queensland, Australia*. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.5804&rep=rep1&type=pdf>
- Encyclopædia Britannica, Inc. (2008). Mechanical clock. [Görüntü: <https://kids.britannica.com/kids/assembly/view/195315>, Erişim tarihi: 11 Mayıs 2018).
- Encyclopædia Britannica, Inc. (2011). Typical components in a watch powered by a mainspring. [Görüntü: <https://www.britannica.com/technology/clock/media/121951/110133>, Erişim tarihi: 10 Mayıs 2018).
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(14), 1-18.
- Ercan, S., & Şahin, F. (2015). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(1), 128-164.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67.
- Froyd, J. E., Wankat, P. C., & Smith, K. A. (2012). Five major shifts in 100 years of engineering education. *Proceedings of the IEEE*, 100 (Special Centennial Issue), 1344-1360.
- Gallant, D. J. (2010). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. *ed: McGraw-Hill Education*. Retrieved from [https://www.mheonline.com/glencoemath/pdf/stem\\_education.pdf](https://www.mheonline.com/glencoemath/pdf/stem_education.pdf).
- Gao, Y. (2015). Report on China's STEM System. [Çevrimiçi: <https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20China.pdf>, Erişim tarihi: 18 Ocak 2018].
- Gencer, A. S. (2017). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak Etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5(1), 1-19.
- Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 25-40.
- Güder, Y., & Gürbüz, R. (2018). Interdisciplinary mathematical modeling activities as a transitional tool for stem education: Teacher and student opinions. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 170-198.



- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2018). Niçin STEM eğitimi?: Ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin STEM alanlarındaki kariyer tercihlerinin incelenmesi. *Journal of STEAM Education*, 1(1), 1-23.
- Güneş, T., & Akdağ, F. T. (2017). Lise öğrencilerinin fizik dersine yönelik umutsuzluk düzeyleri. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(2), 499-507.
- Hebra, A. (2010). *The physics of metrology: all about instruments: from trundle wheels to atomic clocks*. Springer Science & Business Media.
- Herrmann-Abell, C. F., & DeBoer, G. E. (2018). Investigating a learning progression for energy ideas from upper elementary through high school. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(1), 68-93.
- Herschbach, D. R. (2011). The STEM Initiative: Constraints and Challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(1), 96-122.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. A. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research* (p. 180). Washington, DC: National Academies Press.
- Hudson, P., English, L., Dawes, L., King, D., & Baker, S. (2015). Exploring links between pedagogical knowledge practices and student outcomes in STEM education for primary schools. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, 40(6), 134.
- Huling, M. ve Dywer, J. S. (2018) Designing meaningful STEM lessons. National Science Teachers Association Press.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science education*, 82(3), 407-416.
- Hsu, Y. S., Lin, Y. H., & Yang, B. (2017). Impact of augmented reality lessons on students' STEM interest. *Research and practice in technology enhanced learning*, 12(1), 2.
- International Technology Education Association (ITEA, 2000). Standards for technological literacy: Content for the study of technology. Reston, VA: Author.
- Irwin, R. (2013). *The impact of technology integration on mathematic achievement*. Doctoral dissertation, Northwest Missouri State University.

- İdris, N., Daud, M. F., Meng, C. C. & Eu, L. K. (2015). Country Report Singapore STEM. [Çevrimiçi: <https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Singapore.pdf>, Erişim tarihi: 18 Ocak 2018].
- Johnson, J. E. (2013). *Creal Box Clock*. [Blog mesajı: <https://newgottland.com/2013/05/25/cereal-box-clock/>, Erişim tarihi: 12 Ağustos 2017].
- Johnson, J. R. (1989). *Technology: Report of the Project 2061 Phase I Technology Panel*. AAAS Books, Dept. 2061, PO Box 753, Waldorf, MD 20604.
- Jon, J. E. ve Chung, H. I. (2015). STEM Report – Republic of Korea. [Çevrimiçi: <https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Korea.pdf>, Erişim tarihi: 18 Ocak 2018].
- Kang, J., Ju, E. J., & Jang, S. (2013). The Effect of Science-based STEAM Program using a Portfolio on Elementary Students' Formation of Science Concepts. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(4), 593-606.
- Karahan, E., Canbazoglu Bilici, S., & Unal, A. (2015). Integration of Media Design Processes in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 60, 221-240.
- Karakaya, F., Avgın, S. S., & Yılmaz, M. (2018). Ortaokul öğrencilerinin fen-teknolojímühendislik-matematik (FeTeMM) mesleklerine olan ilgileri. *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 36-53.
- Karataş, F. Ö. (2018). Eğitimde geleneksel anlayışa yeni bir s(i) tem. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi* içinde (s. 53-68). Ankara: Pegem Akademi.
- Kasim, N. H., & Ahmad, C. N. C. (2018). PRO-STEM Module: The Development and Validation. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(1), 728-739.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11.
- Khaeroningtyas, N., Permanasari, A., & Hamidah, I. (2016). Stem learning in material of temperature and its change to improve scientific literacy of junior high school. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1), 94-100.
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. (2014). The development of the STEM career interest survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461-481.

- Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T., & Periathiruvadi, S. (2013). Impact of Environmental Power Monitoring Activities on Middle School Student Perceptions of STEM. *Science Education International*, 24(1), 98-123.
- Kuenzi, J. J., "Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: Background, Federal Policy, and Legislative Action" (2008). Congressional Research Service Reports. 35. <http://digitalcommons.unl.edu/crsdocs/35>
- Krajcik, J. & Delen, I. (2017a). How to support learners in developing usable and lasting knowledge of STEM. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(1), 21-28. DOI:10.18404/ijemst.16863
- Krajcik, J., & Delen, I. (2017b). Engaging learners in STEM education. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri. Estonian Journal of Education*, 5(1), 35-58.
- Lachapelle, C. P., Phadnis, P. S., Jocz, J., & Cunningham, C. M. (2012). The impact of engineering curriculum units on students' interest in engineering and science. In *NARST annual international conference, Indianapolis, IN*.
- Lee, J. W., Park, H. J., & Kim, J. B. (2013). Primary teachers' perception analysis on development and application of STEAM education program. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(1), 47-59.
- Lestari, T. P., Sarwi, S., & Sumarti, S. S. (2018). STEM-Based Project Based Learning Model to Increase Science Process and Creative Thinking Skills of 5th Grade. *Journal of Primary Education*, 7(1), 18-24.
- Lindahl, B. (2007). A longitudinal study of students' attitudes towards science and choice of career. In *NARST Annual Conference, April 15-18, 2007, New Orleans*.
- Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32(5), 669-685.
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). STEM: country comparisons: international comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Final report.
- Marulcu, I., & Höbek, K. M. (2014). Teaching Alternate Energy Sources to 8th Grades Students by Engineering Design Method. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research MAJER Issue*, 9.
- McDonald, C. V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530-569.

- Merriam, S. B. (2015). *Nitel Araştırma: desen ve uygulama için bir rehber*. (Çev. Turan, S.). Ankara: Nobel. (Orjinal yayın tarihi: 2009).
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB, 2016). STEM eğitimi raporu. *Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK)*.
- Moore T. & Richards L. G. (2012). P-12 engineering education research and practice. Introduction to a Special Issue of *Advances in Engineering Education*, 3(2), 1-9.
- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the State of the Art of STEM Integration. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(1), 5.
- National Research Council (NRC, 1994). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.
- National Watch & Clock Collectors (NAWCC, 2018). How does it work. [Çevrimiçi: <https://nawcc.org/index.php/just-for-kids/about-time/how-does-it-work>, Erişim tarihi: 19 Ocak 2017].
- Nelson-Barber, S. S. (2015). Consultant Report Securing Australia's Future STEM: Country Comparisons <http://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20US%20Indigenous.pdf> adresinden alındı.
- Oliveira, E. (2015). Literature Review STEM Education in France. [Çevrimiçi: <https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20France.pdf>, Erişim tarihi: 18 Ocak 2018].
- Olivarez, N. (2014). *The Impact of a STEM program on academic achievement of eighth grade students in a south texas middle school* (Doctoral dissertation). Texas A & M University, Corpus Christi.
- Opitz, S. T., Neumann, K., Bernholt, S., & Harms, U. (2017). Students' energy understanding across biology, chemistry, and physics contexts. *Research in Science Education*, 1-21.
- Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri*. (Çev. Bütün, M., Demir, S. B.). Ankara: Pegem Akademi.
- Pearson, G. (2017). National academies piece on integrated STEM. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 224-226.
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri* (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Ponikvar, D., & Planinsic, G. (2008). Conservation of mechanical and electric energy: simple experimental verification. *European Journal of Physics*, 30(1), 47.
- Powell-Moman, A. D., & Brown-Schild, V. B. (2011). The Influence of a Two-Year Professional Development Institute on Teacher Self-Efficacy and Use of Inquiry-Based Instruction. *Science Educator*, 20(2), 47-53.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (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.
- Sahin, A. (2013). STEM clubs and science fair competitions: Effects on post-secondary matriculation. *Journal of STEM Education*, 14(1), 5-11.
- Sahin, A., Ayar, M. C., & Adiguzel, T. (2014). STEM Related After-School Program Activities and Associated Outcomes on Student Learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 309-322.
- Sahin, A., Oren, M., Willson, V., Hubert, T., & Capraro, R. M. (2015). Longitudinal analysis of TSTEM academies: How do Texas inclusive STEM academies (T-STEM) perform in Mathematics, Science, and Reading. *International Online Journal of Educational Sciences*, 7(4), 11-21.
- Sainsbury, D. (2007). The Race to the Top: A Review of Government's Science and Innovation Policies (The Sainsbury Review). *Office of the Public Sector, HM Government: Norwich, UK*.
- Sanders, M. E. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 20-26.
- Sanders, M. E. (2012). Integrative STEM education as "best practice". In H. Middleton (Ed.), *Explorations of Best Practice in Technology, Design, & Engineering Education*, 2, 103-117. Griffith Institute for Educational Research, Queensland, Australia.
- Sari, U., Alici, M., & Sen, Ö. F. (2018). The effect of stem instruction on attitude, career perception and career interest in a problem-based learning environment and student opinions. *Electronic Journal of Science Education*, 22(1), 1-21.
- Satchwell, R. E., & Loepp, F. L. (2002). Designing and implementing an integrated mathematics, science, and technology curriculum for the middle school. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 41-66.

- Sellami, A., El-Kassem, R. C., Al-Qassass, H. B., & Al-Rakeb, N. A. (2017). A path analysis of student interest in STEM, with specific reference to Qatari students. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(9), 6045-6067.
- Selvi, M., & Yıldırım, B. (2017). STEM öğretme-öğrenme modelleri: 5e öğrenme modeli, proje tabanlı öğrenme ve STEM SOS modeli. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi* içinde (s. 203-236). Ankara: Pegem Akademi.
- Seymour, E. (2002). Tracking the processes of change in US undergraduate education in science, mathematics, engineering, and technology. *Science Education*, 86(1), 79-105.
- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Zulkifeli, M. A. (2017). STEM learning through engineering design: impact on middle secondary students' interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1189-1211.
- Shin, Y. J., & Han, S. K. (2011). A study of the elementary school teachers' perception in STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) education. *Journal of Korean elementary science education*, 30(4), 514-523.
- Siekman, G., & Korbel, P. (2016). Defining" STEM" Skills: Review and Synthesis of the Literature. Support Document 1. *National Centre for Vocational Education Research (NCVER)*.
- Smolentseva, A. (2015). Science, Technology, Engineering and Mathematics: Issues of Educational Policy in Russia. [Çevrimiçi: <https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Russia.pdf>, Erişim tarihi: 18 Ocak 2018].
- Springer, L., Stanne, M. E., & Donovan, S. S. (1999). Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, engineering, and technology: A meta-analysis. *Review of educational research*, 69(1), 21-51.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4.
- Şimşek, H., & Yıldırım, A. (2011). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. *Ankara: Seçkin Yayıncılık*.
- Tam, L. C., Fu, Y., & Du, R. (2007). Virtual library of mechanical watch movements. *Computer-Aided Design and Applications*, 4(1-4), 127-136.
- Tatar, N., & Ceyhan, N. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının yapılandırmacı kurama dayalı öğretim uygulamalarının geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, 17(1).

- Tati, T., Firman, H., & Riandi, R. (2017, September). The effect of STEM learning through the project of designing boat model toward student STEM literacy. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 895, No. 1, p. 012157). IOP Publishing.
- Teddle, C., & Tashakkori, A. (2015). *Karma yöntem araştırmasının temelleri*. (Çev. Dede, Y., Demir, S. B.). Ankara: Anı Yayıncılık. (Orjinal yayın tarihi:2009).
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., & Hellinckx, L. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 2.
- Thomas, T. A. (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades* (Doctoral dissertation). University of Nevada, Reno.
- Thomasian, J. (2011). Building a science, technology, engineering, and math education agenda: an update of state actions. *NGA Center for Best Practices*.
- Tindall, T., & Hamil, B. (2004). Gender disparity in science education: The causes, consequences, and solutions. *Education*, 125(2), 282-296.
- Tiryaki, A. (2014). 6. sınıf kuvvet ve hareket ünitesinde akıllı tahta kullanımının öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). *İstanbul Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi, İstanbul*.
- Tiryaki A., Çakıroğlu Ö. ve Yaman Y. (2019). The effects of the program including differentiated STEM applications based on the parallel curriculum model on the critical thinking skills, creativity and attitudes of gifted and talented students. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 8(4), 1226-1230.
- TUSIAD (2017). PwC tarafından TUSIAD (Turkish Industry and Business Association) işbirliğiyle hazırlanan Rapor: 2023'e Doğru Türkiye'de STEM Gereksinimi. [Çevrimiçi:<https://www.pwc.com.tr/tr/gundem/dijital/2023e-dogru-turkiyede-stem-gereksinimi.html>, Erişim tarihi: 25 Aralık 2017].
- Tomei, A., Dawson, E., & Dillon, J. US Indigenous STEM Report.[Çevrimiçi: <https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20US%20Indigenous.pdf>, Erişim tarihi: 18 Ocak 2018].
- Töman, U., & Çimer, S. O. (2012). Enerji dönüşümü kavramının farklı öğrenim seviyelerinde öğrenilme durumunun araştırılması. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 289-312.

- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-102.
- Tsui, L. (2007). Effective strategies to increase diversity in STEM fields: A review of the research literature. *The Journal of Negro Education*, 555-581.
- Uluyol, Ç., & Eryılmaz, S. (2015). 21. Yüzyıl Becerileri Işığında FATİH Projesi Değerlendirmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2), 209-229.
- Van der Hoeven Kraft, K. J. (2017). Developing student interest: An overview of the research and implications for geoscience education research and teaching practice. *Journal of Geoscience Education*, 65(4), 594-603.
- Vilorio, D. (2014). STEM 101: Intro to tomorrow's jobs. *Occupational Outlook Quarterly*, 58(1), 2-12.
- Wagner, J., Huey, C., Knaub, K., Volk, E., & Jagarwal, A. (2010, June). Modeling and analysis of a weight driven mechanical tower clock. In *Proceedings of the 2010 American Control Conference* (pp. 634-639). IEEE.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 2.
- Weinrib, J., & Jones, G. J. (2015). Canada: Decentralization, Federalism and STEM. *The Age of STEM. Educational Policy and Practice across the World in Science, Technology, Engineering and Mathematics*, 134-50.
- Wicklein, R. C., & Schell, J. W. (1995). Case studies of multidisciplinary approaches to integrating mathematics, science and technology education. *Journal of technology education*, 6(2), 59-76.
- Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1).
- Woodford, C. (2010/2017) Clockwork (windup) mechanisms. [Çevrimiçi: <https://www.explainthatstuff.com/how-clockwork-works.html>, Erişim tarihi: 30 Temmuz 2018].
- Wyss, V. L., Heulskamp, D., & Siebert, C. J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International journal of environmental and science education*, 7(4), 501-522.



- Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2).
- Yıldırım, B. (2016). An Analyses and Meta-Synthesis of Research on STEM Education. *Journal of Education and Practice*, 7(34), 23-33.
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, P. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (stem) entegrasyonuna ilişkin nitel bir çalışma. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (35), 31-55.
- Yılmaz, A., Gülgün, C., & Çağlar, A. (2017). 7. sınıf öğrencilerine “kuvvet ve enerji” ünitesinin STEM uygulamaları ile öğretimi: paraşüt, su jeti, mancınk, akıllı perde ve hidrolik iş makinası (kepçe) yapalım etkinliği. *Journal of Current Researches on Educational Studies*, 7(1), 97-116.
- Yürümezoğlu, K., Ayaz, S. ve Çökelez, A. (2009). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin enerji ve enerji ile ilgili kavramları algılamaları. *NecatibeyEğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 52-7.

