

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**Kavram Karikatürü Destekli Probleme Dayalı Fen, Teknoloji,
Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Etkinliklerinin Beşinci Sınıf
Fen Bilimleri Öğretimi Üzerindeki Etkileri**

Erhan KÜLEKÇİ

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül ERGÜN**



MANİSA-2019

**Erhan
KÜLEKÇİ**

**KAVRAM KARİKA TÜRÜ DESTEKLİ PROBLEME DAYALI FEN, TEKNOLOJİ,
MÜHENDİSLİK VE MATEMATİK (FETEMM) ETKİNLİKLERİNİN BEŞİNCİ SINIF FEN 2019
BİLİMLERİ ÖĞRETİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

TEZ ONAYI

Erhan KÜLEKÇİ tarafından hazırlanan "Kavram Karikatürü Destekli Probleme Dayalı Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Etkinliklerinin Beşinci Sınıf Fen Bilimleri Öğretimi Üzerindeki Etkileri" adlı tez çalışması 21/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak savunulmuş ve oyçokluğu / oybirliği ile başarılı olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül ERGÜN
Manisa Celal Bayar Üniversitesi

Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Bülent Nuri ÖZCAN
Manisa Celal Bayar Üniversitesi

Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Nazmi DURKAN
Pamukkale Üniversitesi

TAAHHÜTNAME

Bu tezin Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Erhan KÜLEKÇİ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	I
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	III
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
TABLO DİZİNİ.....	VI
TEŞEKKÜR.....	VIII
ÖZET.....	IX
ABSTRACT.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	3
1.3. Araştırmanın Alt Problemleri.....	3
1.4. Araştırmanın Önemi.....	4
1.5. Araştırmanın Varsayımları.....	5
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	5
2. KURAMSAL ÇERÇEVE.....	6
2.1. Probleme Dayalı Öğrenme.....	6
2.1.1. Probleme Dayalı Öğrenme ve Sosyal Yapılandırmacılık.....	13
2.1.2. Probleme Dayalı Öğrenmede Senaryoların Hazırlanması ve Özellikleri.....	15
2.1.3. Probleme Dayalı Öğrenmede Öğretmenin Rolü.....	16
2.1.4. Probleme Dayalı Öğrenmede Öğrencinin Rolü.....	19
2.2. Kavram Karikatürleri.....	22
2.3. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Eğitimi.....	23
2.3.1. Bütünleştirici FeTeMM Eğitimi.....	27
2.3.2. Dünya’da FeTeMM Eğitimi.....	29
2.3.2.1. Amerika Birleşik Devletleri’nde FeTeMM Eğitimi.....	29
2.3.2.2. Kore’de FeTeMM Eğitimi.....	31
2.3.2.3. Malezya’da FeTeMM Eğitimi.....	31
2.3.2.4. Avustralya’da FeTeMM Eğitimi.....	32
2.3.2.5. Birleşik Krallık’ta FeTeMM Eğitimi.....	32
2.3.2.6. Avrupa’da FeTeMM Eğitimi.....	33
2.3.2.7. Türkiye’de FeTeMM Eğitimi.....	33
2.3.3. FeTeMM Okuryazarlığı.....	37
2.3.4. Yirmi Birinci Yüzyıl Becerileri ve FeTeMM Eğitimi.....	38
2.4. Mühendislik Tasarım Süreci.....	42
2.4.1. FeTeMM Eğitiminde Mühendislik.....	42
2.4.2. Mühendislik Tasarım Süreç Basamakları.....	43
2.5. FeTeMM Eğitimi ile İlgili Çalışmalar.....	45
2.5.1. FeTeMM Eğitimi İle İlgili Yayımlanan Yurt İçi Çalışmalar.....	45
2.5.2. FeTeMM Eğitimi İle İlgili Yayımlanan Yurt Dışı Çalışmalar.....	48
3. YÖNTEM.....	52
3.1. Araştırma Modeli.....	52
3.2. Çalışma Grubu.....	53
3.2.1 Pilot Uygulama Çalışma Grubu.....	53
3.3. Veri Toplama Araçları.....	54
3.3.1. Akademik Başarı Testi.....	54
3.3.2. Kavramsal Anlama Testi.....	59
3.3.3. Bir Mühendis Çiz Testi.....	63

3.3.4. Teknoloji Nedir? Anketi.....	64
3.3.5. Mühendislik Nedir? Anketi.....	64
3.4. Veri Analizi.....	65
3.5. Uygulama.....	66
4. BULGULAR VE YORUMLAR.....	69
4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	69
4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	70
4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	72
4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	73
4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	75
4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	78
4.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	86
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	90
5.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	90
5.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	91
5.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	92
5.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	93
5.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	93
5.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	95
5.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	95
5.8. Öneriler.....	96
5.8.1. Araştırmacılara Öneriler.....	96
5.8.2. Uygulayıcılara Öneriler.....	96
KAYNAKLAR.....	98
EKLER.....	112
EK 1. Akademik Başarı Testi.....	112
EK 2. Akademik Başarı Testi Belirtke Tablosu.....	116
EK 3. Kavramsal Anlama Testi.....	117
EK 4. Bir Mühendis Çiz Testi (BMÇT).....	122
EK 5. Teknoloji Nedir? Anketi.....	123
EK 6. Mühendis Nedir? Anketi.....	124
EK 7. Ders Planı (Paraşüt Tasarlama)	125
EK 8. Probleme Dayalı Öğrenme Senaryosu (Paraşüt Tasarlama).....	129
EK 9. Ders Planı (Araba Tasarlama).....	131
EK.10. Probleme Dayalı Öğrenme Senaryosu (Araba Tasarlama).....	135
EK 11. Öğrencilerin Geliştirmiş Oldukları Tasarımlara İlişkin Görseller.....	137
EK 12. Öğrencilerin Mühendislik Tasarım Sürecine İlişkin Doldurmuş Oldukları Çalışma Kağıtları.....	140
EK 13. Araştırma İzni.....	142
EK.14. Yüksek Lisans Tezi Orjinallik Raporu.....	143
EK.15. Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Komisyon Raporu.....	144
6. ÖZGEÇMİŞ.....	145

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABT	Akademik Başarı Testi
BMÇT	Bir Mühendis Çiz Testi
FeTeMM	Fen, Teknoloji Mühendislik ve Matematik
FMTTÇ	Fen, Mühendislik, Teknoloji, Toplum ve Çevre
FTTÇ	Fen, Teknoloji, Toplum ve Çevre
ICT	International and Comunication Technology (Uluslararası İletişim Teknolojileri)
KAT	Kavramsal Anlama Testi
KOFAC	Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (Kore Bilim ve Yaratıcılık Gelişimi Vakfı)
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
N	Denek Sayısı
NSF	National Science Foundation (ABD Ulusal Bilim Vakfı)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
p	Anlamlılık Düzeyi
P21	Partnership for 21st Century Skills
PDÖ	Probleme Dayalı Öğrenme
PISA	Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)
rjx	Madde Ayırıcılık İndeksi
S	Standart Sapma
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
STEM	Science, Technology, Engineering, Mathematics (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik)
STEAM	Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Sanat, Matematik)
STK	Sivil Toplum Kuruluşu
t	T- Testi İçin t Değeri
TAP	Test Analysis Program (Test Analiz Programı)
TIMSS	Trends in Internatinal Mathematics and Science Study (Uluslararası Fen ve Matematik Çalışması)

TÜBİTAK Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
YEĞİTEK Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü
% Yüzde



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Mühendislik Tasarım Sürecinin Şema İle Gösterimi.....	44
Şekil 3.1. Mühendislik Dizayn Süreç Basamakları.....	66
Şekil 4.1. Cinsiyete Göre Uygulama Öncesi ve Sonrası Akademik Başarı Değişimi.....	71
Şekil 4.2. Cinsiyete Göre Uygulama Öncesi ve Sonrası Kavramsal Anlama Düzeyindeki Değişim.....	74
Şekil 4.3. Öğrencilerin “Mühendislik Nedir?” Ölçeğine Verdikleri Yanıtların Ön Test Son Test Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	76
Şekil 4.4. Ö7 Kodlu Erkek Öğrencinin Ön Test Son Test Mühendis Çizimleri....	83
Şekil 4.5. Ö5 Kodlu Erkek Öğrencinin Ön Test Son Test Mühendis Çizimleri....	84
Şekil 4.6. Ö13 Kodlu Kız Öğrencinin Ön Test Son Test Mühendis Çizimleri.....	84
Şekil 4.7. Öğrencilerin “Teknoloji Nedir?” Ölçeğine Verdikleri Yanıtların Ön Test Son Test Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	87

TABLO DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Orlich ve Kneeland (1990) Tarafından İfade Edilen PDÖ İşlem Basamakları.....	9
Tablo 2.2. Problemlerin Sınıflandırılması.....	11
Tablo 3.1. Tek Grup Ön Test-Son Test Modelinin Simgesel Görünümü.....	52
Tablo 3.2. Çalışma Grubunun Cinsiyete Göre Dağılımı.....	52
Tablo 3.3. Akademik Başarı Testi ve Kavramsal Anlama Testi Çalışma Grubu.....	53
Tablo 3.4. Akademik Başarı Testine Ait Güvenirlik Analizi Sonuçları.....	54
Tablo 3.5. Geliştirilen Testteki Ayırıcılık İndeksine Göre Madde Dağılımına Ait Yorumlar.....	55
Tablo 3.6. Başarı Testinin Madde Güçlüğü ve Ayırıcılık İndeksi Değerleri.....	56
Tablo 3.7. Çoktan Seçmeli Testte Ayırıcılık İndeksine Göre Madde Dağılımı.....	57
Tablo 3.8. Başarı Testine Ait Kazanımlar ve İlgili Soru Numaraları.....	58
Tablo 3.9. Pilot Uygulamadan Elde Edilen Betimsel İstatistik Sonuçları.....	59
Tablo 3.10. Testin Güvenirlik Analizi Sonucu.....	59
Tablo 3.11. Madde Çıkarıldığında Elde Edilen Cronbach's Alpha Değerleri....	60
Tablo 3.12. Kavram Karikatürlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Cevap Anahtarı.....	60
Tablo 3.13. Kavramsal Anlama Testine Ait Soruların Alınan Puanlara Göre Cevaplanma Oranı.....	61
Tablo 3.14. Kavramsal Anlama Testine Ait Maddelerin Betimsel Analizi.....	62
Tablo 3.15. Kavramsal Anlama Testine Ait Kazanımlar, Kavram Yanılgıları ve İlgili Soru Numaraları.....	62
Tablo 3.16. Tez Çalışmasının Uygulama Takvimi.....	67
Tablo 4.1. Akademik Başarı Testi Ön Test Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	68
Tablo 4.2. Cinsiyete Göre Akademik Başarı Ön Test Puanlarının Mann – Whitney U Testi Analiz Sonuçları.....	69
Tablo 4.3. Cinsiyete Göre Akademik Başarı Son Test Puanlarının Mann – Whitney U Testi Analiz Sonuçları.....	69
Tablo 4.4. Cinsiyete Göre Akademik Başarı Testine Ait Betimsel Analiz Sonuçları.....	70
Tablo 4.5. Kavramsal Anlama Testine Ait Ön Test Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	71
Tablo 4.6. Cinsiyete Göre Kavramsal Anlama Ön Test Puanlarının Mann – Whitney U Testi Analiz Sonuçları.....	72
Tablo 4.7. Cinsiyete Göre Kavramsal Anlama Son Test Puanlarının Mann – Whitney U Testi Analiz Sonuçları.....	73
Tablo 4.8. Cinsiyete Göre Kavramsal Anlama Testine Ait Betimsel Analiz Sonuçları.....	73
Tablo 4.9. Uygulama Öncesi ve Sonrası “Mühendislik Nedir?” Ölçeğinden Elde Edilen Puanların Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Analiz sonuçları.....	74
Tablo 4.10. “Mühendislik Nedir?” Ölçeğindeki Görselleri Ön Test ve Son Testte Seçen Öğrenci Sayıları.....	75
Tablo 4.11. Öğrencilerin, Mühendislerin Dış Görünüşlerine Yönelik Algılarının Ön Test - Son Test Sonuçlarının Betimsel Analizi.....	78
Tablo 4.12. Öğrencilerin Çizdikleri Mühendislerin Yerleşim Yerlerine	

Yönelik Algıların Ön test - Son Test Sonuçlarının Betimsel Analizi.....	79
Tablo 4.13. Öğrencilerin Çizdikleri Mühendislerin Yaptıkları İşlerin Çıkarımlarına Yönelik Algıların Ön test - Son Test Sonuçlarının Betimsel Analizi.....	80
Tablo 4.14. Öğrencilerin Mühendislerin Çalışma Ortamında Bulunan Nesnelere Yönelik Algıların Ön Test - Son Test Sonuçlarının Betimsel Analizi.....	81
Tablo 4.15. Uygulama Öncesi ve Sonrası “Teknoloji Nedir?” Ölçeğinden Elde Edilen Puanların Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi Analiz sonuçları.....	85
Tablo 4.16. “Teknoloji Nedir?” Ölçeğindeki Görselleri Ön Test ve Son Testte Seçen Öğrenci Sayıları.....	86



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ders dönemimde ve tez yazım sürecinde tüm bilgi birikimi ve deneyimiyle bana her zaman destek olan, akademik alanda birçok şeyi öğrenmemi sağlayan çok değerli hocam ve danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül ERGÜN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Tez savunmamda emeği geçen çok değerli jüri üyeleri Sayın Dr. Öğr. Üyesi Bülent Nuri ÖZCAN ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Nazmi DURKAN hocalarıma teşekkür ederim.

Lisans dönemimden itibaren hocam olan ve akademik alanda ilerleyebilmem için beni teşvik eden çok değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DELİL'e, yüksek lisans ders dönemimde bilgi birikimiyle bana çok şey katan çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Fatma ŞAŞMAZ ÖREN'e, veri analizi sürecinde bana yardımcı olan kuzenim Dr. Öğr. Gör. Berhan ÇOBAN ve değerli arkadaşım Buğra VAROL'a, tezimin yazım kuralları denetimi konusunda yardımcı olan değerli öğretmen arkadaşım Mustafa KAMIŞ'a, test ve anketleri uygulamamda bana yardımcı olan okul idaresi ve değerli öğretmen arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu zorlu süreçte daima yanımda olan yardımını esirgemeyen hayattaki en büyük şansım sevgili eşim Feride BARIN KÜLEKÇİ'ye ve çalışmama izin veren canım kızlarım Asya ve Ada'ya yürekten teşekkürler.

Bu günlere gelmemi sağlayan, büyük emekler vererek beni yetiştiren canım annem Hatice KÜLEKÇİ ve sevgili babam Oğuz KÜLEKÇİ'ye sonsuz teşekkürler.

Erhan KÜLEKÇİ
Manisa, 2019

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Kavram Karikatürü Destekli Probleme Dayalı Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Etkinliklerinin Beşinci Sınıf Fen Bilimleri Öğretimi Üzerindeki Etkileri

Erhan KÜLEKÇİ

Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül ERGÜN

21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında etkili olduğu belirtilen FeTeMM eğitimi, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de önem kazanmıştır. Ülkemizin bilimsel araştırma ve teknolojik gelişme kapasitesini, sosyal ve ekonomik kalkınmasını arttırması için öğrencilerin FeTeMM eğitimi uygulamalarını deneyimlemeleri önemlidir. Bu araştırmanın amacı, kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin, ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, kavramsal anlama düzeyleri ile mühendislik ve teknoloji algıları üzerindeki etkisini belirlemektir. Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden tek grup ön test - son test deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, 2017 – 2018 eğitim-öğretim yılının güz döneminde Manisa ilinin Akhisar ilçesindeki bir devlet okulunda öğrenim görmekte olan 17 beşinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Araştırmanın verileri akademik başarı testi, kavramsal anlama testi, mühendislik nedir ve teknoloji nedir ölçekleri ve bir mühendis çiz testi ile toplanmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen akademik başarı testi ve kavramsal anlama testi ile diğer ölçme araçlarının geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmıştır. Araştırmada 5. sınıf “Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme” ünitesi kapsamında geliştirilen FeTeMM etkinlikleri, bilim uygulamaları dersinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar haftada iki ders saati süresinde ve 10 hafta boyunca, toplam 20 ders saati devam etmiştir. Söz konusu etkinliklerde öğrenciler, kavram karikatürleriyle desteklenmiş probleme dayalı öğrenme senaryolarını işbirlikli gruplarda ele almışlardır. Öğrenciler mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanarak, senaryoda yer alan problemlerin çözümüne yönelik tasarımlar yapmıştır. Uygulamalar esnasında araştırmacı tarafından oluşturulan çalışma yaprakları kullanılmıştır. Veri toplama araçları uygulamalardan önce ön test ve uygulamalardan sonra son test olarak uygulanmıştır. Veri analizinde non parametrik testler, frekans ve yüzde ile betimsel analizden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda gerçekleştirilen etkinliklerin, öğrencilerin akademik başarılarını ve kavramsal anlama düzeylerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttırdığı belirlenmiştir. Kız ve erkek öğrencilerin uygulamalar sonrasındaki akademik başarıları ve kavramsal anlama düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ayrıca uygulamalar sonrasında öğrencilerin mühendis ve teknoloji algılarının olumlu yönde geliştiği tespit edilmiştir. Ön mühendis çizimlerinde çoğunlukla tamirci ya da inşaat işçisi

betimleyen öğrencilerin, son çizimlerinde üreten, tasarım yapan mühendislere yer verdikleri belirlenmiştir. Ayrıca ön çizimlerdeki erkek mühendis algısının son çizimlerde azaldığı, kadın mühendis algısının ise arttığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlara dayanarak, FeTeMM eğitiminin uygulanmasında probleme dayalı öğrenmenin etkili bir şekilde kullanımına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: FeTeMM eğitimi, STEM, probleme dayalı öğrenme, akademik başarı, kavramsal anlama, mühendislik ve teknoloji algısı

2019, 146 sayfa



ABSTRACT

Master's Thesis

Effects of Concept Cartoon Assisted Problem based Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Activities on 5th Grade Science Teaching

Erhan KÜLEKÇİ

**Manisa Celal Bayar University
Institute of Natural and Applied Sciences
Mathematics and Science Education Department**

Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. Ayşegül ERGÜN

STEM education, which is considered to have significant effect on providing students with 21st century skills, has gained importance in our country as in all world. Enabling students to experience STEM educational applications holds great importance in improving the scientific research and technological development capacity of our country, in addition to its social and economic development. The aim of this research is to determine the effect of problem based STEM activities aided by concept cartoons on academic success and conceptual comprehension levels of 5th grade secondary school students and their perception of engineering and technology. Single group pretest-posttest experimental design among quantitative research methods was used in the study. The study group consists of 17 fifth grade students receiving education in a state school in Manisa Province Akhisar District as of 2017-2018 academic year. Research data were collected using academic success test, conceptual comprehension test, “what is engineering” and “what is technology” scales and “draw an engineer” test. The validity and reliability studies for the “academic success” and “conceptual comprehension” tests, developed by the researcher, were also performed in the work. The STEM activities for 5th grade “Measuring Force and Friction” unit were performed within the frame of “scientific practices” course. Practical education took 2 weekly course hours for a period of 10 weeks, amounting to a total period of 20 course hours. During the STEM activities, students dealt with concept cartoon aided problem based learning scenarios in peer groups. The students in the study group used the engineering design process steps to design solutions for the problems addressed in the scenario. The work sheets prepared by the researcher were used during the applications. Data collection tools were used as pretest and posttest before and after the practical activities, respectively. Non-parametric tests, frequency and percentage analyses and descriptive analysis were used during data analysis. The results showed that, the performed activities resulted in a statistically significant increase in the academic success and conceptual comprehension levels of the participating students. No statistically significant difference was detected between the female and male students’ academic success and conceptual comprehension levels after the practical activities. Also, the students’ perception of engineers and technology were found to be positively influenced by the performed activities. The students that generally depicted repairmen or construction workers in their preliminary drawings were found to illustrate producing and

designing engineers in their final drawings. Also, the stereotypical perception of male engineer depicted in the preliminary drawings was found to be mitigated and the perception of female engineer increased in the final drawings. Recommendations as to the effective use of problem-based learning during STEM education were proposed in line with the obtained findings.

Keywords: STEM education, problem-based learning, academic success, conceptual comprehension, perception of engineering and technology

2019, 146 pages



1. GİRİŞ

Bu bölümde araştırmaya yönelik problem durumu, araştırmacının amacı, araştırmacının alt problemleri, araştırmacının önemi, araştırmacının varsayımları ve araştırmacının sınırlılıkları sunulmuştur.

1.1. Problem Durumu

Dünyada yaşanan gelişmelere bakıldığında, her alanda birtakım köklü değişimlerin söz konusu olduğu görülmektedir. Özellikle eğitim alanında yaşanan değişimin çok hızlı bir şekilde gerçekleştiği söylenebilir. Bu hıza uyum sağlayamayan toplumların gelişmişlik düzeyi de elbette birçok alanda rekabet için yeterli olamayacaktır. Bu anlamda daha ileri bir refah seviyesine ulaşabilmek için eğitime yön veren kuruluşlara, eğitimcilere ve araştırmacılara çok fazla iş düşmektedir. Günceli yakalamak ve uluslararası rekabette daha güçlü olabilmek adına eğitimde reformlar takip edilmeli ve desteklenmelidir.

Yirmibirinci yüzyılda yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim ve işbirliği gibi beceriler, öğrencilerin geleceğe hazırlanmalarında sahip olmaları gereken beceriler olarak önem kazanmıştır [1]. Yirmibirinci yüzyıl becerileri olarak adlandırılan beceriler üç ana başlıkta toplanmıştır, bu beceriler aşağıda sunulmaktadır:

1.*Yaşam ve Kariyer Becerileri:* Günümüzde çalışma ortamları, düşünme, yaşam ve kariyer becerilerini geliştirmeyi gerektirir.

2.*Öğrenme ve İnovasyon Becerileri:* Yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim ve işbirliğine odaklanmak, öğrencileri geleceğe hazırlamak için çok önemlidir.

3.*Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri:* Yirmibirinci yüzyılda insanlar, birçok bilgiye istedikleri anda erişebildikleri, teknolojik araçların çok hızlı bir şekilde geliştiği, işbirliği becerisinin daha fazla önem kazandığı, teknoloji ve medyayla zenginleşen bir ortamda yaşamaktadırlar. Yirmibirinci yüzyılda daha etkili olabilmek için, bilgi, medya ve teknoloji ile ilgili çeşitli işlevsel ve eleştirel düşünme becerileri sergilemek gerekmektedir [1] .

Yirmibirinci yüzyıl becerilerine sahip olan bireyler yetiştirmenin yegâne koşulu iyi bir eğitimidir. Dünyada eğitim alanında yaşanan gelişmelere bakıldığında STEM eğitimi yaklaşımı göze çarpmaktadır. İngilterede Science, Technology,

Engineering ve Mathematics kelimelerinin baş harflerinden oluşan STEM, öğretim programlarında Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) disiplinlerinin bütünleştirilmesini ifade etmektedir. FeTeMM eğitimi yaklaşımı gittikçe daha fazla ülkenin eğitim programına dâhil olmaktadır. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarının bütünleştirilmesi, öğrenciler için dikkat çekici olabilir, öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirerek edindikleri bilgilerle, gerçek dünya arasında bağlantı kurmalarına yardımcı olabilir [2].

2015 yılı PISA (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı) sonuçları incelendiğinde on beş yaşındaki öğrencilerin ortalama fen ve matematik okuryazarlığı puan sıralamasında Türkiye'nin, OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) ülkelerinin ortalama puanından daha düşük seviyede olduğu görülmektedir. Türkiye toplam 70 ülkenin katıldığı PISA'da, fen okuryazarlığında 52. sırada yer alırken matematik okuryazarlığında ise 49. sırada yer almaktadır [3]. Ülkemizin de bu tür bir değerlendirmede, üst seviyelere çıkabilmesi için nitelikli ve inovasyon becerisine sahip bireyler yetiştirmemiz gerekmektedir. Çünkü ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ile inovasyon kapasiteleri arasında doğru orantılı bir ilişki bulunmaktadır [4]. Thomasian (2011)'a göre İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra ülkelerin gerçekleştirdiği ekonomik büyümenin yarısı, sahip oldukları teknolojik inovasyondan gelmiştir. Türkiye'nin inovasyon kapasitesini arttırabilmesi için yüksek nitelikli FeTeMM işgücüne ihtiyacı vardır [5].

Probleme dayalı öğrenme stratejilerinin öğrencilerin FeTeMM'e yönelik tutumlarını olumlu yönde geliştirebileceği ve gelecekteki kariyer seçeneklerini keşfetmelerinde yardımcı olabileceği belirtilmektedir [6] . Öğrencilerin dikkatini çekebilecek, disiplinler arası FeTeMM uygulamalarını destekleyebilecek ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirebilecek öğretim yöntemlerinden birisi de, probleme dayalı öğrenmedir [7] . Probleme dayalı öğrenme, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmelerine ve bilgi entegrasyonunu sağlamalarına yardımcı olmaktadır [2].

Ülkemizde 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yerini bulan FeTeMM eğitiminin bütün sınıf düzeylerinde hayata geçirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. FeTeMM eğitiminde öğrencilerin, günlük hayat problemlerine disiplinler arası bir yaklaşımla çözüm üretmeleri söz konusu olduğundan, bu

araştırmada FeTeMM eğitimi, probleme dayalı öğrenme yaklaşımı ile birlikte ele alınmıştır. Uygulanan probleme dayalı FeTeMM eğitiminde öğrencilerdeki kavram yanılığlarının tespitini kolaylaştırmak ve kavramsal anlama düzeylerinin belirlenebilmesi için de kavram karikatürleri kullanılmıştır. Araştırmada, kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinlikleriyle öğrencilerin mühendisliği tanınmaları, mühendislik temel becerilerini kazanmaları, teknoloji ile mühendislik kavramlarının fen ve matematikle olan ilişkisini keşfetmeleri amaçlanmıştır.

1.2.Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin, ortaokul beşinci sınıf ğrencilerinin akademik başarıları, kavramsal anlama düzeyleri ile mühendislik ve teknoloji algıları üzerindeki etkisini belirlemektir. Bu doğrultuda araştırmanın problem cümlesi ‘‘Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin, ortaokul beşinci sınıf ğrencilerinin akademik başarıları, kavramsal anlama düzeyleri ile mühendislik ve teknoloji algıları üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?’’ olarak belirlenmiştir. Araştırmanın alt problemleri ise aşağıda sunulmuştur:

1.3.Araştırmanın Alt Problemleri

- 1) Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarıları üzerinde etkisi var mıdır?
- 2) Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinlikleri kız ve erkek öğrencilerin akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık oluştırmakta mıdır?
- 3) Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri üzerinde etkisi var mıdır?
- 4) Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinlikleri kız ve erkek öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık oluştırmakta mıdır?
- 5) Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin mühendis algıları üzerinde etkisi var mıdır?
- 6) Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin mühendis imajları üzerinde etkisi var mıdır?

7) Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin teknoloji algıları üzerinde etkisi var mıdır?

1.4. Araştırmanın Önemi:

21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler sayesinde ekonomik alanda Türkiye'nin daha güçlü olacağı açıktır. 2015 PISA verileri eğitim sistemimizin, 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirmek için henüz yeterli olmadığını göstermektedir. Eğitim sistemimizdeki reformlarla Türkiye'yi fen ve matematik okuryazarlığında, inovasyonda ve ekonomik kalkınmada üst sıralara taşımak mümkün olabilecektir.

Milli Eğitim Bakanlığı (2017) öğretim programı incelendiğinde şu açıklamalar dikkat çekmektedir: “FeTeMM’e yönelik uygulamalar, öğrencilerin mühendislik ve bilim arasındaki bağlantıyı kurmalarına, disiplinlerarası etkileşimi anlamalarına ve öğrendiklerini yaşantısal hale getirerek dünya görüşlerinin gelişmesine yardımcı olmaktadır. Ülkemizin bilimsel araştırma ve teknolojik gelişme kapasitesini, sosyal ve ekonomik kalkınmasını ve rekabet gücünü artırması için öğrencilerin fen ve mühendislik uygulamalarını deneyimlemeleri önem arz etmektedir”. Bu düşünceden yola çıkılarak 2017 yılı içerisinde Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda bir güncelleme yapılmış ve FeTeMM eğitiminin mühendislik bileşenine yönelik taslak bir öğretim programı hazırlanmıştır. Taslak Programın bilgi öğrenme alanına, 4. sınıftan 8. sınıfa kadar 4. sınıfta 9 saat, diğer sınıflarda 12 saat olmak üzere, “Fen ve Mühendislik Uygulamaları” ünitesi son ünite olarak eklenmiştir. Programın beceri öğrenme alanına, “Mühendislik ve Tasarım Becerileri” eklenmiştir. Programın FTTÇ (Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre) öğrenme alanına ise Mühendislik eklenerek FMTTÇ (Fen-Mühendislik-Teknoloji-Toplum-Çevre) olarak güncellenmiştir. Fen ve Mühendislik Uygulamaları ile fen bilimleri, matematik, teknoloji ve mühendisliğin bütünleştirilmesinin sağlanarak, öğrencilerin problemlere disiplinlerarası bakış açısıyla bakabilmeleri amaçlanmaktadır [8].

MEB 2018 yılında yayınladığı programda, taslak programdaki “Fen ve Mühendislik Uygulamaları” ünitesini kaldırarak yerine “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” nı getirmiştir. Bu uygulamalar kapsamında öğrencilerden ünitelerde ele alınan konulara ilişkin günlük hayattan bir ihtiyaç veya problemi tanımlamaları beklenmektedir. Problemin günlük hayatta karşılaşılan araç, nesne

veya sistemleri geliştirmeye yönelik olması ve malzeme, zaman, maliyet kriterleri kapsamında ele alınması gerekmektedir. Problemin çözümünde, öğrencilerin alternatif çözüm yollarını karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçmeleri söz konusudur. Öğrencilerden seçilen çözüme yönelik planlama yaparak sonraki aşamada ürünü ortaya koymaları ve sunmaları beklenir. Ürünün tasarım ve üretim sürecinin okul ortamında gerçekleştirilmesi, öğrencilerin yıl içerisinde ortaya çıkardıkları ürünleri yılsonu bilim şenliğinde etkili bir şekilde sunmaları beklenmektedir [9].

Bu araştırmada beşinci sınıf öğrencilerinin, Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları kapsamında, günlük hayattan problem durumlarını mühendislik tasarım sürecinde ele almaları sağlanacaktır. Öğrencilere problem durumları, kavram karikatürleri ile desteklenmiş probleme dayalı öğrenme senaryoları ile sunulacaktır. Alan yazında ortaokul beşinci sınıf seviyesinde, probleme dayalı FeTeMM eğitime yönelik az sayıda araştırmaya rastlanması nedeni ile bu çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur. Bu bağlamda araştırmanın alan yazına, fen eğitimcilerine ve akademisyenlere katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

1. Katılımcıların ölçme araçlarını samimi ve içten bir şekilde yanıtladıkları varsayılmıştır.
2. Seçilen örneklemin, evreni temsil edebileceği varsayılmıştır.
3. Her katılımcının değişkenlerden eşit şekilde etkilendiği varsayılmıştır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Çalışma 2017 - 2018 eğitim öğretim yılında gerçekleştirilmiştir.
2. Katılımcı sayısı 17 ile sınırlıdır.
3. Çalışma kapsamındaki uygulamalar, bilim uygulamaları dersinde haftada 2 ders saati süresince, toplam olarak 10 hafta sürmüştür.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde, probleme dayalı öğrenme, sosyal yapılandırıcılık, probleme dayalı öğrenme senaryolarının özellikleri, kavram karikatürleri, FeTeMM eğitimi, mühendislik tasarım süreci ve konuyla ilgili yurt içinde ve yurt dışında yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Probleme Dayalı Öğrenme

Öğrenme ömür boyu süren bir yolculuktur ve çoğu yolculukta varış noktasına ulaşmanın güvenilir bir ulaşım aracı ile olması önemlidir. Indhira Ghandi tüm insani ilerlemelerin temelini sorgulama gücüne dayandığını ifade etmiştir. Konfüçyüs'ten Sokrates'e, Platon'dan John Dewey'e, Jerome Bruner'den, Seymour Papert'e ve diğer tüm düşünürler, eğitim teorisyenleri, düşünce liderleri, öğrenmenin merkezinde sorgulama becerisi olduğunu ifade etmişlerdir [10].

Bilim ve teknolojideki gelişmeler genellikle problemlerin bir sonucudur. Öğrenme sıklıkla bir problemle karşılaştıktan sonra bu problemi çözebilmek için üst düzey düşünme becerilerini kullanmayla başlamaktadır. Bilim tarihine baktığımız zaman “zorunluluk” genel anlamda keşfetmenin sebebi olmuştur [11]. Benzer şekilde, eğitim öğretim ortamlarında da öğrencilerin günlük hayattan problemlerle karşılaşmaları ve problemleri çözmek için çaba sarf etmeleri oldukça önemlidir. Aşağıdaki hikaye bu durumu özetlemektedir.

Kozadan Kelebeğe

“Bir genç, babasıyla kırlarda dolaşırken kozasından çıkmaya çabalayan bir kelebek görür. Kelebek, kozanın lifleri arasından sıyrılmaya çabalamaktadır. Baba, hemen kelebeğin yardımına koşar ve dikkatli bir şekilde kozanın liflerini sıyırtır. Lifleri açar ve kelebeğin pek zorlanmadan kozadan çıkmasını sağlar. Ancak kelebek kozadan kolaylıkla çıkmasına rağmen uçamaz. Biraz çırpınır ve yerinde kalır. Çünkü kelebek kendini liflerden kurtarma çabası sırasında aslında kaslarını geliştirmekte, kendini ayakta tutacak, güçlü kılacak, uçmaya hazırlayacak hareketleri öğrenmektedir. Baba, lifleri sıyırmakla kelebeğe iyilik yapmamıştır. Kelebeğin güçlenmesine engel olmuştur. Kelebek hiçbir zaman özgürlüğü tadamamış, gerçekten uçamamıştır.”

Bu hikâye eğitim açısından incelenirse öğrencilerin öğrenmede sorumluluk almaları ve öğretmenlerin de öğrencilerin kendi başlarına öğrenebileceği ortamlar yaratması gerektiği sonucu çıkarılabilir. Bunu “Bana söylediğini, unuturum. Bana gösterdiğini, hatırlarım. Bana yaptırdığını anlarım.” Çin atasözüyle de özetleyebiliriz [12].

1950’li yıllarda ABD’de Medical School’da uygulanmaya başlanan probleme dayalı öğrenme, temelini John Dewey’in *yaparak yaşayarak* öğrenme yaklaşımından almıştır [13]. Probleme dayalı öğrenme (PDÖ), ilk olarak tıp eğitiminde karmaşık yapı sergileyen hasta hikâyelerinin teşhisini doğru koyabilmek ve tedavisini planlayabilmek için kullanılmaya başlanmıştır. Öğrenciler deneyimlerini gruplar halinde birlikte çalıştıkları uygulamalarla gerçekleştirmiştir [14]. Hung ve meslektaşları (2008)’na göre, probleme dayalı öğrenme eğitim tarihindeki en yenilikçi öğretim yöntemlerinden biri olup öğrencilerin öğrenme süreçlerini gerçek hayat problemleri içerisinde oluşturmalarını sağlamaktadır. PDÖ, tıp eğitiminin çeşitli alanlarında başarıyla uygulandıktan sonra, on iki yıllık eğitimde ve yükseköğretimde de uygulanmaktadır [15].

Probleme dayalı öğrenme ülkemizde ilk olarak 1997 – 1998 yılları arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi’nde uygulanmaya başlanmıştır. Hacettepe Üniversitesi ve Pamukkale Üniversitesi’nde de benzer çalışmalar yapılmıştır. Bunların dışında hukuk ve mühendislik fakültelerinin bazı bölümlerinde de uygulanmıştır. İlköğretim ve ortaöğretim kurumlarında PDÖ çalışmaları ile ilgili ülkemizde 2000 yılından bu yana PDÖ stratejisi hakkında araştırma ve tezler yazılmıştır [16].

Günümüzde bireylerin, derinlemesine öğrenmeleri ve yaratıcılıklarının geliştirilebilmesi için bir araç olarak problemlerin kullanılması gerekmektedir. Probleme dayalı öğrenme, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerisini geliştiren önemli bir öğretim yöntemidir [11]. Probleme dayalı öğrenme yöntemi öğrenci merkezlidir ve öğrenci kendi öğrenmesinden sorumludur. Öğretmenin süreci kolaylaştırıcı ve yönlendirici rolü vardır. Öğrenciler işbirliği halinde gruplarla çalışmaktadırlar. Genelde performans dayalı ölçme değerlendirme yapılmaktadır [17].

Probleme dayalı öğrenme yönteminde öğrenci karmaşık bir durum veya olay ile karşı karşıya bırakılır. Temel faktör öğrencilerin bu problemi benimsemeleri ve ondan sorumlu olmalarıdır. Eğer sorumluluk ve sahiplenme varsa öğrenci çözüm için tüm yolları dener. Öğretmen ise problemi gerçek hayattan seçmelidir [16].

Yaman ve Yalçın (2005) çalışmalarında probleme dayalı öğrenmenin, öğrencilere öğrenmeyi öğrenme becerisi kazandırmayı ve öğrencilerin öğrenme kapasitesini arttırmayı amaçlayan bir eğitim yaklaşımı olduğunu belirtmiştir. Probleme dayalı öğrenme yöntemi, bireylerin, hem günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri sorunlara çözüm bulabilme becerilerini, hem de 21. yüzyıl becerilerini edinebilmelerini sağlamaktadır [18]. Bu yöntem, öğrenciyi pasif bilgi alıcısından, aktif ve kendi kendine öğrenen, problem çözme becerisine sahip bir bireye dönüştürür [19]. Ayrıca öğrenciler probleme dayalı öğrenme sürecinde birbirleriyle fikir alışverişi yaparak, projelerini sunarak, birbirlerinin düşüncelerine saygı duyarak, iletişim becerilerini de geliştirmiş olurlar. Probleme dayalı öğrenme yöntemi, aktif bir öğrenme ortamında öğrenenlerin, günlük hayattan problemlere ilişkin çözüm önerileri getirmeleri sürecinde ulaştıkları yeni bilgileri, ön bilgileriyle ilişkilendirerek yapılandırdıkları bir öğrenme yöntemidir [20]. Yalçınığit (2016)' e göre probleme dayalı öğrenme yaklaşımı öğrencilerin bilgiyi anlamlandırmalarına, problem çözme becerilerinin etkili bir şekilde geliştirmelerine hayat boyu öğrenme yeteneği kazanmalarına, işbirliği halinde çalışma becerilerinin gelişmesine ve üretken bireyler olmalarına yardımcı olmaktadır [17]. PDÖ yaklaşımı, problem çözme, yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesini hedefleyen, öğretmenin rehber olduğu, öğrenci merkezli ve yenilikçi bir öğretim stratejisi olarak ele alınmaktadır [21].

Probleme dayalı öğrenmede özellikle 3 temel unsur göze çarpmaktadır. Bu unsurlar aşağıdaki gibi açıklanmıştır:

- Problem öğrenenlerin sorumluluk alabilmelerini sağlar.
- Programı, verilen bütüncül bir problem etrafında organize eder.
- Öğretmenlerin, öğrencilere rehberlik edebildiği öğrenme ortamları sağlar ve öğrencilerin bilgiyi derinlemesine öğrenebilmesine yardım eder [22].

Tatar (2007)'a göre probleme dayalı öğrenmenin birçok avantajı bulunmaktadır [23]. Bu avantajlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Yapılandırmacı yaklaşımla birlikte öğrencinin kendi kendine öğrendiği, aktif olduğu bir öğrenme yöntemi olarak kullanılabilir. Öğretmenin rehberliğinde, öğrenci bir bilim insanı gibi yaklaşarak problemin çözümü için gerekli olan araştırmayı yapabilir.
- Öğrenciler küçük gruplar halinde çalışabilme imkânı buldukları için, grupla işbirliği yapabilme becerisi kazanabilirler.
- Öğrenciler, bir problem durumu üzerinde düşünüp, tartışıp, araştırma yaptıkları için problem çözme becerileri de gelişmektedir.
- Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelendiğinde, programın vizyonu “fen okuryazarı bireyler yetiştirmek” olarak belirlenmiştir. Öğretmenlerin öğrencilerine fen okuryazarlığını öğretmelerinde probleme dayalı öğrenme katkı sağlamaktadır
- Öğrenciler, bilimsel süreç basamaklarını kullanacakları için, bilimsel işlem becerilerini kazanmaktadır.
- Öğrenciler, kendi öğrenme faaliyetlerini kendileri yönetip planlayarak kendi kendilerine öğrenmektedirler.
- Probleme dayalı öğrenme öğrencilere; eleştirel düşünme, işbirliği yapma, yüksek motivasyon, iletişim becerileri ve üst düzey düşünme becerilerini kazandırmaktadır.

PDÖ sürecinde işlem basamaklarını Kaptan ve Korkmaz (2001) çalışmalarında şu şekilde açıklamışlardır [13]:

- *Problemin farkına varılması ve problemin tanımlanması*
- *Problemin tam ve doğru olarak açıklanması*
- *Problemi çözmek için gerekli bilginin tanımlanması*
- *Bilgi toplamak için gerekli kaynakların belirlenmesi*
- *Olası çözümlerin oluşturulması*
- *Çözümlerin analiz edilmesi*
- *Çözümün sözlü ya da yazılı rapor halinde sunulması.*

Kılınç (2007)'in aktardığına göre Orlich ve Kneeland tarafından ortaya atılan PDÖ işlem basamaklarının bir sentezi aşağıda Tablo 2.1'de verilmiştir [16].

Tablo 2.1. Orlich ve Kneeland (1990) Tarafından İfade Edilen PDÖ İşlem Basamakları

	Orlich	Kneeland
1	<i>Problem olarak adlandırılabilir bir durumla karşılaşma</i>	<i>Problemin anlaşılması</i>
2	<i>Problemin tüm koşullarının tanınması</i>	<i>Gerekli bilgilerin toplanması</i>
3	<i>Koşullara bütüncül olarak bakma</i>	<i>Problemin köküne inme</i>
4	<i>Problemin sınırlarının çizilmesi</i>	<i>Çözüm yollarını ortaya koyma</i>
5	<i>Problemi analiz için alt bölümlere ayırma</i>	<i>En iyi çözüm yolunun tespit edilmesi</i>
6	<i>Problem ile ilgili tüm bilginin toplanması</i>	<i>Problemi çözme</i>
7	<i>Toplanan bilgilerden hataları veya ön yargıları ayıklama</i>	
8	<i>Elde edilen bilgileri anlamlı bir bütün haline getirme</i>	
9	<i>Problemin çözümü ve genelleme</i>	
10	<i>Rapor haline getirme</i>	

İnel (2012) çalışmasında probleme dayalı öğrenmede öğrencilerin senaryolarda yer alan problemi belirlediğini, problemle alakalı bilgilerini ortaya çıkardıklarını, problemin öğrenme alanlarını belirlediklerini ve tüm bu bilgilere araştırma yaparak ulaştıklarını ifade etmiştir [20].

Probleme dayalı öğrenmenin başlıca önemli özellikleri: öğrenci merkezli olması, öğrenenin öz denetimini arttırması, farklı bakış açısı kazandırması, problem çözme becerilerini geliştirmesi, sosyal iletişimi arttırabilmesi, üst düzey düşünme becerilerini geliştirmesi, yaşam boyu öğrenmeyi sağlamasıdır [12].

PDÖ'nün temelinde öğrencilerin bilim insanı gibi çalışarak öğrenmeleri felsefesi bulunmaktadır. Bu hedef doğrultusunda öğrencinin tıpkı bir bilim insanı gibi problem çözmek için uğraşması gerekmektedir. Geleneksel yaklaşımdaki gibi bilgi doğrudan öğrenciye aktarılmaz. Tam tersi kavramlarla ilgili problemler oluşturulur ve öğrencilerin bu problemleri çözmeleri istenir. Problem durumları eğitimci tarafından oluşturulmalıdır [11].

Peterson ve Treagust (2000) çalışmalarında probleme dayalı öğrenmeyi gerçek problemlere çözüm aranan bir öğrenme şekli olarak tanımlamışlardır. Bununla birlikte derslerin yerini birebir çalışmalar ve laboratuvar çalışmalarının aldığını ifade etmişlerdir. Bu yöntemin esas özelliği öğrencilerin problemle ilk kez karşılaşmalarıdır. Problemin çözümünde öğrencilerin deneyimleri ve ön bilgileri önemlidir. Ayrıca çözüm yönteminin öğrenilmesi çözümlerinden daha çok önem taşımaktadır [22].

Kılınç (2007)'in aktardığına göre kaliteli bir problemin sahip olması gereken özellikler aşağıdaki gibidir [16]:

- Problemler öğrencilerin ilgisini hemen çekmeli ve tüm öğrencileri harekete geçirmelidir.
- Problem, gerçek dünya ile mukakkak ilişkili olmalıdır.
- Kaliteli bir problem akıl yürütmeyi temel alır.
- Öğrenciler her aşamada kararını belirtebilmelidir.
- Grupla çalışmalar için işbirliğine uygun problemler olmalıdır.
- Özellik olarak alt problemlere ayrılabilir olmalıdır.
- Problem açık uçlu olmalı fakat yalnız bir cevabı olmamalıdır.
- Öğrencinin ön bilgileriyle bağlantılı ve bu bilgileri destekler nitelikte olmalıdır.
- Farklı bakış açılarını ortaya çıkarmaya yardımcı olmalıdır.
- Sonraki konuların daha derinlemesine öğrenilebilmesi adına bir köprü görevi görmelidir [16].

Problemler, iyi yapılandırılmış, az yapılandırılmış ve yapılandırılmamış problemler olarak sınıflandırılmaktadır. Bu problemlere ilişkin özellikler Tablo 2.2' de verilmiştir [12].

Tablo 2.2. Problemlerin Sınıflandırılması

İyi Yapılandırılmış Problem	Az Yapılandırılmış Problem	Yapılandırılmamış Problem
Probleme ilgili tüm bilgiler verilir.	Probleme ilgili bazı bilgiler verilir.	Problem ile ilgili bilgiler verilmez.
Öğretmen tarafından belirlenen, izlenecek olan kurallar ve işlemler ile ölçülür.	Kuralları öğretmen ve öğrenciler belirler.	Kurallar, problemi çözecek olan kişi tarafından bulunmalıdır.
Tek bir doğru sonucu vardır.		Genellikle çözüm için birden fazla yol sunar, farklı sonuçları vardır.

PDÖ uygulanırken öğrencilere yazılı senaryolar, anekdotlar, video, teyp gibi araçlar yardımıyla gerçek yaşam problemleri verilir. Öğrenciler grup halinde ve sekiz kişiden az olmalıdır. Öğrenciler bu problem durumuyla ilgili geçmiş yaşantılarını ve bilgilerini paylaşırlar. Öğretmen bu süreçte rehberlik yaparak öğrenciyi yönlendirir aynı zamanda öğrenciye gerekli materyalleri sağlar ve öğrenme ortamını düzenler. Öğrenciler, aralarında beyin fırtınası yaparak konuyu derinlemesine işler. Tüm bu süreç sonunda hipotezlerini desteklerler veya reddederler [13].

Kaptan ve Korkmaz (2001)'a göre probleme dayalı öğrenme yönteminin avantajları ve dezavantajları aşağıdaki gibi ifade edilmiştir [13]:

Probleme dayalı öğrenme yönteminin avantajları:

- Dersler öğrenci merkezlidir.
- Probleme dayalı öğrenme sayesinde öğrencilerde öz denetim gelişir.
- Öğrenciler olaylara çok yönlü ve derinlemesine bakabilirler.
- Öğrencilerin problem çözme yeteneklerini geliştirir.
- Öğrenciler etkin bir şekilde problem çözdükleri için yeni kavramları da öğrenirler.
- Öğrencilerin sosyal olarak gelişimini sağlar. Grup çalışmaları sayesinde iletişim becerileri de gelişir.
- Öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri gelişir.
- Yaşam boyu öğrenmeyi sağlar.

Probleme dayalı öğrenme yönteminin dezavantajları:

- Öğretmenler için öğretim tarzlarını değiştirmek zor olabilir.
- Öğretmenlerin iş yükü PDÖ yönteminin uygulandığı sınıflarda artabilir.
- Problemin çözümü tahmin edilenden daha fazla zaman alabilir.

Hmelo Silver (2004)'a göre PDÖ' de, öğrenci tek doğru cevabı olmayan karmaşık bir problem üzerine odaklanmaktadır. Öğrenciler, bir sorunu çözmek ve neyi öğrenmeleri gerektiğini belirlemek için işbirlikli gruplar halinde çalışmaktadırlar. Kendi kendilerine öğrenirler ve daha sonra bu yeni bilgileri problem durumuna uygularlar. Öğretmen, bilgi sunmak yerine öğrenme sürecini kolaylaştırmak için rehberdir. PDÖ' nün öğrenciler için hedefleri şunlardır:

- 1) Esnek anlayışa sahip olma,
- 2) Etkili problem çözme becerileri kazanma
- 3) Etkili işbirliği becerileri
- 4) İçsel motivasyon geliştirmelerine yardımcı olma [24].

2.1.1. Probleme Dayalı Öğrenme ve Sosyal Yapılandırıcılık

Hepimiz yaşadığımız toplumun bir parçasıyız ve kişilerle sürekli iletişim halindeyiz. Gerek değer yargılarımızı gerekse düşüncelerimizi yaşadığımız toplumdan soyutlayamayız. Tercihlerimizi bile çoğu zaman yaşadığımız toplumun kurallarından etkilenecek yaparız. İnsan sosyal bir varlık olduğundan eğitimde de öğrencinin daha sosyal bir ortamda sürekli etkileşim halinde olabileceği ortamlar yaratılmalıdır. Bu doğrultuda yapılandırıcılık yaklaşımı göze çarpmaktadır.

Yapılandırıcı yaklaşımın temeli Giambatista Vico'nun (1688-1744) "İnsan beyni ancak kendi yarattığını bilebilir" sloganıyla atılmıştır [25]. Yapılandırıcılık kuramının özünde bilgi birey tarafından yapılandırılmakta ve bu süreçte doğal olarak ön bilgilerin de önemi ortaya çıkmaktadır; çünkü yeni oluşturulacak olan bilgi ön bilgilerin üzerine inşa edilmektedir. Süreçte öğrenci pasif değil, aktif katılım sağlamaktadır. Aynı zamanda öğrenci bilgiyi sürekli depolayan biri değil, bilgiyi işleyen, oluşturan biri olarak görülmektedir. Yapılandırıcı öğrenme yaklaşımı, bireyin bilgi edinirken boş bir zihinle yola çıkmadığını, yeni öğrendiği konu veya kavramlarla ilgili zihin yapılarını harekete geçirdiği, ön bilgileriyle eklemlenebilen

hususları özellikle seçip öğrenmeye yatkın olduğunu ve öğrendiği yeni kavramları bireyin kendi zihninde yeniden yapılandırdığını ifade eder [26].

Bir bireyin dünyayla ilgili bilgileri, kişisel deneyimlerine bağlıdır ve başkalarıyla karşılıklı etkileşim (dil) sayesinde şekillendirilir [27]. Bu açıdan bakıldığında sosyal yapılandırmacılık kuramı, Vygotsky'nin (1929, 1930) geliştirdiği, tüm bilginin toplumsal olarak oluşturulduğu düşüncesi ile ilgilidir ve öğrenciler, işbirlikli bir öğrenme ortamında etkileşimli bir iletişim sırasında düşüncelerini daha iyi geliştirmektedir [28]. Bunun yanında Vygotsky öğrenme sürecinde yakınsal gelişim alanından (Zone of proximal development) bahseder buna göre: bireyin bağımsız olarak elde edebileceği gelişim düzeyi ile bir yetişkinle veya akranıyla iş birliği içinde elde edebileceği gelişim düzeyi arasında fark bulunmakta ve bu farka yakınsal gelişim alanı denmektedir [29]. Buna göre bireyin kendi başına yapabileceğinden fazlasını elde edebilmesi için akranından, öğretmeninden vb. destek alması gerekmektedir. Dolayısıyla bu noktada işbirliği önem kazanmaktadır. Öğrenci grup halinde ne kadar işbirliği yaparak çalışırsa o kadar öğrenme becerisini arttırabilecektir.

Sosyal yapılandırmacılık kuramı, probleme dayalı öğrenme ile yakından ilişkilidir. Probleme dayalı öğrenmede öğrenciler grup halinde çalışıp, sürekli etkileşim halinde problem çözme becerisi kazanmaktadır. Probleme dayalı öğrenmede öğretmen rehberliği ve grup çalışması önemli olduğundan öğrenci kendi başına gösterebileceği başarıdan fazlasını yakınsal gelişim alanı sayesinde gösterebilecektir. PDÖ, öğrenme sürecinin öğrenciler tarafından yönlendirildiği ve yapılandırmacı öğrenme teorisine dayanan yenilikçi bir öğrenme yaklaşımıdır [21].

PDÖ, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının en önemli uygulamalarından biridir. Bunun yanında PDÖ öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmek ve konu ile ilgili temel kazanımları edinmek için bir bağlam olarak problemin kullanılması ile karakterize bir öğretme/öğrenme yaklaşımı olarak ele alınabilir [30]. PDÖ bilgiyi yapılandırmayı destekleyen, aktif öğrenmeyi geliştiren ve gerçek yaşamla okul hayatını doğal olarak birleştiren gerçek deneyimler sağlar [22]. Norman ve Schmidt (2000), probleme dayalı öğrenmenin yapılandırmacı yaklaşıma dayandığını ifade ederek; bilginin kazanılması, problemlerin çözülebilmesi için genel

ilkelerin öğrenilmesi ve bu bilgilerin gelecekte problemin çözümünde kullanılabilmesini sağlayacağını belirtmiştir [31].

2.1.2. Probleme Dayalı Öğrenmede Senaryoların Hazırlanması ve Özellikleri

Probleme dayalı öğrenme yaklaşımında senaryonun iyi olabilmesi programla belirlenmiş öğrenme hedeflerine uygun kapsamda olmasıyla ilgilidir. Bir duruma ait sorunlar psikolojik, biyolojik ve sosyal anlamda dengeli bir şekilde senaryoda yer almalıdır. Senaryo öğrencide merak uyandırmalıdır. Senaryo öğrencide sanki gerçek bir durumla karşı karşıya kalmış hissi uyandırmalıdır. Bu sebeple mekan, zaman ve olaylar hakkında bilgiler net bir şekilde verilmelidir. Senaryo, öğrencinin ön bilgilerini kullanabilmesine olanak sağlayacak şekilde hazırlanmalıdır. Anlaşılır bir dille yazılarak bilginin pekiştirilmesi sağlanmalıdır. Senaryolar görsel materyallerle desteklenmelidir. Bu kurallar çerçevesinde üç temel faktör göze çarpmaktadır, bunlar [32]:

- Senaryonun hangi öğrenme hedeflerine (kazanımlara) ulaştırmayı amaçladığı,
- Hangi seviyedeki öğrenci için yazılacağı
- Senaryonun hangi sürede tartışılacağıdır [32].

Probleme dayalı öğrenmede senaryolarda olması gereken özellikler:

- Problem güvenilir ve öğrencinin günlük yaşamda karşılaşabileceği türden olmalı,
- Problem, çok zor ya da çok kolay çözülebilecek durumda olmamalı,
- Problem, öğrencinin bilişsel düzeyine uygun yazılmalı,
- Problem, eğitim sürecinde çözülebilecek nitelikte olmalı,
- Problem, öğrencinin hipotez üretmesine olanak sağlamalıdır [33].

Probleme dayalı öğrenme senaryoları şu özelliklere sahip olmalıdır:

- Araştırmayı, bilgi toplamayı ve yansıtma becerisini gerektiren,
- Değişebilen ve deneysel olan,
- Basit, açık uçlu ve doğru çözümü olmayan,
- Üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesini sağlayan,
- Günlük yaşamla ilişkili ve yapılandırılmamış olmalıdır [34].

Ayrıca, senaryolar hazırlanırken, bilimsel makaleler, gazete haberleri, fotoğraflar, simülasyonlar gibi yaşamın içinden konular senaryolarda kullanılabilir. Senaryolar ezbere yönelik problemlerden oluşmamalıdır. Çok sayıda soru sorulmamalı, öğrencilerin analiz ve sentez yeteneklerini geliştirebilecek nitelikte olmalıdır [34].

Çelik (2013)'e göre senaryoların kullanım amacı, süresi ve öğrenme konusu dikkate alınarak çeşitli şekillerde yazılabilir. Örneğin yazılı senaryolar bölümler halinde hazırlanırlar. Görsel senaryolar ise bir video, fotoğraf, bir röntgen filmi, slaytlar veya sinema filmi olabilir. Bu tip senaryolar genellikle davranış, tutum ve iletişimle ilgili eğitimlerde kullanılırlar [35].

Çelik (2013)'in aktardığına göre etkili bir probleme dayalı öğrenme senaryosunun özellikleri aşağıdaki gibi olmalıdır [35]:

- Senaryolar gerçek yaşamla ilgili olmalı, öğrencilerin ilgisini çekmeli ve öğrencileri öğrenmeye motive etmelidir.
- Probleme dayalı öğrenme gruplarındaki her bir öğrenci senaryoyu benimsemelidir. Öğrencilerin probleme ilgili akıl yürütmelerine imkan sağlamalıdır.
- Öğrencilerin kendi aralarında etkili işbirliği yapabilmelerini sağlamalıdır.

Senaryoların öğrenme hedefleri kapsamında yazılması, öğrencilerin düzeyine uygun olması ve ne kadar sürede tamamlanacağını planlanması oldukça önemlidir. Bunun yanında senaryoların muhakkak bir kapak bölümü bulunmalıdır. Kapakta yer alacak olan başlığın öğrenme hedefini çağrıştıracak şekilde yazılmasına, probleme yönelik ipuçları içermesine, öğrenciyi motive etmesine ve görsel materyal ile desteklenmesine dikkat edilmelidir [35].

2.1.3. Probleme Dayalı Öğrenmede Öğretmenin Rolü

Probleme dayalı öğrenmede eğitim yönlendiricisi (öğretmen), aktif bir şekilde öğrencilerin anlamasını kolaylaştırmalı, öğrenenlerin öğrenme ihtiyacını tanımlamalı, yönlendiriciliği öğrenmeli, öğrenenleri süreçte cesaretlendirebilmeli, sorgulayıcı düşüncelerini sağlamalı, araştırma yoluyla öğrencilerin düşünme ve anlamalarını kolaylaştırmalıdır [36].

Kaptan ve Korkmaz (2001) çalışmalarında probleme dayalı öğrenmede öğretmenin bilgiyi aktaran değil öğrenciyle birlikte öğrenen, öğrencileri öğrenmeleri için güdüleyen ve cesaretlendiren bir role sahip olması gerektiğini söylemektedir. Bunun yanında öğretmenin bu süreçte gerçekleştirmesi gereken işlem basamaklarını aşağıdaki şekilde açıklamaktadır [13]:

- 1) Problem Durumunu Sunma: Öğrenenlere yapılandırılmamış bir problem durumu veya problemle ilgili bir senaryo sunulur.
- 2) Listeleme: Öğrencilerin seçilen problem durumuyla ilgili neler bildikleri listelenir.
- 3) Problem Durumunu Geliştirme: Problem analiz edilir. Değiştirilmesi veya geliştirilmesi gereken unsurlar varsa bu aşamada yapılır.
- 4) İhtiyaçları Listeleme: Öğrenenlerin bilgiyi toplaması için ihtiyaç duyduğu unsurlar bu aşamada listelenir.
- 5) Eylemleri, önerileri, hipotezleri listeleme: “Ne yapmamız gerekiyor?” başlığı altında hipotezleri test etmek için gerekli eylemler ve çözümler listelenir.
- 6) Çözümü desteklemek ve sunmak: Öğretmen, öğrencilerin bulgularını başka okullardaki öğrencilerle ve öğretmenlerle paylaşması için teşvik etmelidir.

PDÖ’de eğitim yönlendiricisinin rolü, lider olmak yerine koç veya rehber olmak, öğrenenlerin problemi tam anlamıyla anladıklarından emin olmak ve öğrencilerin kaynaklara ulaşmalarına yardımcı olmaktır [36].

Cantürk (2006)’ün aktardığına göre “Eğitim yönlendiricisinin PDÖ basamaklarının uygulamasını sağlama, sistematik bilgi akışını güdüleme, öğrencileri bilgi sınırına getirici sorular sorarken bir yandan da grup etkinliğini azaltacak etkinliklerden kaçınma, grup dinamiğini gözleme ve bu gözlemleri değerlendirme, geri bildirim alma ve verme gibi yükümlülükleri vardır” [36].

İnel (2012)’in aktardığına göre probleme dayalı öğrenmede öğretmen, bilgiyi öğrencilere sunmaz. Onlara problem durumları sunarak, kendilerini ve düşüncelerini sorgulamaları için yönlendirir. Aynı zamanda öğrencilerin kendi kendilerine öğrenmeleri için fırsatlar oluşturur [20]. Probleme dayalı öğrenme ortamlarında öğretmenlerin rolleri genel olarak Chou ve Chin (2009) tarafından şu şekilde açıklanmıştır:

- Probleme dayalı öğrenmede, öğretmenler de takım çalışması yoluyla aktif bir şekilde öğrenmektedirler.

- Öğretmenler küçük gruplarla deneyimlerini paylaşmaktadır, öğrenme sadece kitap aracılığıyla olmamaktadır.
- Öğretmenler, geleneksel yaklaşımlardaki yetkili kişiliğini terk edip öğrencilerle etkileşim halinde öğrenmektedir [20].

İnel (2012)'e göre probleme dayalı öğrenmede yönlendirici konumunda bulunan öğretmenler, öğrencilerin problemleri tanımlamalarında, mevcut bilgilerini ortaya çıkarmalarında, problemi çözüme ulaştırmalarında onları düşünmeye teşvik eden sorular sormaktadır [20]. Sifoğlu (2007)'na göre probleme dayalı öğrenme ortamında öğretmen hem soruları hem de grup etkinliklerini denetleyen, öğrenciyi yönlendirerek çalışmalarını takip eden ve öğrencilerin kaynaklara nasıl ulaşabileceklerini belirleyen kişidir. Probleme dayalı öğrenme ortamında öğretmen ve öğrenci rollerini Sifoğlu (2007) aşağıdaki gibi açıklamıştır [37]:

Amaç: Öğrencilerin bir problem durumuna çözüm üretebilmeleri için onların kendi bilgilerini yine kendilerinin inşa etmelerini sağlamak.

Öğretmenin Rolü: Bir bilişsel rehber olarak öğretmen, öğrencileri bir problem durumuyla karşı karşıya bırakır. Bir kaynak kişi olarak öğretmen, öğrencilere sorular yöneltir, öğrencilerin dünyası ile ilişkiler kurar ve öğrenci öğrenmesini yönlendirir.

Öğrencinin Rolü: Birer problem çözücü olarak öğrenciler, karşılaştıkları problemlere, var olan kaynakları değerlendirerek, çeşitli çözüm önerileri üretirler. Birer katılımcı olarak öğrenciler, öğrenme sürecinde aktiftirler ve problemi içeriden araştırırlar.

Bilgi: Bilginin çok az bir bölümü öğretmen tarafından sunulur, bilginin büyük bir bölümü ise öğrenciler tarafından toplanır ve inşaa edilir.

Altunçekiç (2010)'in aktardığına göre probleme dayalı öğrenme sürecinde öğretmenlerin yapması gerekenler şu şekilde açıklanmıştır:

- Öğretmen süreçte uygun rehberlik hizmeti sunar.
- Öğrencilerin bilgilerini kullanmaları için onları cesaretlendirir.
- Grup içi ve gruplararası iletişimi inceler.
- Öğrencilerin aktif katılımlarını sağlar.
- Uygun gördüğü durumlarda, öğrencileri bireysel çalışmalara da yönlendirir [38].

Kartal Taşoğlu (2015)'na gre probleme dayalı renme sürecinde nasıl ki rencinin rolü değişiyorsa retmenin de rolü değişmektedir. retmen bilgiyi geleneksel yaklaşımda olduğu gibi rencilere aktaran biri değil, eğitim ynlendiricisi konumundadır. renim süreci boyunca eğitim ynlendiricisi rencilerin neleri bilmeye ve araştırmaya gereksinim duydukları konusunda da yol gstericidir. Eğitim ynlendiricisi oturumlara hazırlıklı gelir ve rencilere sorular sorarak kazanımların belirlenmesini kolaylaştırır. Oturum sonunda gerçekleştirilen geri bildirim sürecine de katılır. Bu sebeple eğitim ynlendiricisi çok nemli bir konumdadır [31].

retmenler probleme dayalı renme sürecinde, rencilerin problemleri tanımlamalarına, var olan bilgilerini ortaya çıkarmalarına, renme alanlarını belirlemelerine ve rencilere sorular sorarak onların problemi zme ulaştırmalarına yardımcı olur [20]. Altunçekiç (2010)' e gre retmen probleme dayalı renmede bilgiyi aktaran kişi değildir. retmen renciler için gerekli koşulları ve araç gereçlerin teminini sağlayan ve gerektiği yerlerde sorularıyla rencileri ynlendiren kişi konumundadır [38].

2.1.4. Probleme Dayalı renmede rencinin Rolü

Günümüzün ekonomik ve sosyal şartlarında aktif rol alabilecek bireyler yetiştirebilmek, ülkelerin uluslararası alanda rekabet edebilme gücüyle doğrudan ilişkilidir [8]. Probleme dayalı renme gerçek yaşamda karşılaşılabilecek problemleri içeren senaryolar aracılığıyla rencilerin araştırarak renmelerini, tartışmalarını, farklı zm yolları arasından en uygun olanını seçerek bunu kullanmalarını sağlayan bir renme yntemidir [39]. Altunçekiç (2010)' e gre geleneksel yntemlerde renciler sadece dinleyici konumundayken probleme dayalı renme yaklaşımında ise renci yalnızca retmeninin aktardığı bilgilerle yetinmeyip, araştırarak bilgi edinme yollarını keşfedip bilgiye kendi kendine ulaşan kişi konumundadır [38]. Sifoğlu (2007)'na gre probleme dayalı renmede renciler karmaşık bir problem durumuyla karşı karşıya bırakılarak sz konusu olan olayı “sahiplenme” veya olaydan “sorumlu olma” rolü yüklenirler [37]. Probleme dayalı renmede problemin belirlenmesinden zmne kadar etkin konumda olan renciler, grupta işbirliği yapmakta, sorgulama, eleştirel düşünme ve problem zme gibi st düzey düşünme becerilerini kullanmaktadırlar [20].

Sifoğlu (2007)'nin aktardığına gore Stephien ve Gallagher (1993) probleme dayalı öğrenmenin yararlarını şu şekilde açıklamıştır:

- PDÖ, öğrencilerin motivasyonunu artırır.
- Öğrencilerin öğrenmeleri gerçek yaşamla ilişkilendirilir.
- Öğrencilerde üst düzey düşünme becerilerini geliştirir.
- Öğrencileri öğrenmeye motive eder.
- Öğrenciler arasındaki iletişimi ve işbirliğini artırır [37].

Öğrenciler probleme dayalı öğrenme oturumları sırasında “*inisiyatif kullanmak, saygılı olmak, açıklık, birikim ve etkin tartışma*” gibi bazı yaklaşımları benimsemelidirler [40].

- “İnisiyatif Kullanabilme: Öğrenciler probleme dayalı öğrenme oturumları sırasında inisiyatif kullanabilmeyi öğrenmelidir. Söylediklerinin, kurdukları hipotezlerin yanlış olabileme riskine rağmen rahatlıkla kendilerini ifade edebilme becerisini ortaya koymalıdır.
- “Saygılı Olmak: Gruptaki tüm öğrenciler, birbirlerinin hakkına ve öğrenme isteklerine saygılı ve duyarlı olmalıdır. Her bir öğrencinin farklı alt yapısı, deneyimleri ve beklentisi olabilir. Grup elemanlarının bu farklılıklara karşı duyarlı olması beklenir.
- “Açıklık: Öğrenciler, birbirlerine karşı açık, birbirlerinin bilgi ve deneyimlerinden yararlanmak için istekli olmalıdır.
- “Birikim: Özellikle küçük grup tartışmalarında öğrencilerin birikimlerini birbirlerine aktarmaları çok önemlidir.
- “Etkin Tartışma: Grup içi tartışmalara etkin katılım, probleme dayalı öğrenme oturumlarının en temel bileşenlerinden birisidir. Her bir bireyin, tartışmalara katılması için desteklenmesi ve yöreklendirilmesi gerekmektedir.

İnel (2012)'in aktardığına gore probleme dayalı öğrenme sürecinde grup halinde çalışan öğrenciler ilk olarak senaryodaki problemi ve problemle ilgili elde etmeleri gereken öğrenme alanlarını belirlemektedirler. Daha sonra araştırmaları gereken konuları aralarında görev dağılımıyla paylaşmaktadırlar. Grup üyelerinin her biri yeni bilgiyi yapılandırmak için grup arkadaşlarına edindiği bilgileri getirmeden önce problemlerin farklı alanlarını araştırdıkları için ilk olarak bağımsız çalışmaya yönelmektedirler [20]. Öğrenciler, probleme dayalı öğrenme sürecinde edindikleri

bilgileri paylaşarak, karşılıklı iletişim halinde problemi çözüme ulaştırmakta ve sürecin sonunda bilgiyi hem sosyal hem de bilişsel olarak zihinlerinde yapılandırmaktadırlar [20]. Kaptan ve Korkmaz (2001)'a göre öğrenciler problem çözücü konumunda ve daha önce hiç karşılaşmadıkları bir problem durumuyla karşı karşıya kalmaktadırlar. Öğrenciler konuyu derinlemesine araştırarak konular arasındaki ilişkiyi farkederek ve bilgilerini kullanarak problemleri çözerler. Öğrenciler, bilgiyi yapılandıran, bireysel veya grup çalışmalarında sorumluluk alan, bilgiyi paylaşan ve problemin tanımladığı rolü (sanatçı, doktor, bilim insanı vb.) üstlenen bireylerdir [13]. Altunçekiç (2010)'e göre probleme dayalı öğrenme sürecinde öğrenci aktiftir. Öğrenci öğretmenin aktardığı bilgilerle yetinmeyip öğrenme sürecinde bilgiye kendisi araştırma yoluyla ulaşmalıdır. PDÖ oturumlarında öğrencilere farklı roller verilir. Öğrenciler rollerine uygun bir şekilde (avukat, doktor, mühendis vb.) çalışacaktır. Bu sayede öğrenciler farklı bakış açılarına sahip olacaklardır [38]. Dilek Eren (2011)'e göre probleme dayalı öğrenmede öğrencinin, problemin belirlenmesi, oluşması ve çözüm şekli konularında öğrenme sorumlulukları bulunmaktadır. Öğrenciler rollerini oynarken alternatif çözüm ve hipotezler geliştirmeliler [41].

Probleme dayalı öğrenmede öğrenciler:

- Bilinmeyen kavramları, terimleri belirlerler ve bunları açıklığa kavuştururlar.
- Problemi tanımlayarak analizini yaparlar.
- Problemin çözümü için sistematik bir yaklaşım geliştirirler.
- Çalışma konularıyla ilgili araştırmalar yaparlar.
- Eski ve yeni ulaşılan tüm bilgileri bütünleştirirler [41].

Arslan Turan (2014)'a göre probleme dayalı öğrenme sürecinde öğrenciler aktif rol alarak etkin katılım gerçekleştirmektedirler. Bunu yaparken işbirlikli öğrenme yoluyla bilgiyi keşfetmektedirler. Öğrenciler çok yönlü bakış açısı kazanmakta ve birden fazla çözüme ulaşabilmektedirler. Öğrenciler bilgilerini sınıfta sunma imkanı buldukları için iletişim becerileri de gelişmektedir [42].

2.2. Kavram Karikatürleri

Kökene italyancada “Caricare” olarak geçen karikatür kelimesi, Kar (2004)’a göre insanın, nesnenin abartılarak, komik şekilde çizimi yani çizgide mizah sanatıdır [43]. İlk kavram karikatürleri 1991 yılında Brenda Keogh ve Stuart Naylor tarafından oluşturulmuştur. Kavram karikatürlerinin oluşturulma amacı, öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmak, düşüncelerini geliştirmek ve onların daha iyi öğrenmelerine yardımcı olmaktır. Kavram karikatürleri öğrencilerin bir durum hakkında bilimsel ve alternatif bir bakış açısı kazanmalarına yardımcı olur [44]. Kavram karikatürleri ilk kez bir hizmet içi eğitim programında bir grup ilkokul öğretmenin kavramsal anlama düzeylerini sorgulama amacıyla kullanılmıştır [45]. Kavram karikatürleri, bilimsel kavramlarla günlük yaşantı arasında ilişki kurulmasına yardım eden, olaylar üzerinde düşünen veya tartışan üç ya da daha fazla karakterin olduğu görsel araçlardır [46]. Karikatürler bireyleri güldürmek amacıyla kullanılıyorken, kavram karikatürlerinin amacı öğrencilerin eğlenerek bilgilerini sorgulamalarını sağlamaktır [47]. Kavram karikatürleri olayları, nesnelere basit ve açıklayıcı bir şekilde öğretmeye yardımcı olur. Bununla birlikte, öğretimi somutlaştırıp, öğrencilerin motivasyon seviyelerini yükselterek öğretim sürecine çeşitlilik katmaktadır [48]. İnel (2012)’e göre kavram karikatürleri öğrencilerin derse olan ilgisini çekmekte, alternatif görüşleri farketmelerini sağlamakta, onları tartışmaya yönlendirmekte ve araştırarak, sorgulama yaparak bilgiye ulaşmalarını sağlamaktadır [20].

Topkaya (2016)’nın aktardığına göre kavram karikatürlerinin özelliklerini, Dabell (2006) şu şekilde ifade etmiştir:

- Öğrencilerin, olaylara farklı açılardan bakmalarını sağlar.
- Sınıfta tartışma ortamının yaratılmasına yardımcı olur.
- Öğrenenlerin kendi düşüncelerini sorgulamalarını sağlar.
- Kavram yanlışlarının ortaya çıkarılmasında yardımcı olur.
- Bireyin araştırma yapmasını destekler.
- Konuların tekrar edilmesini sağlar [49].

Kavram karikatürleri kavram yanlışlarını gidermek için de kullanılabilir. Baysarı (2007)’ya göre kavram yanlışlığı öğrenenlerin anlamada zorluk yaşadıkları kavramların kendi anlayışlarına uygun olarak yorumlamaları ve bilimsel kavramlara

bakış açılarının bilim insanları tarafından kabul edilmiş olanlardan farklı olmasıdır [50]. Yıldız (2008)'a göre öğrencilerin yeni edindikleri bilgileri sağlam temellere dayandırabilmesi ancak kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesiyle mümkündür [51]. İnel (2012) yaptığı çalışmada kavram karikatürlerinin amacını, öğrencilerin düşüncelerini ortaya çıkarmak, öğrenme sürecinde tartışma ortamı yaratmak, kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak, oluşmasını engellemek ve öğrencilerin derse yönelik ilgisini arttırmak olarak sıralamıştır [20].

2.3. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Eğitimi

Dünyada yaşanmakta olan endüstriyel ve teknolojik gelişmişlik yarışının artmasıyla beraber, ülkeler eğitim sistemlerinde reformlar yapmak zorunda kalmışlardır. Dünyanın en gelişmiş ülkesi olan Amerika Birleşik Devletleri (ABD) bu anlamda öncü olmuştur [52].

Soğuk savaş sebebiyle fen bilimlerine verilen önem artmış ve Sovyetler Birliği'nin 1957 yılında Sputnik adlı uydusunu fırlatmasıyla ABD, eğitiminde köklü değişimin fitili ateşlenmiştir [53].

Çin'in teknolojik, ekonomik ve savunma alanlarındaki ilerlemesi diğer ülkelerce tehdit olarak görülmüş ve gelişmiş ülkelerin bilime, mühendisliğe yatırım yapmasına neden olmuştur. Japonya'nın da benzer şekilde gelişme göstermesiyle ABD çeşitli reform girişimleri başlatmıştır [52]. Bununla beraber ABD' de 2004 yılında yayımlanan "Engineering 2020" raporunda ABD eğitim sisteminin yetiştirdiği mühendislerin 21. yüzyıl dünyasının ihtiyaçlarına karşılık veremediği ve yenilenmesi gerektiği ortaya çıkmıştır [54]. ABD bilim ve teknolojiadaki gelişmeleri daha da ileri götürebilmek için ilk olarak mühendislik eğitime önem vermiştir. Mühendislik eğitiminin okullarda uygulanmaya başlamasıyla birlikte mühendisliğin, matematik ve fen eğitimi için iyi bir ortam oluşturacağı düşüncesiyle STEM (İngilizcede Science, Technology, Engineering ve Mathematics) akımı popüler olmaya başlamıştır [52].

STEM ibaresi ilk defa "SME&T" olarak NSF (ABD'nin Ulusal Bilim Vakfı) tarafından oluşturulan raporda yer almıştır. Bu raporda konuşmacı olarak fikirlerine yer verilen Portland Devlet Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Judith Ramaley NSF' de

görev yaparken yayımladığı raporda STEM kısaltmasını kullanmıştır [55]. STEM yani Türkiye'deki adıyla FeTeMM eğitimi, inovasyon kabiliyetine sahip nesil yetiştirme amacı olan ülkelerin gündemindedir [56].

Dünyada ve ülkemizde FeTeMM'in 3P harfiyle ifade edilen üç farklı yorumu bulunmaktadır, bunlar: Politik FeTeMM (Toplumun ilgisini FeTeMM alanlarına çekme veya genç nesilleri bu alanlardaki mesleklere yönlendirme), Popüler FeTeMM (Popüler bilim, robotik yarışmaları, bilim merkezleri veya popüler mühendislik olarak adlandırılabilir maker hareketi) ve Pedagojik FeTeMM'dir [57]. Bir ülkenin yetişmiş işgücü, en önemli kaynağıdır. Ülkemiz enerji kaynakları konusunda büyük oranda dışa bağımlıdır ve bu durum bazı politik kararların verilmesinde yöneticilerimizi sınırlandırmaktadır. İnsan kaynağı, çağımızda çok önemli hale gelmiştir. Tüm bu gerekçeler FeTeMM ile ilgili 3P olarak isimlendirilen boyutlardan politik gündemi oluşturmaktadır [55].

Birçok çalışmada bahsedildiği üzere "science" fen kelimesinden daha geniş kapsamlı bir kelimedir. Prof. Dr. Judith Ramaley science'in bir çok alanı içeren geniş bir kavram olduğunu belirtmiştir. Bu kavramın psikoloji, sosyoloji ve diğer bilimleri de kapsayan bir manası olduğunu ifade etmiştir. Örneğin: "Promoting psychology as a STEM Discipline" başlıklı yazıda STEM içeriğinde psikolojinin de yer aldığından bahsedilmiştir. Benzer şekilde "Psychology as a core Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Discipline" isimli raporda Psikolojinin STEM'in merkezinde yer aldığı vurgulanmaktadır [58].

Mühendis akıl eden, tasarlayan kişidir. Mühendisler gerçek dünyaya ait karmaşık bir problemi ele alarak matematik, fen bilimleri ve teknolojinin yardımıyla problemlere çözümler üretir. Mühendis elde olan varlıkları incelemeyi bunun yerine hiç var olmamış yepyeni bir ürün ortaya çıkarmak ister. Örneğin, coğrafya uzmanları yağış miktarı ve oluşan selleri incelerken ne kadar suyun topraktan atıldığını ve ne kadarının toprakta kaldığı vb. bilgileri araştırır. Mühendisler de aynı ölçümleri yapar ve aynı verileri elde eder ama bu verileri farklı amaçla kullanırlar; mesela suyun akışına dayanabilecek yapıları inşa etmek için kullanabilirler [59].

Tasarım süreci adım adım yürütülürken sonu olan bir süreç olarak değil, yenilenen bir süreç olarak tanımlanmalıdır. Eğitimde mühendislik yaklaşımının

kullanımıyla, öğrencilerin “bu bilgileri gerçek hayatta kullanacak mıyız?” gibi soruları da cevaplanmış olacaktır [59].

Teknoloji kavramı ise bir araç kullanımı örneğin bilgisayar kullanımı bir teknoloji anlamı taşısa da FeTeMM’de ifade edilen teknoloji daha kapsamlı bir anlam içermektedir. Teknoloji istek ve ihtiyaçları karşılamak için yapılan başka bir ifadeyle hayatı kolaylaştıran insan yapımı her şeyi “değişimleri, yenilikleri, ürünleri” içerir [53].

Geçmişte bireylerden beklenen becerilerin şimdikinden farklı olmasında dördüncü sanayi devriminin etkisi olduğu söylenebilir. Dördüncü sanayi devrimi fiziksel dünya ile dijital yapılar-sistemler ve biyolojik varlıklar arasındaki ilişkilerin yeniden kurgulandığı, makinelerin kendi aralarında iletişim kurduğu ve bilgi teknolojilerini kullanarak aklımıza gelebilecek her şeyin birbiriyle ilişkilendirildiği ağlar oluşturmaktadır. Dördüncü sanayi devrimiyle birlikte sürücüsüz ulaşım araçları, yapay zekayı kullanan sistemler, farklı dillerde konuşulanları istenilen dile çeviren sistemler, avukatların yerini alabilecek robotlar, birbirinin dilini bilmeyen insanların yüz yüze ya da uzaktan iletişim kurmasını sağlayan sistemler gibi pek çok yenilik ve teknoloji gelişme katetmiştir [60]. Howard Gardner, bundan sonra bireylerin “makinelerin yapamadığı” işleri yapabilecek bilgi ve beceri düzeyine erişmeleri gerektiğini belirtmiştir [60].

Bilim ve teknolojinin hızlı bir şekilde ilerlemesi, bireysel farklılıkların ön plana çıkması, beraberinde analitik, eleştirel, yaratıcı düşünme, sorgulama, araştırma, karar verebilme, işbirliği yapabilme ve problem çözme becerisi şeklinde ifade edilen 21. yüzyıl becerilerine sahip olunmasını gerektirmektedir [61]. 21. yüzyıl becerileri öğrencilerin diğer bireylerle etkin bir şekilde çalışma becerisi geliştirebilmeleri, yaşam felsefesi olarak sorgulamaya dayalı öğrenmeyi benimsemesi, liderlik, inisiyatif alma, teknoloji okur yazarlığı, bilgi ve iletişim araçlarını kullanarak günlük yaşam sorunlarına çözümler üretme, yaratıcı, kritik düşünme yetkinlikleri olarak tanımlanabilir [54]. 21. yüzyıl bireyinin gerek eğitim yaşamında gerekse iş yaşamında başarılı olabilmesi için yaratıcı ve eleştirel düşünebilen, başkaları ile işbirliği yapabilen, problem çözücü ve yüksek iletişim becerilerine sahip, gerekli bilgiye nasıl ulaşabileceğini bilen, bilgiye ulaşırken teknolojiyi kullanabilen, yeni fikirlere açık, esnek ve uyumlu, sorumluluklarını bilen, öz yönetimli, inisiyatif

sahibi, sosyal- kültürel becerileri gelişmiş, üretken ve liderlik becerisine sahip bir birey olması gerekmektedir [62]. Dünya Ekonomi Forumu tarafından 2015 yılında kompleks problem çözme, başkaları ile koordinasyon, insan yönetimi ve kritik düşünme en çok önem kazanacak beceriler olarak belirlenmişken, 2020 yılında kompleks problem çözme, kritik düşünme, yaratıcılık ve insan yönetimi en çok önem kazanması beklenen mesleklere yönelik becerilerdir [63].

Her ne kadar bu beceriler sanki bu yüzyıla ait becerilermiş gibi düşünülse de nitelikli bireylerin kazanması gereken bu beceriler çok eskiye dayanmaktadır. Araç gereçlerin icadından aşının keşfine bir çok buluş üst düzey düşünme becerilerini gerektirmiştir [64]. Günümüzde bu becerilerin kazanılmasında etkili olan yaklaşımlardan biri de FeTeMM eğitimidir. Bu yaklaşımda fizik, kimya, matematik gibi ayrılmış disiplin temelli geleneksel anlayışın yerine bu disiplinlerin bütünleştirilmesini ve ilişkilendirilmesini sağlamak ön plana çıkmaktadır [55].

National Academies'in 2007'de "Rising Above the Gathering Storm" raporunda vurgulandığı gibi öğrenciler, uyum sağlama, iletişim, sosyal beceriler, karmaşık problem çözme becerisi, sistematik düşünme becerisi gibi beceriler kazanmalıdır [56]. STEM eğitimi çalıştay raporunda belirtildiği gibi STEM eğitimi 21. yüzyılda dünyadaki en önemli paradigmalardan biri olmakla birlikte teorik bilgilerin ürüne dönüştürülmesi ve 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması açısından oldukça önemlidir [52]. Bilim insanları, teknoloji uzmanları, mühendisler ve matematikçiler, küresel ekonominin çarkını döndürecek bilgilere sahip ileri teknoloji çalışanlarıdır [65].

Bilimsel çalışmalar, teknik bilgiler ve yeniliklerle iç içe geçmiş olan küresel ekonomide fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında yetiştirilen öğrenci sayısını arttırmak çoğu ülkenin en önemli hedeflerinden biri olmuştur. Eğitimde, bu ülkelerin hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunan eğitim modelleri önem kazanmıştır. Standartların bulunmayışı, öğretmenlerin düzenli bir şekilde eğitimi, materyallerin ve deneyimli öğretmenlerin olmaması, gibi faktörler FeTeMM öğretim yaklaşımındaki engellerden bazılarıdır [65].

FeTeMM eğitiminin öz düzenleme becerisi anlamında da etkili olduğu söylenebilir. Öğrenciler FeTeMM eğitiminde amaçlarına ulaşabilmek adına farklı

stratejiler belirleyerek bunlar arasından seçimler yaparlar ve bu stratejileri kullanarak kendi süreçlerini gözlemlerler [66].

FeTeMM eğitimi genel olarak bilim ve matematik anlamında bilinmesine rağmen mühendislik ve teknolojiyi de kapsamaktadır [56]. FeTeMM eğitimi, öğretim ve öğrenmenin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları içinde öğretilmesini savunan bir terimdir [67]. FeTeMM eğitimi, öğrenci ve öğretmenlerin ilgi, hayat deneyimleri sonucu şekillenir ve merkezde bulunan disipline ait özel bilgi ve becerilerin en az bir diğer FeTeMM disiplini ile bütünleştirilerek öğretilmesi olarak tanımlanır” [57].

2.3.1 Bütünleştirici FeTeMM Eğitimi

FeTeMM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleşmesiyle oluşan, yeni bir disiplinlerarası alan olarak tanımlanabilir [68]. Günümüzde artık FeTeMM denilince birbirinden ayrı disiplinler ve onların uğraş alanlarından ziyade kompleks bir problemin disiplinler arası bir yaklaşımla çözümü ve bunun eğitimi akla gelmektedir. Fakat, pedagojik anlamda FeTeMM alanlarının iki veya daha fazlasının bütünleştirilmesi çabaları 2000’li yıllardan önce başlamıştır [55].

Bütünleştirici FeTeMM eğitimi ile ilgili bilişsel temalar yapılandırmacılık üzerine inşa edilmiştir. Fenin öğrenilmesiyle gelişen bu bilişsel temalara göre eğitimde yapılandırmacılığın örneklerini bütünleştirici FeTeMM etkinliklerinde görebiliriz. Bu anlamda bütünleştirici FeTeMM eğitimi doğası gereği öğrenciyi merkeze alır [69].

Bütünleştirici FeTeMM eğitimi öğrencilerin, gerçek dünyada uygulayabilecekleri birbiriyle bağlantılı becerileri uygulayarak öğrenmelerini sağlar [70]. Bütünleştirici FeTeMM eğitimi, öğrencilerin küçük gruplar oluşturarak gerçek dünya sorunlarını keşfetmelerine olanak tanıyan probleme dayalı ve proje temelli öğrenmeyi içerir. Öğrenciler öğrenmekte oldukları konuyla gerçek dünya arasında bağlantı kurabilmektedirler. Bütünleştirici FeTeMM eğitimi, gençlerin matematik ve fen konularında kendilerine daha fazla güvenmelerine yardımcı olabilir. Bütünleştirici FeTeMM eğitimi, dil sanatları, sosyal bilgiler, sanat gibi konularda

entegrasyon yoluyla daha fazla geliştirilebilir [71]. Bütünleştirici FeTeMM eğitimi kavramı, FeTeMM konularından herhangi ikisi ya da daha fazlası arasındaki ilişkiyi öğrenmektir [72].

Aydeniz ve diğ., (2015)' na göre mevcut eğitim anlayışında fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri ayrı ayrı verilmekte olduğundan buna bir anlamda “Geleneksel STEM” adı verilebilir. Fakat Gardner'ın bahsettiği “makinelere yapamayacağı işleri yapan” nesillerin fen ve matematik disiplinlerine ait kuramsal bilgileri alarak bunlara teknoloji ve mühendisliği de katıp harmanlayarak hayata değer katan yenilikler elde etmesi gerekmektedir [52].

İlköğretimde FeTeMM eğitimi için bütünlük FeTeMM yaklaşımını savunanlar, özellikle gerçek dünya problemlerini içeren konuların öğrencilerin öğrenme isteklerini arttırabileceğini ve bununla beraber FeTeMM alanlarında kariyer yapmak isteyen öğrenci sayısında da artış olacağını ifade etmektedirler [73].

Gencer (2015)'in aktardığına göre “Temel olarak mühendislik tasarım uygulamaları odaklı fen öğretiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına ait bilgi ve becerilerin bütünleştirilmesini savunan FeTeMM eğitimi; öğrencileri bir mühendis gibi farklı disiplinler arasında bir iş birliğine yönelterek, iletişime açık, sistematik düşünebilen, yaratıcı, etik değerlere sahip ve problemlere en uygun çözümü bulabilecek bireyler olarak yetiştirmeyi amaçlar” [74].

Karataş (2017)'in aktardığına göre FeTeMM uygulamalarında mühendislik ile bütünleştirilmiş olan iki modelden söz edilebilir, bunlar: Bağlam bütünleştirilmesi ve içerik bütünleştirilmesi [55]. “Bağlam bütünleştirilmesinde mühendislik tasarım bütünleştirmeyi tetikleyici ve farklı alanlarla ilgili olgu, kavram, ilke, kuram ya da yasayı öğrenmeyi sürükleyici bir platform olarak yer almaktadır. Burada mühendislik tasarım süreci öğrencilerin alanla ilgili bilgileri öğrenmeleri için pedagojik bir araçtır” [55]. “İçerik bütünleştirmesinde ise mühendislik becerileri öğrenmenin hedefleri arasında yer almaktadır. Böylece matematik ve/veya fen içeriği ile mühendislik düşüncesinin bütünleştirilerek öğretilmesine odaklanılmaktadır. Böyle hazırlanmış bir ünite kazanımlar fen ve matematik içerik bilgileri yanında mühendislik becerilerini de içermektedir” [55].

2.3.2. Dünyada FeTeMM Eğitimi

Dünyada FeTeMM alanında birçok ülkede çalışmalar yapılmaktadır. Aşağıda alt başlıklar altında Amerika Birleşik Devletleri'nde, Kore'de, Malezya'da, Avustralya'da, Birleşik Krallık'ta, Avrupa'da ve Türkiye'de FeTeMM eğitimine yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmalar ele alınmıştır.

2.3.2.1. Amerika Birleşik Devletleri'nde FeTeMM Eğitimi

ABD'de birçok araştırmada öğrencilerin günümüz ekonomisinin ve geleceğin ekonomisinin taleplerine hazır olmadığı ortaya çıkmaktadır. Örneğin "National Assessment of Educational Progress" ile yapılan sınavda ABD'de eğitim gören sekizinci sınıf öğrencilerinin yaklaşık %75'inin matematik alanında yeterli düzeyde olmadığı belirlenmiştir. ABD'li öğrenciler, uluslararası değerlendirme sınavlarında en yüksek performans gösteren ülkelerden de geri kalmaktadırlar. Birçok işveren, iş başvurusunda bulunacak kişilerin başarılı olabilmeleri için gerekli olan matematik ve problem çözme becerilerinden yoksun olduklarını belirtmektedirler [75].

FeTeMM alanlarında yeniliklerin on yıl kadar önce lideri konumunda olan ve hatta yirminci yüzyılın ortalarında nükleer ve roket biliminde birçok başarıya imza atmış bir ülkenin öğrencilerinin bu kadar hızlı bir şekilde FeTeMM alanlarında geride kalması, oldukça şaşırtıcıdır [69]. FeTeMM yaklaşımı birçok kişi tarafından ABD' de çökmüş olan eğitim sisteminin kurtarılması için fırsat olarak görülmüştür [68]. Bu sebeplerden dolayı ABD'de birtakım hedefler belirlenmiştir. Bu hedefler, FeTeMM alanlarında ileri düzeyde eğitim vermek, FeTeMM alanlarında kariyer seçimini artırmak, FeTeMM meslek alanlarına yönelik yetenekli işgücünü arttırmak ve halkın fen okuryazarlığı arttırmaktır. Bu ana hedeflerin yanında ara hedefler de belirlenmiştir, bunlar: FeTeMM içeriğini ve uygulamalarını öğrenmek, FeTeMM'e karşı olumlu eğilimler geliştirmek ve öğrencileri yaşam boyu öğrenen bireyler haline getirmektir. Geçtiğimiz yüzyılda, FeTeMM alanları ABD'nin yenilik odaklı bir küresel ekonomide ön planda olmasını sağlamıştır. Gerçekten de yirminci yüzyıldaki kişi başı gelirlere bakıldığında ortaya çıkan muazzam büyümenin yarısından fazlasının ABD'nin bilim ve teknolojiye ilerlemelerinden kaynaklandığı düşünülebilir. Yirmibirinci yüzyılda sağlık, çevre veya teknoloji alanlarında kararlar alabilmek için belirli bir düzeyde bilimsel bilgi büyük öneme sahiptir. Bu nedenle

FeTeMM eğitiminin bir başka hedefi, kişisel karar verme, kültürel işlere katılım ve tüm öğrencilerin üretken bireyler olmaları için gerekli olan FeTeMM okuryazarlığını artırmaktır. Ayrıca ABD’de FeTeMM okulları bulunmaktadır. Bu okul türleri FeTeMM alanında başarı elde edilebilecek okullar olarak görülmektedir. FeTeMM okulları, FeTeMM eğitim kalitesini arttırmaya çalışan başka ülkelere de örnek olabilmektedir. FeTeMM okullarının tamamı öğrencilerin FeTeMM kariyerlerinde profesyonel olmaları için kaliteli bir eğitim sunmayı amaçlamaktadır. Bütün bunlar uzman öğretmenler, geliştirilmiş müfredat, gelişmiş laboratuvar ekipmanları ve bilim adamlarıyla işbirliği halinde gerçekleştirilmektedir [75].

ABD eski başkanı Obama 2010 yılında yaptığı konuşmada şu açıklamayı yapmıştır: “*ABD, STEM ile ilgili konularda yabancı rakiplerimizin gerisinde kalmaktadır. Amerikalı 15 yaşındaki çocuklar, diğer ülkelerle karşılaştırıldığında fen alanında 21. matematikte ise 25. sırada yer almaktadır. Küresel ekonomide rekabet edebilmek için Amerikalı öğrencilerde bu konularda sağlam bir temel oluşturmak oldukça önemlidir. Amerikanın daha fazla güçlenebilmesi öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında nasıl eğitildiğiyle yakından ilgilidir. Bu konu sağlığımız, güvenliğimiz, çevremiz ve ekonomimiz için çok önemlidir. ABD’ nin 21. yüzyıldaki refahı tüm dünya uluslarıyla rekabet edebilme kabiliyetine bağlıdır. Bunu ise yeni ürünler tasarlayarak, üretmek yapabiliriz. Öğrencilerimizin yeteneklerini, becerilerini geliştirerek endüstride yapabileceğimiz en iyi ürünü üretmek kazanacağız. Ürünlerimizi ihraç edeceğimiz daha fazla iş alanı yaratabiliriz*”. Tüm bu açıklamalardan ABD’ nin FeTeMM’e ne kadar önem verdiği anlaşılmaktadır.

ABD’ de FeTeMM bir devlet politikası olmuştur. Başkan Obama Hükümeti öğretmen ve öğrencilerin STEM alanlarında eğitimi için yüklü miktarlarda kaynak ayırmakta, bilim müzeleri ve merkezleri, bilim kuruluşları ve Sivil Toplum Kuruluşları (STK)’da bu bütçeye destek olmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri hükümetlerinin son zamanlarda öğrencilerin FeTeMM eğitimi için bütçeden ayırdığı toplam para miktarı 2014, 2015 ve 2016 yıllarında her yıl ortalama üç milyar dolar olmak üzere toplam dokuz milyar dolardır [52].

2.3.2.2. Kore’de FeTeMM Eğitimi

Birçok ülke, STEM'in önemini anlamış olup eğitimde uygulanması gerektiğine inanmaktadır. Kore hükümeti, STEAM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik) eğitimi yoluyla okul biliminin diğer disiplinlerle entegrasyonunu başlatmıştır [76]. Kore'de STEAM eğitiminin amacı öğrencilerin hayal gücünü geliştirmelerini, sanata ilgi duymalarını ve fen müfredatını anlamalarını sağlamaktır. TIMSS (Uluslararası Matematik ve Bilim Araştırmaları Eğilimleri) ve PISA (Uluslararası Öğrenci Değerlendirmesi Programı) gibi uluslararası çalışmalar, Koreli öğrencilerin fen ve matematikte yüksek performans göstermelerine rağmen, bu alanlara yönelik ilgilerinin oldukça düşük olduğunu ortaya çıkarmıştır [76]. Ayrıca, fen bilimleri ve mühendislik eğitimi için üniversitelere giren yetenekli öğrenci sayısı da gittikçe azalmaktadır. STEAM eğitimi, öğrencilerin fene ilgisini arttırmak, uygulamalar yapmalarını sağlamak, diğer disiplinlerle bağlantı kurmalarına ve günlük problemleri çözebilmelerine yardımcı olabilmek için tasarlanmıştır. STEAM eğitiminde artan çabalara rağmen, birçok araştırmacı öğretmenlerin STEAM eğitimi konusunda problem yaşadıklarını ifade etmektedirler. Bununla beraber Kore’de KOFAC (Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity) adlı kuruluş 2011 yılından bu yana STEAM eğitimine destek vermektedir. KOFAC yıllık 5.000.000 dolar bütçeyi STEAM eğitimine ayırmaktadır [76].

2.3.2.3. Malezya’da FeTeMM Eğitimi

Küresel ekonomide Malezya'nın rekabet edebilmesi için bilgi ve becerilere sahip olan, problem çözebilen, yenilikçi olan, ürünler icat edebilen bir işgücüne ihtiyacı olduğu düşünülmektedir. Bu ihtiyacın karşılanması FeTeMM eğitimine bağlıdır. FeTeMM eğitimi dört bilim dalını (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) birbirine bağlayan disiplinlerarası bir çalışma alanıdır. FeTeMM okuyazarı öğrenciler, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kavramlarını tanımlama, uygulama ve bütünleştirme becerisine sahiptir. Uluslararası değerlendirme çalışmalarında Malezya ortaöğretim öğrencilerinin fen başarıları ve fen okuryazarlığı oldukça düşüktür. Bununla birlikte, OECD tarafından yürütülen değerlendirmede Malezya 74 katılımcı ülke arasında fen okuryazarlığı konusunda 52. sırada yer almıştır. Tüm bu durumlar Malezyanın FeTeMM alanlarında nitelikli iş

gücü potansiyelini olumsuz etkilemektedir. Malezyanın ekonomik geleceği bu nedenlerle FeTeMM eğitiminin güçlendirilmesine ve öğrencilerin FeTeMM alanlarına yönlendirilmesine bağlıdır [77].

2.3.2.4. Avustralya’da FeTeMM Eğitimi

Avustralya’nın rekabet gücü yalnızca doğal kaynaklar tarafından sağlanmamalıdır. Gelişmekte olan ülkeler yeni iş alanları açmak ve zenginlik yaratmak için bireysel yeteneklere önem vermektedir. Hemen hemen her ülkenin gündeminde, FeTeMM bulunmaktadır. FeTeMM Ülkelerin ekonomi planlarını şekillendiren evrensel bir alandır. Avustralya’da, 1964’ten 2005’e kadarki yıllar arasında ekonomik büyümenin yüzde 65’i, büyük oranda FeTeMM alanlarına verilen önemden kaynaklanmaktadır. FeTeMM becerileri, Ar-Ge projelerinin yönetimi ve başarısı için kritik öneme sahiptir. Avustralya, FeTeMM mezunlarının işgücüne dahil edilmesi, ekonomiye entegrasyonu ve FeTeMM alanında çalışanlar için öngörülen talep konusunda sınırlı istatistik bilgiye sahiptir [78].

Avustralyada, öğrenciler fen alanlarına ilgileri ve fen alanındaki işgücü bakımından yeterli düzeyde olmalarına rağmen matematik ve mühendislikte yeterli seviyede değildir [54]. Avustralyada yayımlanan “The National STEM School Education Strategy” (Ulusal STEM Eğitimi Stratejisi) raporunda lise seviyesindeki tüm Avustralyalıların temel FeTeMM bilgi ve becerileriyle yetişmiş olarak mezun olmalarının yanında FeTeMM konularına ilgi duymaları amaçlanmıştır [54].

2.3.2.5. Birleşik Krallık’ta FeTeMM Eğitimi

Ceylan (2014)’in aktardığına göre İngiltere’deki fen ve mühendislik öğrencilerinin toplam sayısı oldukça fazla olmakla birlikte, matematik, fizik, kimya ve mühendislik alanlarına ilgi duyan öğrenci sayısı gittikçe azalmaktadır. Örneğin, İngiltere’de ileri seviyede fizik eğitimi alan öğrencilerin sayısı 1991 ile 2000 yılları arasında yüzde 21 oranında düşmüştür. Bu durum kontrol edilmezse, özellikle Ar-Ge ve ekonomi alanlarında ciddi anlamda bilim insanı ve mühendis eksikliği yaşanabilir. İrlanda hükümeti’nin 2003 yılında yayınladığı “Bilim ve Mühendisliği Keşfet” programının amacı öğretmen, öğrenci ve toplumun diğer tüm kesimlerinin FeTeMM alanlarına ilgilerinin artmasıdır [69].

2.3.2.6. Avrupa’da FeTeMM Eğitimi

Avrupa Birliği’nin yayımladığı “Şimdi Fen Eğitimi: Avrupa’nın Geleceği İçin Yenilenen Pedagoji” raporunda son yıllarda yapılan birçok araştırmanın, Avrupa’da gençlerin fen ve matematik alanlarındaki ilgilerinin düştüğünü göstermekte olduğu, eğer harekete geçilmezse, uzun vadede Avrupa'nın yenilik üretme kapasitesi ve araştırma kalitesinin de düşeceği ifade edilmektedir. Ayrıca raporda şu şekilde gözlem ve öneriler de yer almaktadır [79]:

- Fen bilgisi eğitimi öğrencilerin ilgisini çekmemektedir. Bu durum Avrupanın geleceği için büyük bir tehdit olmaktadır. OECD tarafından yapılan son çalışmada, son on yılda birçok Avrupa ülkesinde üniversitelere giren gençlerin sayısının arttığını ancak fen dışında eğitim alanlarını seçtiklerini göstermektedir.
- "Avrupa, Bilim ve Teknoloji" üzerine 2005 Eurobarometer araştırması, Avrupalıların sadece %15'inin okuldaki fen derslerinin kalitesinden memnun olduğunu belirtmektedir. 2001 yılında yapılan çalışmada, bilimsel çalışmalara ve kariyerlere duyulan ilginin azalmasına neden olan etmenlerin başında %59,5 oranla fen derslerinin yeterince ilgi çekici olmadığı ifade edilmektedir.
- Okulun öğretim pedagojisini araştırmaya dayalı yöntemlere çevirmek, bilime olan ilgiyi artırmak için gereklidir.
- Sorgulamaya dayalı fen eğitimi öğrencilerin ilgi düzeylerinin artırılmasında ve öğretmen motivasyonunu sağlamada hem ilköğretim hem de ortaöğretim düzeyindeki etkinliğini kanıtlamıştır [79].

Avrupada öğretmenlerin de yaklaşık 1/3’ü 50 yaş ve üstünde olduğundan öğretmenler uygulamaların çok hızlı geliştiği ortama uyum sağlamakta zorlanmaktadır. Bununla beraber FeTeMM öğretmenlerinin alandaki bilgi yetersizliği ve sürekli hizmet içi eğitim alma ihtiyacı da problem olmaktadır. Tüm bu sıkıntılardan dolayı Avrupada yapısal öğretim programı reformları yapılmaktadır. FeTeMM’e ilgi duymayanların (özellikle kadınların) ilgi duymaları için motivasyon çalışmaları yapılmaktadır [54].

2.3.2.7. Türkiye’de FeTeMM Eğitimi

Türkiye’de FeTeMM eğitiminin başlangıç noktası 1940’ta kurulan Köy Enstitüleri olarak görülebilir. Köy Enstitülerinde işlenen derslere bakıldığında

yaparak yaşayarak öğrenmenin olduğu, öğrencinin aktif şekilde eğitim sürecine katıldığı ve ürünler ortaya koyduğu, tasarım yapabilecekleri ortamların oluşturulduğu görülmektedir. Örneğin marangozculuk dersiyse öğrenci bir masa veya bir sandalye üretebilir ve bunları yapabilmesi için de tabii ki kültür dersleri yani fen, matematik ve tasarım bilgisi gerekmektedir. Aşağıda 1943 yılında Köy Enstitülerinde okutulan dersler üç ana başlıkta toplanmıştır, bunlar [80]:

1. Kültür dersleri: Tarih, Coğrafya, Türkçe, Yurttaşlık Bilgisi, Fizik, Kimya, Matematik, Tabiat ve Okul Sağlık Bilgisi, Ziraat İşletme Ekonomisi
2. Ziraat dersleri : Tarla ziraatı, Bahçe ziraatı, sanayi bitkileri ziraatı, zootekni, kümes hayvancılığı, balıkçılık
3. Teknik dersler: Demircilik ve nalbantlık, dülgerlik ve marangozculuk, yapıcılık, köy ve el sanatları, makine ve motor kullanma vb. derslerdir [80].

John Dewey'in yaparak öğrenme (learning by doing) fikirlerinden etkilenecek kurulan Köy Enstitüleri FeTeMM felsefesine katkıda bulunan kaynaklar arasında yer almaktadır [81]. FeTeMM eğitimi köy enstitüleriyle başlayan ve öğretmen okullarıyla devam eden bir geleneğe dayanan eğitim kuramıdır [60].

Günümüzde ise ülkemizde temel eğitimin sekiz yıla çıkarılması, 4+4+4 eğitim sistemine geçilmesi, derslere aktif öğrenme yaklaşımının entegrasyonu gibi sebeplerden dolayı öğretim programlarının değişmesi ihtiyacı doğmuştur. 2004 yılında öğretim programında köklü bir değişime gidilmiş ve yapılandırmacı yaklaşım benimsenmiştir. Daha önceden öğrenenin pasif, öğretmenin aktif olduğu ve öğrencinin sürece dahil olmadığı bir sistem göze çarpmaktadır. Yapılandırmacı yaklaşımla beraber öğrencilerin aktif katılımı, kişisel özellikleri ve ön bilgileri önem kazanmıştır [63].

Türkiye'de yapılan köklü değişikliklerle eğitimdeki ilerleme henüz istenilen düzeyde değildir. Bu değişikliklerin yapılmasında PISA ve TIMSS gibi uluslararası değerlendirme sınavlarının etkisi oldukça fazladır. PISA 15 yaş grubu öğrencilerin okulda edindikleri bilgi ve yetkinlikleri günlük hayatta kullanabilme becerisini ölçmeyi hedefleyen, fen ve matematik okuryazarlığı, okuma becerileri gibi üç ana başlıkta ölçüm yapan uluslararası değerlendirme programıdır [63]. TIMSS ise dördüncü ve sekizinci sınıf düzeyindeki öğrencilerin fen ve matematik alanlarında kazandıkları bilgi ve becerilerin değerlendirilmesi için yapılan uluslararası

değerlendirme sınavıdır [82]. PISA 2015 sonuçlarına göre fen okuryazarlığına yönelik duyuşsal özellikler incelendiğinde Türkiye'deki öğrencilerin ilgisi OECD ortalamasından daha yüksektir; fakat fen okuryazarlığı başarı testi ve matematik okuryazarlığına bakıldığında OECD ortalamasının gerisinde olduğumuz görülmektedir [83].

Aydeniz ve Bilican (2017) FeTeMM tartışmalarının yarattığı iklimin ülkemizdeki FeTeMM eğitimine katkı sağlaması için yapılması gereken çalışmaları aşağıdaki gibi açıklamıştır [54]:

- *FeTeMM'in tanımlanması için ulusal düzeyde bu konuda yetkinliği olan uzmanlarla, çeşitli tartışmaların sistematik, düzenli ve sürdürülebilir bir şekilde başlatılması gerekmektedir.*
- *FeTeMM'in tanımı yapıldıktan sonra, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji eğitimiyle ilgili söz sahibi özel, sivil ve resmi kurumların inisiyatif alıp öğretim programı çalışmalarına başlaması gerekmektedir.*
- *FeTeMM'le ilgili öğrenme aktivitelerinin geliştirilmesi için devlet ve iş dünyasının maddi ve manevi desteklerinin kazanılması gerekmektedir.*
- *FeTeMM öğretim programı çabalarının etkin, anlamlı ve adil bir şekilde yurdun her tarafında, herkesi kapsayacak şekilde uygulanabilmesi için öğretmen eğitimi ve öğretim kalitesi çok büyük bir önem arz etmektedir.*

Öğretmen yetiştirme kurumlarımızın FeTeMM öğretmen yetiştirme öğretim programlarını yeniden gözden geçirip güncellemeleri sağlanmalıdır. Bu konuda üç noktaya dikkat edilmelidir [54]:

- 1) *Öğretmen adaylarını FeTeMM entegrasyonu için büyük önem arz eden mühendislik tasarım bilgi becerileriyle donatmak.*
- 2) *FeTeMM entegrasyonunun felsefesi ve pedagojisi ile ilgili bilgi, model ve becerilerle donatmak.*
- 3) *Öğretmen adaylarına FeTeMM için kaliteli uygulama tecrübeleri kazandırmak [54].*

Ülkemizde TÜBİTAK tarafından yayımlanan “ Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları, 2003 – 2023 Strateji Belgesi” nde 2023 Türkiye vizyonuna erişebilmek için gerekli olan en önemli faktörün bilim ve teknoloji olduğu belirtilmiştir. Bunun

yanında bilim ve teknolojiden yararlanılarak yeni ürün ve hizmetler, yeni üretim ve dağıtım yöntemleri ve yeni sistemler yaratabilme kabiliyetine erişmek gerektiği de ifade edilmiştir [84].

ABD’de uygulanan STEM ile bunun Türkiye’deki karşılığı olan FeTeMM arasında belirgin farklar bulunmaktadır, bunlar:

- Türkiye’de FeTeMM alanlarında çalışan işgücünde nicelik anlamında artışa ihtiyaç olmaması
- Türk toplumunun bilime yönelik tutumlarının olumsuz olduğuna yönelik ciddi bir kanıt olmaması
- FeTeMM’in Türk müfredatının katı ve merkezi yapısında uygulanabilirliğinin olmaması şeklinde sıralanabilir [57].

Ülkemizde YEĞİTEK tarafından 2017 yılında 42.207 öğretmene yönelik gerçekleştirilen “Küresel STEM Yaklaşımları” araştırmasının sonucunda öğretmenlerin % 85,4’ü, STEM etkinlikleriyle ders işlemenin faydalı olduğunu, % 88,3’ü, öğrencilerin FeTeMM etkinlikleriyle derse olan ilgilerinin arttığını ve % 88,4’ü, öğrencilerin başarılarının arttığını belirtmiştir. YEĞİTEK, FeTeMM etkinliklerinin nasıl uygulanacağına yönelik öğretmenlerin sorularını açıklığa kavuşturmak için “STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabı”nı yayımlamıştır. MEB, İl Milli Eğitim Müdürlükleri’ne FeTeMM projesi hazırlama öğretmen gruplarının oluşturulması için yetki vermiştir. Burada amaç okullarda farklı branşlardan (anaokulu öğretmeni, sınıf öğretmeni, kimya, biyoloji, matematik, fen, mobilya teknolojisi, makine teknolojisi, metal teknolojisi vb.) öğretmenlerin bir araya gelerek disiplinlerarası bir şekilde çalışmayla öğrencilerle birlikte FeTeMM projeleri tasarlamak ve uygulamalarını sağlamaktır. Bu ekipler anaokulundan üniversiteye kadar her düzeyde oluşturulabilir. Bunların yanında YEĞİTEK, 2014 yılından bu yana Scientix Projesi’nin Türkiye temsilciliğini yapmaktadır. Scientix Projesi, Avrupa Okul Ağı (European Schoolnet) tarafından yürütülmektedir. Bu projenin amacı öğrencilerini bilim insanlığına ve mühendislik alanlarına yönlendirmek amacıyla, FeTeMM projeleri geliştiren öğretmenler için bir topluluk oluşturmak ve bu alanlara ilgili öğrencilerin teşvik edilmesini sağlamaktır [85].

2.3.3. FeTeMM Okuryazarlığı

Ensari (2017)'nin aktardığına göre Balka (2011) FeTeMM okuryazarlığını, kompleks problemleri anlamak ve bu problemlere yenilikçi çözümler üretmek amacıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinden kavramları bütünleştirerek uygulamak şeklinde tanımlamıştır [86].

Ceylan (2014) çalışmasında FeTeMM okuryazarlığının birbiriyle ilişkili ve birbirini tamamlayıcı dört bileşenden oluştuğunu ifade etmiştir. Bu bileşenleri şu şekilde açıklamıştır [69]:

- FeTeMM alan bilgisini kazanmak ve bu bilgileri yeni bilgi edinirken kullanmak.
- FeTeMM disiplinlerine ait tasarım ve analiz süreçlerini içeren karakteristik özellikleri araştırmak.
- FeTeMM ile ilişkili konuların ve fikirlerin birbiriyle bütünleşerek etkili ve üretken bireyler yetişmesine olanak sağlamak [69].

Deveci (2017)'nin aktardığına göre FeTeMM okuryazarlığı dört boyutta (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) ele alınmaktadır. Bu boyutlar aşağıdaki gibi açıklanmıştır [87]:

1) *Bilimsel okuryazarlık*: Ekonomik üretkenlik için gerekli olan bilimsel kavram ve süreçler hakkındaki bilgi ve anlayışı kapsar. Bu süreç bilimsel bilgiyi kullanma yeteneğini ve hayat, sağlık, toprak, çevre, teknoloji konularında feni ilgilendiren kararları anlama ve bu süreçlere katılmayı kapsamaktadır.

2) *Teknoloji okuryazarlığı*: Teknolojiyi kullanabilme, teknolojiyi anlama ve değerlendirme kapasitesi olarak düşünülebilir veya çözüm üretmede ve hedeflere ulaşmada gerekli teknolojik ilkeleri anlama ve değerlendirme kapasitesi olarak ifade edilebilir.

3) *Mühendislik okuryazarlığı*: Ekonomik ve verimli yapıların, makinelerin, sistemlerin tasarımı, imalatı ve işletilmesi gibi pek çok konuda sistematik ve yaratıcı bir biçimde uygulama yeteneği olarak ifade edilebilir.

4) *Matematik okuryazarlığı*: Matematiğin tanımlanması, anlaşılması ve hayata dahil edilmesi kapasitesidir [87].

FeTeMM okuryazarlığını anlamak için, FeTeMM'i oluşturan bileşenleri ve bunların arasındaki ilişkileri anlamak ve tanımlamak gerekir. Bu bileşenler şu şekilde açıklanabilir [88]:

- Bilimsel okuryazarlık: Doğal dünyayı anlamak ve onu etkileyen alanlarda (fizik, kimya, biyoloji, uzay bilimleri, çevre, teknoloji vb.) söz sahibi olabilmek için bilimsel bilgiyi kullanma yeteneğidir.
- Teknoloji okuryazarlığı: Teknolojiyi kullanma, yönetme, anlama ve değerlendirme becerisidir. Öğrenciler, yeni teknolojilerin nasıl kullanılacağını, nasıl geliştirildiğini, ulusumuzu ve dünyayı nasıl etkilediğini analiz etme becerilerine sahip olmalıdırlar.
- Mühendislik okuryazarlığı: Ürünlerin, süreçlerin ve sistemlerin mühendislik tasarım süreci yoluyla nasıl geliştirildiğinin anlaşılmasıdır. Mühendislik tasarımı, verimli ve ekonomik yapıların, makinelerin ve sistemlerin tasarımı, imalatı ve işletilmesi gibi bilimsel ve matematiksel prensiplerin sistematik ve yaratıcı bir şekilde uygulanmasıdır [88].

FeTeMM okuryazarlığı, herhangi bir disiplin yaklaşımıyla çözümlenemeyen zorlukları veya sorunları anlamak ve çözmek için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kavramlarını ve içeriğini tanımlama ve uygulama becerisidir. FeTeMM disiplinlerinin her biri, FeTeMM okuryazarlığı için gerekli düşünme yollarını içerir. FeTeMM okuryazarlığı FeTeMM'i oluşturan disiplinlerin toplamından fazlasıdır. FeTeMM okuryazarlığı iletişim, işbirliği, problem çözme ve sistematik düşünme gibi 21. yüzyıl becerileri kapsamında da yer almaktadır. [88].

2.3.4. 21. Yüzyıl Becerileri ve FeTeMM Eğitimi

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)'nin misyonu: “Düşünme, anlama, araştırma ve sorun çözme yetkinliği gelişmiş; bilgi toplumunun gerektirdiği bilgi ve becerilerle donanmış; millî kültür ile insanlığın ve demokrasinin evrensel değerlerini içselleştirmiş; iletişime ve paylaşıma açık, sanat duyarlılığı ve becerisi gelişmiş; öz güveni, öz saygısı, hak, adalet ve sorumluluk bilinci yüksek; gayretli, girişimci, yaratıcı, yenilikçi, barışçı, sağlıklı ve mutlu bireylerin yetişmesine ortam ve imkân sağlamaktır” [89]. Bu anlamda eğitim sistemimizin 21. yüzyıl becerilerine sahip öğrenciler yetiştirilmesine uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir.

21. yüzyıl bireyinin gerek eğitim yaşamında gerekse iş yaşamında başarılı olabilmesi için; yaratıcı ve eleştirel düşünebilen, başkaları ile işbirliği yapabilen, problem çözebilen ve yüksek iletişim becerisi olan, gerekli bilgiye ulaşmayı bilen, bilgiye ulaşırken teknolojiyi kullanabilen, yeni fikirlere açık, esnek ve uyumlu, sorumluluklarını bilen, öz-yönetimli ve inisiyatif sahibi, sosyal ve kültürel becerileri gelişmiş, üretken ve liderlik becerilerine sahip bir birey olması gerekmektedir [62]. Bu becerilerin ortaya çıkabilmesi için hangi becerinin nasıl öğretilmesi gerektiği, bu becerilerin neler olduğu gibi noktalara önem vermek gerekmektedir [63].

21. yüzyıl becerilerinin öneminden Aydeniz ve diğ., (2015) çalışmalarında şöyle bahsetmiştir [52]:

- Yaratıcılık: İlerleyen yıllarda standart işleri yapay zekayla çalışan makinelerin yapabileceği öngörülmektedir. Bu sebeple devlet veya özel sektörün süreçleri tanımlanmış ve sayısallaştırılmış işler için insan istihdam etmeyeceği düşünülmektedir. Tüm bu nedenler gençlerin yaratıcı düşünmesini gerekli kılmaktadır.
- Eleştirel Düşünme: “Veri madenciliği” gibi kavramlar günümüzde gittikçe daha fazla önem kazanmaktadır. İş yapmak için erişilecek ve anlamlandırılacak veri miktarı her meslekte hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu kadar yoğun veri içinden en doğru ve en güvenilir veriyi bulabilmek için bir anlamda “zihinsel süzgeç” görevi gören eleştirel düşünme becerisini kullanmak gerekmektedir.
- İşbirlikli çalışma: Tüm meslek alanlarında ayrıntı ve bilgi düzeyi gittikçe arttığından dolayı bu zamanda bir işi tamamlamak için diğer insanlarla işbirliği yapmak gerekmektedir.
- Problem çözme: Bir problem gördüğünde onu çözebilmek için harekete geçmektir. 21. yüzyıl becerilerinden en öncelikli olanıdır. Çünkü birey diğer becerileri problem çözmek için harekete geçtiği anda kullanacaktır [52].

Günümüzde başarılı olabilmek için 21. yüzyıl becerilerine sahip olmak gerektiğini düşünen liderler, politikacılar ve eğitimcilerin sayıları giderek artmaktadır; fakat öğrencilerin 21. yüzyılda ihtiyaç duydukları bu beceriler yeni değildir. Örneğin eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri gibi üst düzey düşünme becerileri, ilkel araçların gelişiminden itibaren kullanılagelmiştir [90].

21. yüzyıl becerilerinin destekçileri bu yüzyılda öğrencilerin ve toplumun sosyal ve ekonomik ihtiyaçlarına cevap verebilmek için eğitimde reform yapılması gerektiğini savunmaktadırlar. International and Comunication Technology (ICT)'nin yarattığı bilgi patlamasıyla dijital ortamlarda bilgiye erişmek, değerlendirmek ve organize etmek için yeni beceriler gerekmektedir [91].

ABD'nin 21. yüzyıl becerilerine yaklaşımı da dikkat çekicidir. Yenilikçi ve bilgiye dayalı bir ekonomide yoğun rekabet ortamında, sağlık alanında ve çevresel sorunlarla karşı karşıya olan dünyada toplumlarla rekabet edebilmek için, ABD halkının yaratıcılığı ve diğer üst düzey düşünme becerilerine sahip olması oldukça önemlidir. 21. yüzyıl becerilerinin, eğitimin rekabet gücünün ana kayası olduğu ve ekonominin motor gücü olduğu kabul edilmelidir. Eğitim sistemimiz, anaokuldan üniversiteye kadar öğrencilerimizin gelişimi için her yönüyle 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirebilecek duruma getirilmelidir [92].

Partnership for 21 st Century Skills (2009), 21. yüzyıl becerilerini aşağıdaki gibi açıklamıştır [92]:

- Öğrenme ve yenilik becerileri: Yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim ve işbirliğine odaklanmak bu beceriler arasında sayılabilir.
- Yaratıcılık ve inovasyon becerileri: Beyin fırtınası, yeni fikirler, analiz etme ve değerlendirme becerileri bu kapsamda sayılabilir.
- Kritik düşünme ve problem çözme becerileri: Mantığını kullanma, iyi analiz etme becerisi, sentez yapabilme, problem çözmeye istekli olma, karar verme becerisi vb. becerileri kapsamaktadır.
- İletişim ve işbirliği becerisi: Sözlü, sözsüz veya yazılı olarak etkili biçimde düşüncelerini ifade edebilme, ikna ve motive etme becerileri, birden çok medya aracını ve teknolojiyi kullanabilme becerisi, başkalarıyla işbirliği yapma becerilerini kapsamaktadır.
- Bilgi, medya ve teknoloji becerileri: İstedığı bilgiye erişebilme, bilgi edinme ve değerlendirme, bilgiyi kullanma ve yönetme, medyayı analiz edebilme, medyaya erişim ve kullanım ile ilgili ahlaki/yasal konular hakkında bilgili olma ve uygulama, medya ürünleri yaratma, bilgiye erişmek ve yönetmek için dijital teknolojileri (bilgisayarlar, medya oynatıcılar, GPS vb.) etkin bir biçimde kullanabilme bu kapsamdadır.

- Yaşam ve kariyer becerileri: Küresel düzeyde rekabetçi bilgi çağında, öğrencilerin yeterli yaşam ve kariyer becerilerini geliştirmeye özen göstermeleri gerekmektedir.
- Esneklik ve uyarlanabilirlik: Değişime uyum sağlama, farklı ortamlarda da etkili çalışabilme becerileri bu kapsamda ele alınabilir.
- İnisiyatif alma ve kendini yönlendirebilme: Hedeflerini ve zamanı iyi yönetme, hedeflerini başarılı bir şekilde belirleyebilme, kısa ve uzun vadeli hedefleri ortaya koyabilme, bağımsız çalışabilme, hayat boyu öğrenme becerisine sahip olma vb. beceriler bu kapsamda yer almaktadır.
- Sosyal ve kültürlerarası beceriler: Başkalarıyla etkili iletişim kurabilme, iyi bir dinleyici olma ve uygun zamanda konuşma, kültürel farklılıklara saygılı olma, farklı fikirlere değer verme, yeni fikirler edinebilmek için farklı kültürlerle iletişim kurma becerileri bu kapsamda yer alabilir.
- Liderlik ve sorumluluk becerileri: Projeleri yönetebilme, engeller ve baskılara rağmen hedefinden vazgeçmeme, planlı çalışma, zamanı iyi yönetme, görgü kurallarına uyma, ekibe saygı duyma, rehber olma, topluluğun çıkarını göz önünde bulundurma gibi beceriler bu kapsamda ele alınabilir.

Koştur (2017)'un aktardığına göre 21.yüzyıl becerileri dört grup altında ve on beceri olarak belirlenmiştir. Bunlar aşağıda sıralanmıştır:

- Düşünme yolları: Yaratıcılık ve yenilik; eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme; öğrenmeyi öğrenme; üstbilis.
- Çalışma yolları: İletişim; işbirliği (takım çalışması)
- Çalışma araçları: Bilgi okuryazarlığı; bilişim ve iletişim teknolojileri
- Dünyada yaşam: Vatandaşlık (yerel ve evrensel); yaşam ve kariyer becerileri; kişisel ve sosyal sorumluluk (kültürel farkındalık ve beceriler)” [64].

Akgündüz ve diğ., (2015)'na göre yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme ve işbirlikli çalışma gibi üst düzey düşünme becerilerinin, sanayi dönemi formatına sahip klasik eğitim anlayışı ile çocuklara kazandırılması mümkün görünmemektedir. Mevcut eğitim yaklaşımı; fen, matematik ve teknoloji içeriklerini öğrencilere birbirinden kopuk şekilde vermektedir. Fakat Gardner'ın ifade ettiği “makinelere yapamadığı işleri yapan” nesillerin tüm bu disiplinlerin (fizik, kimya, matematik, biyoloji vb.) ortaya koyduğu teorik bilgilerin teknoloji ve mühendisliğin

pratikliğiyle harmanlayarak yaşama değer katacak ürünler ortaya koymaları gerekmektedir [60]. Probleme dayalı FeTeMM eğitim anlayışının bu doğrultuda üst düzey becerilerin kazandırılması açısından iyi bir anlayış olduğu dűřünülebilir.

2.4. Műhendislik Tasarım Süreci

FeTeMM eğitimi uygulamaları genel olarak bir problemle başlar ve probleme çözümler bulmak için mühendislik tasarım süreci basamakları kullanılır. Műhendislik tasarım süreci yaklaşımında doğru problem için üretilen alternatiflerin hiçbiri başarı ölçütlerini gerekleştirmiyorsa tekrar beyin fırtınasıyla alternatif fikirler üretilir. Üstelik problem çözen fikirler bile daha iyi sonuç alabilmek adına tekrar düzenlenebilir [59]. Aşağıdaki alt başlıklarda, FeTeMM eğitiminde mühendislik ve mühendislik tasarım süreci basamakları hakkında bilgi verilmiştir.

2.4.1. FeTeMM Eđitiminde Műhendislik

“Műhendis” sözcüğünün Arapça “hendese”den (geometri) geldiği bilinmektedir. Bilginin kullanılarak insanların hayatını kolaylaştırması, tekerleğin icadından piramit, köprü gibi yapıların inşasına kadar birçok farklı uğraşı sonucu oluşmuştur. Tüm bunların yapımında geometri kullanıldığı için o dönemde bu uğraşların “hendese” yani geometri olarak adlandırılması yanlış görünmemektedir [59].

Műhendislik, insanların günlük yaşantısındaki somut ihtiyaçlarını karşılamak ve belli amaçlara ulaşabilmek için oluşturulan sistemli bir mekanizmadır. Aynı zamanda mühendislik: “Matematik ve temel bilimler alanında eğitim ve deneyim ile elde edilen bilgileri kullanarak, doğadaki malzemelerin ve güçlerin/enerjilerin en verimli biçimde yapılarla, makinelere, ürünlere ve proseslere/süreçlere dönüştürölmesidir” [94].

Műhendislik, toplumun ihtiyaçlarını karşılamak ve karşılaşılan problemleri çözebilmek için gerekli olan kompleks sistemleri tasarlamayı, analiz etmeyi ve bilişsel süreçleri uygulamayı gerektirir. Eđitimciler ve eğitim araştırmacıları, öğrencilerin daha zengin öğrenme ortamlarında öğrenim görebilmeleri için tasarım, problem çözümler ve mühendislik faaliyetlerinin faydalarını uzun süredir bilmektedirler. Bu nedenle, mühendislik tasarımının fen, matematik ve teknoloji

eğitimi için kullanılan popüler bir ğretim modeli olması Őaşırtıcı değildir. Tasarıma dayalı faaliyetler, bir alanın bilgi ve ilkelerinin derinlemesine öğrenilmesini sağlamanın yanında st düzey dŐnme becerilerini de desteklemektedir [95].

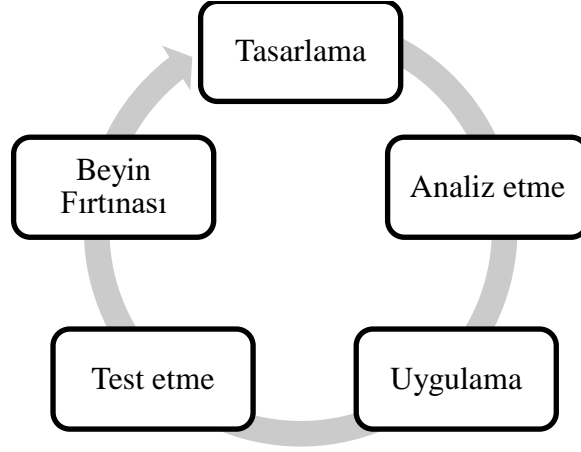
Mühendislik; bilim, matematik ve teknolojiyi kullanarak ürün ve süreçlerin oluŐturulmasını sağlayan bir alandır. Mühendisliğin amacı bazen canlılara yardım etmek (protez bacak geliştirilmesi vb.) iken bazen de bir sürecin daha hızlı iŐlemesini sağlamaktır; havaalanlarında uçakların kullandıkları kapıların zamanlaması gibi. Mühendisler her türlü ortamda her yerde çalıŐabilirler. Bazı mühendislik alanları bir ürün tasarımı için binaların içinde çalıŐırken bazıları yapılar inşa edebilmek için dıŐarıda çalıŐmaktadır [96].

2.4.2 Mühendislik Tasarım Süreç Basamakları

Mühendislik tasarım süreci sayesinde bir problemin zmne sistematik biçimde yaklaŐılabilmektedir. Tasarım süreci aşağıdaki gibi yedi adımdan oluşmaktadır [59]:

1. Problemi ve kısıtlamaları belirleme
2. Araştırma
3. Fikir retme
4. Üretilen fikirlerin analiz edilmesi
5. zm retilmesi
6. zmn test edilmesi, düzeltilmesi
7. Süreç hakkında iletişim kurma ve dŐnme

Tasarım süreci aŐama aŐama ilerledikten sonra sonlanan bir süreç değil, yenilenen bir süreçtir. Mesela herhangi bir adımda problemin yanlış belirlendiği anlaşılırsa tekrar baŐa dönülmelidir [59]. Tasarım sürecinin farklı versiyonları da bulunmaktadır. Daha çok ilk ve ortaokul düzeyinde kullanılması tercih edilen mühendislik tasarım süreci basamakları Şekil 2.1’de Şema Şeklinde sunulmuştur.



Şekil 2.1. Mühendislik Tasarım Sürecinin Şema İle Gösterimi [93]

Şekil 2.1’göre, mühendislik tasarım süreci mühendislerin bir problemi çözmek için üzerinde çalıştıkları bir dizi adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar aşağıdaki gibi açıklanabilir [93]:

1. Beyin fırtınası: Yaratıcı olmak için iyi düşünmek önemlidir. Tam olarak ne yapılmak istendiği ve projenin gereksinimlerinin neler olduğu belirlenmelidir.
2. Tasarlama: Belirlenen ihtiyaçlar doğrultusunda en iyi tasarımı seçmek gerekmektedir. En uygun tasarım için bir şema çizilebilir. Bu şemada ürünün nasıl çalışacağı, hangi çevresel ve kültürel değerlendirmelerin yapılacağı, hangi materyal ve araçlara ihtiyaç duyulduğu, hangi analizlerin yapılması gerektiği ve ürünün çalışıp çalışmadığının nasıl test edilebileceği önceden belirlenmelidir. Tasarımda yaratıcılık, hayal gücünü kullanma ve mükemmellik için çaba gösterilmelidir
3. Analiz etme: Kullanılacak mevcut teknolojileri, yöntemleri araştırmak, birçok olası çözümü keşfetmek, karşılaştırmak ve analiz etmek gerekmektedir.
4. Uygulama: Ekipteki her bireye görevler verilmelidir. Prototip oluşturulmalıdır.
5. Test etme: Bir prototip oluşturduktan sonra tasarım hedeflere uygun mu değil mi test edilmelidir. Ürünün çalışıp çalışmadığı kontrol edildikten sonra hangi parçaların işe yaradığı hangilerinin yaramadığı tespit edilir. Ürünün olabildiğince iyi hale gelebilmesi için tasarım yenilenmelidir [93].

2.5. FeTeMM Eğitimi ile İlgili Çalışmalar

FeTeMM eğitimi ülkemizde olduğu gibi yurtdışında da birçok araştırmacının ilgisini çekmektedir. FeTeMM eğitimiyle ilgili yapılan çalışmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde ve yurtdışında yapılan çalışmaların bir kısmı alt başlıklar altında ele alınmıştır.

2.5.1 FeTeMM Eğitimi ile İlgili Yayımlanan Yurt İçi Çalışmalar

Yamak ve diğ., (2014) çalışmalarında FeTeMM etkinliklerinin 5.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve fene karşı tutumlarına etkisini araştırmışlardır. Yöntem olarak tek gruplu ön test- son test deneysel desen kullanmışlardır. Çalışmalarının sonucunda FeTeMM etkinliklerinin 5.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini ve fene karşı tutumlarını olumlu yönde etkilediği yargısına ulaşmışlardır [97].

İrkıçatal (2016) yüksek lisans tez çalışmasında mühendislik dizayn süreci doğrultusunda uygulanan FeTeMM içerikli okul sonrası etkinliklerin, yedinci sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket ünitesinin basit makineler konusundaki başarılarına, mühendislik ve teknoloji kavramlarına yönelik anlayışlarına, FeTeMM alanlarına dair tutumlarına ve ilgilerine etkisini tespit etmeyi amaçlamıştır. Tek grup deneysel desen kullanıldığı çalışmada, basit makineler başarı testi ölçeği, FeTeMM meslek alanları ilgi ölçeği, mühendislik ve fen tutum ölçeği ile mühendis ne iş yapar ölçeği, mühendislik nedir? ve teknoloji nedir? ölçekleri ile veri toplanmıştır. Verilerin analizi sonucunda okul sonrası FeTeMM içerikli etkinliklerin basit makineler konusunda öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği, FeTeMM meslek alanlarına ilişkin ilgilerini artırdığı, mühendislik ve fen ile ilgili tutumları üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır [53].

Şahin ve diğ., (2014) tarafından gerçekleştirilen, FeTeMM içerikli okul sonrası etkinliklerin öğrenciler üzerindeki etkilerinin araştırıldığı nitel durum çalışmasına ABD'deki bir okuldan öğrenciler katılmıştır. Çalışmanın sonucunda FeTeMM okul sonrası etkinliklerinin 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine katkı yapabilecek potansiyelde olduğu belirtilmiştir [98].

Sümen ve Çalışıcı (2016) tarafından gerçekleştirilen, çevre eğitimi dersinde FeTeMM eğitim yaklaşımının uygulandığı araştırmaya 42 öğretmen adayı katılmıştır. Araştırma, sınıf öğretmenliği lisans programının ikinci yılında öğretilen “çevre eğitimi” dersinin bir parçası olarak, FeTeMM faaliyetlerinin araştırmacılar tarafından tasarlanması ve uygulanmasını içermektedir. Çalışmada, FeTeMM faaliyetlerinin uygulanmasından sonra öğretmen adaylarının kavram haritaları ve FeTeMM eğitime ilişkin görüşleri incelenmiştir. Çalışmada öğretmen adaylarının oluşturdukları kavram haritalarının incelenmesi sonucunda, FeTeMM eğitimi konusunda zengin bir kavramsal yapıya sahip oldukları ve FeTeMM’i çevre eğitimi ile ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Aktivitelerden sonra yapılan görüşmelerde, öğretmen adayları, FeTeMM eğitimini aktif, kolay ve eğlenceli bir eğitim olarak gördüklerini belirtmişlerdir [99].

Karahan ve diğ., (2016)’nin çalışmalarının amacı sekizinci sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji derslerine yönelik tutumları üzerine FeTeMM eğitime entegre medya tasarım süreçlerinin etkilerini ve öğrencilerin bu tasarım süreçleri hakkındaki görüşlerini ortaya koymaktır. On dört haftalık çalışmaya bir devlet okulundan yirmi bir ortaokul öğrencisi katılmıştır. Bulgular FeTeMM 'e entegre olan medya tasarım süreçlerinin katılımcı öğrencilerin bilim ve medya tasarım etkinliklerine yönelik tutumlarını olumlu etkilediğini ortaya koymuştur [100].

Karakaya ve Avgın (2016) çalışmalarında, ortaokul öğrencilerinin (6 - 7. ve 8. sınıflar) FeTeMM'e yönelik tutumlarına, demografik özelliklerin etkisini araştırmıştır. Çalışma 581 ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Toplanan verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi için bağımsız t-testi, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin anne ve baba eğitim düzeyinin FeTeMM'e yönelik tutumlarda önemli derecede etkili olduğu ancak tutumların cinsiyete ve sınıf düzeyine bağlı olmadığı tespit edilmiştir [101].

Ceylan (2014) yüksek lisans tez çalışmasında 8.sınıf fen bilimleri dersinde yer alan asitler ve bazlar konusunda FeTeMM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına, yaratıcılık ve problem çözme becerilerine etkilerini araştırmıştır. Öntest-sontest kontrol gruplu deneme modelindeki araştırma, 2013-2014 eğitim öğretim

yılında 56 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda ise deney grubunun akademik başarı, yaratıcılık ve problem çözme becerileri bakımından daha başarılı olduğu görülmüştür [69].

Marulcu ve Sungur (2012) tarafından yapılan çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik ve mühendislik ile ilgili algıları ve yöntem olarak mühendislik – dizayna bakış açıları incelenmiştir. Veri toplama aracı olarak anketin kullanıldığı çalışmaya, son sınıf öğrencisi 44 fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Çalışmada öğretmen adaylarının % 48'i mühendisliği önemli olarak görürken, % 29'u bu konuda kararsız kalmıştır. Öğretmen adaylarının %46'sının mühendislik sürecine ve mühendisliğe aşina olduğu ortaya çıkarken % 29'unun aşina olmadığı görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının % 60'ının mühendislerin sözel becerilerinin gelişmemiş olduğunu, % 83'ünün mühendislerin matematik becerilerinin gelişmiş olduğunu düşündüğü belirlenmiştir [102].

Aydeniz ve diğ., (2015) tarafından hazırlanan STEM Eğitimi Türkiye Raporu'nda Türkiye'de FeTeMM hakkında farkındalık yaratmak, sivil toplum kuruluşları, üniversiteler, diğer eğitim kurumları ve politikacıları FeTeMM eğitiminin önemi hakkında bilgilendirmek ve Türkiye'ye özgü eğitim programları geliştirmek amaçlanmıştır [52].

Yıldırım ve Altun (2015) çalışmalarında FeTeMM eğitimi ve mühendislik uygulamaları ile ilgili deneysel bir çalışma yapmışlardır. Çalışmaya üçüncü sınıf öğrencisi 83 fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Deney grubunda FeTeMM eğitimi ve mühendislik uygulamalarına göre ders işlenmiş olup, kontrol grubunda ise normal bir şekilde dersler devam etmiştir. Çalışmanın sonucunda deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuş ve FeTeMM eğitimi ve mühendislik uygulamalarının öğrenci başarısını geliştirmede etkili olduğu sonucuna varılmıştır [58].

Gülhan ve Şahin (2016) çalışmalarında, FeTeMM entegrasyonunun ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisini incelemiştir. Araştırmalarında ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanmışlardır. Kontrol grubundaki katılımcı sayısı 27, deney grubunda ise 28'dir. Araştırmada veri toplama aracı olarak FeTeMM algı testi ve FeTeMM tutum testi kullanılmıştır. Kontrol grubuna MEB fen bilimleri ders kitabındaki sorgulamaya

dayalı etkinlikler uygulanmıştır. Deney grubuna ise bu etkinliklere ek olarak araştırmacıların geliştirdiği FeTeMM etkinlikleri uygulanmıştır. Araştırma sonucunda FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarını geliştirdiği sonucu ortaya çıkmıştır [73].

Hacıömeroğlu ve Bulut (2016) çalışmalarında Lin ve Williams (2015) tarafından geliştirilen entegre FeTeMM öğretimi yönelim ölçeği Türkçe formunun geçerlik ve güvenirlik çalışmasını yapmışlardır. Bu formu 253 sınıf öğretmeni adayına uygulamış olup adayların bu konuya ilişkin görüşlerini belirlemeye yönelik ölçme aracı elde etmeyi amaçlamışlardır. Türkçeye uyarlanan ölçme aracının sınıf öğretmeni adaylarında kullanılabilecek geçerli ve güvenilir bir araç olduğu sonucuna ulaşmışlardır [103].

Akaygun ve Aslan (2016) çalışmalarında kimya ve matematik öğretmenlerinin hizmet öncesi FeTeMM kavramlarının, işbirliği ile öğrenmeyi destekleyen bir FeTeMM modülü (CLT-STEM) yardımıyla nasıl değiştirdiğini araştırmışlardır. Analizlerin sonuçları, hizmet öncesi kimya ve matematik öğretmenlerinin büyük bir kısmının FeTeMM kavramları düzeylerinin arttığını ortaya koymuştur [104].

2.5.2. FeTeMM Eğitimi ile İlgili Yayımlanan Yurt Dışı Çalışmalar

Kim ve diğ., (2015) çalışmalarında robotik kullanarak FeTeMM derslerini öğretmenlerin nasıl tasarlayacağını ve uygulayabileceğini öğretmenlere yardımcı olmak amacıyla gerçekleştirmiştir. Bu çalışmayla robotik kullanımının FeTeMM disiplinlerine katılımı arttırdığı, öğretmenlerin aktif ve dikkatli biçimde öğrendiği, FeTeMM'e olan ilgiyi, tutumu ve diğer duyuşsal özellikleri arttırdığı görülmüştür. Bu bulgular sayesinde robotik kullanımının FeTeMM öğretimini geliştirmeye yönelik olarak kullanılabileceği görülmektedir [105].

Rehmat (2015) çalışmasında, probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin alan bilgisi, eleştirel düşünme ve FeTeMM'e karşı tutumu üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırmada probleme dayalı öğrenmenin FeTeMM'e yönelik tutum ve üst düzey becerilerin kazanılmasında deney grubu lehine oldukça etkili olduğu ortaya çıkmıştır [7].

Capobianco ve diğ., (2011) çalışmalarında öğrencilerin mühendisler konusundaki görüşlerini incelemiştir. Çalışmada ilköğretim öğrencilerinin mühendislik konusundaki düşüncelerinin belirlenmesi ve bu düşüncelerin, sınıf düzeyi, cinsiyete göre değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma birinci sınıftan beşinci sınıfa kadar yaklaşık 400 öğrenciyle yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin mühendisleri işçi veya teknisyen olarak tanımladıkları, mühendisliğin araç, motor ve aletlerin tamir edilmesi, inşa edilmesi veya kullanılmasıyla ilgili bir alan olduğunu düşündükleri görülmüştür. Öğrencilerin yarısından fazlasının mühendisleri erkek olarak çizdikleri gözlemlenmiştir [106].

Şahin ve Top (2015) çalışmalarında “Harmony Public Schools” tarafından geliştirilen yeni bir FeTeMM öğretim yaklaşımını incelemiştir. Çalışmada lise öğrencileri ile yarı yapılandırılmış 11 görüşme yapılmıştır. Çalışma bulguları, öğrencilerin çoğu zaman aktif öğrendiklerini ve bulgularını sınıf arkadaşları ile paylaştıklarını ortaya koymuştur. Ayrıca çalışma, FeTeMM eğitiminin öğrencilerin FeTeMM konularını daha iyi öğrenmesine, FeTeMM meslek alanlarına ilgi geliştirmelerine, üniversite ve meslek hayatları için beceriler geliştirmelerine yardımcı olduğunu ortaya çıkarmıştır [65].

Kier ve diğ., (2014) çalışmalarında, FeTeMM kariyerlerine yönelik ilgiyi belirleyen bir ölçme aracı geliştirmişlerdir. Ölçme aracının güvenilirliğini ve psikometrik özelliklerini araştırmak için, 44 maddelik anket, öncelikli olarak ABD'nin güney doğusundaki kırsal ve yoksul bölgelerinde yaşayan bini aşkın ortaokul öğrencisine (6-8. sınıflar) uygulanmıştır. Analizler, FeTeMM kariyer ilgi alanları ölçeğinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alt ölçeklerinin ayrı ayrı veya birlikte uygulanmasını sağlayan dört adet güçlü, disipline özgü alt ölçeğe sahip olduğunu göstermektedir. Bu araştırma FeTeMM kariyer ilgi ölçeğinin, orta öğretim düzeyinde bulunan öğrencilerin FeTeMM kariyerlerine yönelik ilgilerini araştırmak, mesleki gelişimlerini değerlendirmek için yararlı olduğunu göstermektedir [107].

Mahoney (2010)'in çalışmasının amacı, öğrencilerin FeTeMM alanlarına ve FeTeMM eğitimine yönelik olarak sergiledikleri tutum düzeyini ölçmek için bir ölçme aracı geliştirmektir. Araştırmacı tarafından ilgi, yetenek ve değer olmak üzere üç ana bileşen belirlenmiştir. Tanımlanan her bir ana bileşenin güvenilirlik katsayıları

0,70'in üzerindedir. Analiz sonuçlarına göre erkek öğrencilerin, kız öğrencilere göre FeTeMM'e yönelik daha olumlu bir tutuma sahip olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, yararlı bir ölçme aracının geliştirildiği ve bu ölçme aracının FeTeMM eğitimi için de iyi bir tutum ölçme aracı olduğu görülmüştür [108].

Lou ve diğ., (2011) çalışmalarında, probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin lise seviyesindeki kız öğrencilerin FeTeMM'e yönelik tutumlarına etkisini araştırmışlardır. Çalışmaya, onuncu sınıf öğrencilerinden toplam 40 öğrenci katılmıştır. Çalışmanın sonucunda PDÖ yönteminin öğrencilerin FeTeMM'e yönelik olumlu tutum sergilemelerine, gelecekteki kariyerlerini planlamalarına, yeteneklerinin gelişmesine ve FeTeMM bilgi entegrasyonunu sağlamalarına yardımcı olabileceği ortaya çıkmıştır [109].

Tseng ve diğ., (2013) çalışmalarını, proje tabanlı öğrenmeye FeTeMM'i entegre ederek gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerin FeTeMM'e yönelik tutumlarını incelemek için proje tabanlı öğrenme aktivitesinden önce ve sonra anketler ve yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Anketin sonuçlarına göre öğrencilerin mühendislik konusundaki tutumları önemli ölçüde değişmiştir. Çalışmanın sonucunda, proje tabanlı öğrenme ile FeTeMM'in birleştirilmesiyle, FeTeMM alanlarında anlamlı ve aktif öğrenme imkânı sağlanabildiği ve öğrencilerin FeTeMM'e yönelik tutumlarını olumlu etkileyebildiği ifade edilmektedir[110].

Becker ve Park (2011)'in gerçekleştirdikleri metaanaliz çalışmanın amacı FeTeMM'in ve diğer bütünleştirici yaklaşımların öğrencilerin öğrenmelerine etkileri üzerine mevcut araştırmalardan elde edilen bulguları sentezlemektir. Araştırma için yirmi sekiz çalışma seçilmiştir. Sınıf düzeylerine bakıldığında, bütünleştirici yaklaşımların etkileri ilköğretim düzeyinde en büyük etki boyutunu göstermekteyken üniversite düzeyinde ise en küçük etki boyutunu göstermiştir. Entegrasyon tiplerine bakıldığında ise FeTeMM, dört disiplinin entegrasyonu, en büyük etki boyutuna sahipken, mühendislik-matematik ve matematik-fen-teknoloji en küçük etki boyutunu göstermiştir. Buna ek olarak, bütünleştirici yaklaşımlarda başarı ile ilgili olarak FeTeMM yaklaşımı en yüksek etki boyutunu göstermiştir. Bu metaanaliz çalışmasının sonuçları, FeTeMM konuları ile ilgili bütünleştirici yaklaşımların

öğrencilerin öğrenmesi üzerinde olumlu etkilere sahip olduğunu ortaya koymaktadır [111].

Guzey ve diğ., (2014) çalışmalarında, FeTeMM eğitimi ve FeTeMM kariyerlerine yönelik öğrenci (4-6. sınıflar) tutumlarını ölçmek için bir anket geliştirmiş ve aynı okuldan 662 öğrenciye uygulamıştır. Anketin, STEM eğitim programlarının, FeTeMM eğitimi ve FeTeMM kariyerlerine yönelik tutumları üzerindeki etkinliğini değerlendirmek için yararlı bir araç olduğu görülmüştür [112].

Han ve diğ., (2015) çalışmalarında, FeTeMM ile birlikte kullanılan proje temelli öğrenme faaliyetlerinin, farklı başarı düzeylerine sahip öğrencileri etkileyip etkilemediğini araştırmıştır. Araştırmaya göre öğrencilerin kişisel özellikleri matematik başarısını etkilemiştir. FeTeMM ile birlikte kullanılan proje temelli öğrenme eğitimi, öğrencilerin performans seviyelerine göre matematik alanındaki başarısını etkilemiştir. Bu çalışmanın bulgularına bakıldığında, FeTeMM ile birlikte kullanılan proje temelli öğrenme eğitiminin düşük performans gösteren öğrencilere daha fazla yarar sağladığı ve başarı farkını azalttığı görülmektedir [113].

3. YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde araştırma modeline, çalışma grubunun özelliklerine, araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının nasıl geliştirildiğine, özelliklerine ve veri analizine ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada, kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin, ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, kavramsal anlama düzeyleri ile mühendislik ve teknoloji algıları üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla nicel araştırma yönteminden yararlanılmıştır.

Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden tek grup ön test – son test zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Bu deneysel desende tek bir grup olan deneklerin bağımlı değişkene ilişkin ölçümleri deneysel işlem öncesinde ön test ve deneysel işlem sonrasında son test olmak üzere aynı ölçme araçları kullanılarak elde edilir [114]. Bu araştırmanın bağımsız değişkeni kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM eğitimi, bağımlı değişkenleri ise akademik başarı, kavramsal anlama, mühendis imajı, mühendislik ve teknoloji algısıdır. Tek gruplu ön test-son test deneysel desen, en zayıf deneysel desenlerden biridir. Ancak yeni bir eğitim yaklaşımının uygulandığı araştırmalarda, tek gruplu deneysel desenin tercih edilmesinin, araştırmanın doğasından kaynaklandığı belirtilmektedir [115]. Mühendislik tasarım sürecinde gerçekleştirilen kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM eğitimi, öğrenciler için yeni bir eğitim yaklaşımı olduğundan, bu araştırmada tek gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Modelin simgesel görünümü Tablo 3.1’de sunulmuştur.

Tablo 3.2. Tek Grup Ön Test-Son Test Modelinin Simgesel Görünümü

G ₁	O _{1.1}	X	O _{1.2}
G: Grup	X: Bağımsız değişken düzeyi	O: Ölçme, gözlem	

Modele göre $O_{1.2} > O_{1.1}$ olması halinin “X” den dolayı olduğu kabul edilir [114].

3.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu 2017 – 2018 eğitim-öğretim yılında Manisa ilinin Akhisar ilçesindeki bir devlet okulunda beşinci sınıfta öğrenim görmekte olan 17 öğrenci oluşturmuştur. Çalışma grubunun cinsiyete göre dağılımı Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Çalışma Grubunun Cinsiyete Göre Dağılımı

Cinsiyet	N	%
Erkek	9	52.94
Kız	8	47.06
Toplam	17	100

Tablo 3.2’de görüldüğü üzere çalışma grubundaki öğrencilerin 8’i (%47.06) kız, 9’u (%52.94) ise erkek öğrencidir.

3.2.1. Pilot Uygulama Çalışma Grubu

Araştırmanın pilot uygulaması 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Manisa ilinin Akhisar ilçesindeki bir devlet okulunda gerçekleştirilmiştir. Uygulama Akademik Başarı Testi (ABT) ve Kavramsal Anlama Testinin (KAT) geçerlik ve güvenilirlik çalışması için yapılmış olup, katılımcı sayısına ait veriler Tablo 3.3’te sunulmuştur.

Tablo 3.3. Akademik Başarı Testi ve Kavramsal Anlama Testi Çalışma Grubu

Test	N
ABT	330
KAT	354
Toplam	684

Tablo 3.3’ e göre akademik başarı testinin pilot uygulamasına 330, kavramsal anlama testinin pilot uygulamasına ise 354 öğrenci katılmıştır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada öne sürülen problem ve alt problemlere cevap bulabilmek için tek gruba ön test – son test olarak aşağıdaki testler uygulanmıştır.

- Akademik Başarı Testi: Öğrencilerin “Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme” ünitesiyle ilgili bilgi düzeylerini ölçmeyi amaçlamaktadır.
- Kavramsal Anlama Testi: Öğrencilerin “Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme” ünitesiyle ilgili kavramları anlama düzeylerini belirlemeyi amaçlamaktadır.
- Mühendislik Nedir? ve Teknoloji Nedir? Ölçeği: Araştırmaya katılan öğrencilerin mühendislik ve teknoloji hakkında neler bildiklerini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır.
- Bir Mühendis Çiz Testi: Öğrencilerin mühendisleri nasıl gördüklerini ve nasıl düşündüklerini çizim yoluyla ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır.

3.3.1 Akademik Başarı Testi

Akademik başarı testi beşinci sınıf “Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme” ünitesi kapsamında çoktan seçmeli olarak 5. sınıf fen bilimleri ders kitabı [116] ve 5. sınıf fenito akıllı test kutusu – z kitap [117] yararlanılarak oluşturulmuştur. Akademik başarı testindeki 25 soru ve kavramsal anlama testindeki 8 soru ünite kazanımlarına uygun olarak hazırlanmıştır. Akademik başarı testinin pilot uygulama çalışması 5., 6., 7. ve 8. sınıflardan toplam 330 öğrenciyle, kavramsal anlama testinin pilot uygulama çalışması ise 5., 6., 7. ve 8. sınıflardan toplam 354 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir.

Güvenirlik ve geçerlik bir ölçme aracında bulunması gereken en önemli psikometrik özelliklerdir. Test kapsam açısından ölçmeye konu olan davranışları yeterli derecede temsil etmelidir [118]. Kan (2009)’ın aktardığına göre güvenilirlik, birbiri ardına yapılan denemelerden aynı sonucun elde edilmesidir [118]. Güvenirlik, bireylerin test sorularına verdiği cevapların tutarlılığı ya da testin ölçmek istediği davranışları ne kadar ölçtüğüyle ilgilidir [118]. Tan (2006)’a göre KR 20 güvenilirlik katsayısı, tek seferde uygulanan bir ölçme aracının iç tutarlılık ölçüsünü gösteren bir güvenilirlik katsayısıdır [120]. Bunun yanında Tan (2006)’ın aktardığına göre yaklaşık 10-15 maddeden oluşan testlerde KR 20 değerinin 0.50 kadar düşük olsa bile yeterli

olacağı fakat 50 maddenin üzerindeki testler içinse KR 20 değerinin en az 0.80 olması gerektiği ifade edilmiştir [120].

Akademik başarı testinin pilot uygulamasının güvenilirlik analizi TAP (Test Analysis Program) programıyla yapılmıştır. Akademik başarı testi pilot uygulamasına ait TAP analiz programı sonucunda elde edilen güvenilirlik analizi sonuçları Tablo 3.4’te sunulmuştur.

Tablo 3.4. Akademik Başarı Testine Ait Güvenirlik Analizi Sonuçları

Ortalama madde güçlüğü	0.55
Ortalama ayırtecilik indeksi	0.54
Ortalama nokta çift serili korelasyon katsayısı	0.46
KR_{20} Güvenirlik Katsayısı	0.84
Standart Sapma	5.45

Büyüköztürk (2015)’e göre bir testin güvenilirlik katsayısının 0.70 ve üstü değerinde olması testin güvenilirliği için yeterlidir [119]. Teste ait KR 20 güvenilirlik katsayısı olan 0.84 değeri, 0.70 değerinden büyük olduğu için testin güvenilir olduğu söylenebilir.

Tan (2006)’ a göre madde güçlüğü 0.00 ise o maddenin doğru cevaplanma oranının sıfır olduğu başka bir ifadeyle kimsenin o maddeyi doğru cevaplayamadığı yani çok zor bir madde olduğu anlamına gelir. Bunun yanında eğer madde güçlüğü 1.00 bulunmuşsa o madde tüm öğrenciler tarafından doğru cevaplanmış olup çok kolay bir madde olduğu anlamı çıkmaktadır yani madde güçlüğü 0.00’a yaklaştıkça madde zorlaşmakta, 1.00’e yaklaştıkça madde kolaylaşmaktadır. Bu sebeple testlerde uygun madde güçlüğü yaklaşık 0.50 olmalıdır, bu sayede bilenle bilmeyen ayırt edilebilir [120].

Bir testteki maddelerin, madde ile ölçmesi beklenen özelliğe sahip olan ve olmayanları birbirinden ayırt edebilmesi istenir. Maddenin bu özelliği ayırt edicilik indeksi olarak adlandırılır. Madde ayırıcılık indeksinin olabildiğince +1’e yakın olması istenir; çünkü böyle maddeler bütün test için ölçülen özelliğe sahip olan ve olmayanları ayırt edebilen maddelerdir [121]. Başer (1996)’in aktardığına göre

ayırıcılık indeksi 0.40 ve üzerinde olan maddelerin ayırt etme gücü yüksek, 0.20 ile 0.39 arasında ayırıcılık indeksi olan maddelerin ayırt etme gücü orta, 0.19 ve altında olan maddelerin ayırt etme gücü düşüktür [122]. Bu bilgiler ışığında pilot uygulama sonucunda akademik başarı testindeki maddelerin ayırıcılık indeksi hesaplanmış ve maddelere ilişkin yorumlar Tablo 3.5’te verilmiştir.

Tablo 3.5. Geliştirilen Testteki Ayırıcılık İndeksine Göre Madde Dağılımına Ait Yorumlar

Ayırıcılık İndeksi (r_{jx})	Madde Sayısı	Yorum
$r_{jx} > 0.40$	24	Çok İyi
$0.30 < r_{jx} < 0.39$	6	Oldukça İyi
$0.20 < r_{jx} < 0.29$	3	Düzeltilmeli
$0.10 < r_{jx} < 0.19$	2	Ayıklanmalı

Tablo 3.5’e göre 24 maddenin ayırıcılık indeksi çok iyi, 6 maddenin ayırıcılık indeksi oldukça iyi, 3 maddenin ayırıcılık indeksi düzeltilmeli ve 2 madde ise testten ayıklanmalıdır.

330 öğrenciye uygulanan 35 soruluk başarı testi pilot uygulamasının madde güçlüğü ve ayırıcılık indeksi değerleri Tablo 3.6’ da sunulmuştur.

Tablo 3.6. Başarı Testinin Madde Güçlüğü ve Ayırıcılık İndeksi Değerleri

Madde Numarası	Doğru Yanıt	Madde Güçlüğü (p_j)	Ayırıcılık İndeksi (r_{jx})
1.	D	0.87	0.29
2.	C	0.93	0.17
3.	D	0.78	0.45
4.	B	0.45	0.23
5.	B	0.38	0.30

6.	D	0.76	0.42
7.	A	0.81	0.49
8.	C	0.69	0.68
9.	A	0.30	0.30
10.	A	0.78	0.42
11.	A	0.52	0.64
12.	B	0.73	0.47
13.	D	0.36	0.23
14.	D	0.66	0.60
15.	B	0.83	0.35
16.	A	0.49	0.60
17.	D	0.40	0.42
18.	B	0.45	0.60
19.	B	0.39	0.34
20.	B	0.44	0.51
21.	C	0.35	0.09
22.	C	0.59	0.53
23.	D	0.61	0.54
24.	D	0.47	0.60
25.	C	0.45	0.47
26.	C	0.44	0.56
27.	A	0.38	0.59
28.	A	0.52	0.56
29.	C	0.45	0.44
30.	C	0.41	0.54
31.	B	0.41	0.38
32.	C	0.42	0.41
33.	D	0.53	0.44
34.	D	0.48	0.54
35.	B	0.64	0.38

Tablo 3.6'daki analiz sonucuna göre, madde ayırıcılık indeksi 0.40 ile 0.50'ye yakın olan 25 soru seçilmiştir. Ayırt etme gücü 0.39 ve altında olan 10 maddenin (1., 2., 4., 5., 9., 13., 15., 19., 21. ve 35. maddeler) ayırt edicilik indeksi düşük olduğundan bu sorular testten çıkarılarak soru sayısı 25'e indirilmiştir. Testin son hali Ek 1'de sunulmuştur. Her bir maddenin ayırıcılık indeksinin değeri Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7. Çoktan Seçmeli Testte Ayırıcılık İndeksine Göre Madde Dağılımı

Ayırıcılık İndeksi (r_{jx})	Frekans	Madde numarası
0.10-0.19	2	2,21
0.20-0.29	3	1,4,13
0.30-0.39	6	5,9,15,19,31,35
0.40-	24	3,6,7,8,10,11,12,14,16,17,18,20,22,23,24,25,26,27,28,29,30,32,33,34

Tablo 3.7'ye göre ayırıcılık indeksi (r_{jx}) 0.10-0.19 olan 2 ve 21. sorular ile ayırıcılık indeksi (r_{jx}) 0.20-0.29 olan 1, 4 ve 13. sorular çıkarılarak testin güvenilirliğine ilişkin katsayılar tekrar hesaplanmıştır. Madde ayırıcılığı eşit olan 31. ve 35. maddelerden seçim yapılırken madde güçlüğü 0,50'ye en yakın olan 31. madde seçilmiştir.

Başarı testlerinde kapsam geçerliliğini sağlamak için belirtke tabloları hazırlamak gerekir. Belirtke tablosu, iki boyutlu olan ve bir boyutunda derse ait içerik diğer boyutunda ise kazandırılmak istenen hedef ve davranışlar bulunan tablodur [118]. İlk aşamada 35 soru olarak hazırlanan başarı testinin kapsam geçerliliğini sağlamak için belirtke tablosu hazırlanmıştır. Hazırlanan tablo Ek 2'de sunulmuştur. Belirtke tablosunun kapsam geçerliliğinin uygun olduğuna dair uzman görüşü alınmıştır.

Pilot uygulamanın güvenilirlik analizi yapıldıktan sonra seçilen 25 soruluk akademik başarı testinin 2018 yılı fen bilimleri 5. sınıf öğretim programındaki kazanımlara göre dağılımı Tablo 3.8' de sunulmuştur.

Tablo 3.8. Başarı Testine Ait Kazanımlar ve İlgili Soru Numaraları

Kazanım	İlgili Soru Numaraları
Kuvvetin büyüklüğünü dinamometre ile ölçer.	2,3,5,7,8
Sürtünme kuvvetine günlük yaşamdan örnekler verir.	1,10,17,18,20
Sürtünme kuvvetinin çeşitli ortamlarda harekete etkisini deneyerek keşfeder.	6, 10, 11, 18, 25
Kuvvetin, cisimlere hareket kazandırmasına ve cisimlerin şekillerini değiştirmesine yönelik deneyler yapar.	14, 16, 19
Günlük yaşamda sürtünmeyi artırma veya azaltmaya yönelik yeni fikirler üretir.	4,6,9,11,12,13,15,21,23
Katı, sıvı ve gaz ortamların maddeye sürtünme kuvveti uygulayacağını fark eder	22, 24, 25

Tablo 3.8 incelendiğinde kazanımlara uygun soruların testte yer aldığı görülmektedir. Akademik başarı testinin 330 öğrenciye uygulanan pilot uygulaması sonucunda öğrencilerin testten elde ettikleri puanlara ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 3.9’ da verilmiştir.

Tablo 3.9. Pilot Uygulamadan Elde Edilen Betimsel İstatistik Sonuçları

Öğrenci Sayısı	330
Soru Sayısı	35
Alınan en düşük puan	12
Alınan en yüksek puan	100
Ortalama puan	54.5

Tablo 3.9’a göre 330 öğrencinin katıldığı 35 soruluk akademik başarı testi pilot uygulamasından alınan en düşük puan 100 üzerinden 12, ortalama puan 54.5 en yüksek puan ise 100’dür.

3.3.2 Kavramsal Anlama Testi:

Kavramsal anlama testi soruları araştırmacı tarafından öğretim programı kapsamındaki kazanımlara uygun olarak hazırlanmıştır. Test üç adet kavram

karikatürü içeren (1., 2. ve 6. maddeler) soru, beş adet iki aşamalı (3., 4., 5., 7. ve 8. maddeler) soru olmak üzere toplam sekiz sorudan oluşmaktadır.

Kavramsal anlama testine ait pilot uygulamanın güvenilirlik analizi SPSS 25 (Statistical Package for the Social Sciences) paket programıyla yapılmıştır. Kavramsal anlama testine ait güvenilirlik analizi sonucu Tablo 3.10'da sunulmuştur.

Tablo 3.10. Testin Güvenirlik Analizi Sonucu

Güvenirlik Analizi	Değeri	Madde Sayısı
Cronbach's Alpha	0.73	8

Kavramsal anlama testine ait güvenilirlik katsayısı Cronbach's alpha değeri 0.73 bulunduğundan testin güvenilir olduğu söylenebilir. Herhangi bir madde çıkarıldığı anda kalan yedi soru ile analiz yapılırsa elde edilecek olan güvenilirlik derecesi Tablo 3.11'de sunulmuştur.

Tablo 3.11. Madde Çıkarıldığında Elde Edilen Cronbach's Alpha Değerleri

Madde No	1	2	3	4	5	6	7	8
Cronbach Alpha	0.72	0.71	0.68	0.71	0.71	0.72	0.71	0.68

Görüldüğü gibi hiçbir maddenin çıkarılması bizim sekiz soru ile elde ettiğimiz 0.73 Cronbach's Alpha değerinden büyük bir sonuç vermemiştir. Dolayısıyla güvenilirliği bozan bir soru yoktur ve hiçbir sorunun analizden çıkarılmasına gerek yoktur.

Kavramsal anlama testine ait maddelerin değerlendirilmesinde Ören ve diğ., (2012) tarafından oluşturulan aşağıdaki Tablo 3.12'den yararlanılmıştır [123].

Tablo 3.12. Kavram Karikatürlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Cevap Anahtarı

Değerlendirme Kriteri	Puan	100'lük puan
Doğru Cevap – Doğru Açıklama	3	100
Doğru Cevap – Kısmen Doğru Açıklama	2	67
Yanlış Cevap – Doğru Açıklama	2	67
Doğru Cevap – Yanlış Açıklama	1	34
Yanlış Cevap – Kısmen Doğru Açıklama	1	34
Yanlış Cevap – Yanlış Açıklama	0	0

Puanlama Kriteri

- Doğru Açıklama: Cevabın bilimsel olarak tüm yönleriyle ifade edildiği açıklama
- Kısmen Doğru Açıklama: Cevabın bilimsel olarak tüm yönleriyle ifade edilemediği ya da kavram yanlışlığı içeren açıklama
- Yanlış Açıklama: (1) Cevabın bilimsel olarak tamamen yanlış olduğu, (2) ilgisiz olduğu, (3) cevabın aynen tekrarlandığı, (4) tamamen kavram yanlışlığından oluşan açıklamalar, (5) boş bırakma

Sorulara verilen cevaba göre yukarıda verilen değerlendirme kriterleri göz önüne alındığında dördüncü ve beşinci soru dışındaki sorulara minimum 0, maksimum 3 puan verilmiştir. Dördüncü ve beşinci sorular için ise minimum 0 maksimum 1 puan verilerek değerlendirme yapılmıştır.

Kavramsal anlama testine ait soruların alınan puanlara göre cevaplanma oranı Tablo 3.13'te verilmiştir.

Tablo 3.13. Kavramsal Anlama Testine Ait Soruların Alınan Puanlara Göre Cevaplanma Oranı

Puan	Öğrencilerin Soruları Cevaplama Yüzdesi							
	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8
0	%27	%1	%25	%45	%71	%36	%81	%60
1	%52	%28	%17	%55	%29	%52	%5	%9
2	%12	%30	%8	%0	%0	%8	%3	%11
3	%10	%41	%50	%0	%0	%3	%11	%19

Tablo 3.13'e göre, öğrencilerin %27' si birinci sorudan 0 puan, %52 si 1 puan, %12 si 2 puan, %10' u 3 puan almıştır. Öğrencilerin % 1'i ikinci sorudan 0 puan, %28'i 1 puan, %30'u 2 puan ve %41'i 3 puan almıştır. Öğrencilerin % 25'i üçüncü sorudan 0 puan, %17'si 1 puan, %8'i 2 puan ve %50'si 3 puan almıştır. Öğrencilerin % 45'i dördüncü sorudan 0 puan, %55'i ise 1 puan almıştır. Öğrencilerin % 71'i beşinci sorudan 0 puan, %29'u 1 puan almıştır. Öğrencilerin % 36'sı altıncı sorudan 0 puan, %52'si 1 puan, %8'i 2 puan ve %3'ü 3 puan almıştır. Öğrencilerin % 81'i yedinci sorudan 0 puan, %5'i 1 puan, %3'ü 2 puan ve %11'i 3 puan almıştır. Öğrencilerin % 60'ı sekizinci sorudan 0 puan, %9'u 1 puan, %11'i 2 puan ve %19'u 3 puan almıştır.

Kavramsal anlama testine ait maddelerin betimsel analiz sonuçları Tablo 3.14'te verilmiştir.

Tablo 3.14. Kavramsal Anlama Testine Ait Maddelerin Betimsel Analizi

Madde No	Katılımcı Sayısı	Minimum Puan	Maksimum Puan	Ortalama Puan	Standart Sapma
s1	354	0	3	1.05	0.88
s2	354	0	3	2.12	0.85
s3	354	0	3	1.82	1.29
s4	354	0	1	0.55	0.50
s5	354	0	1	0.29	0.46
s6	354	0	3	0.79	0.74
s7	354	0	3	0.44	0.99
s8	354	0	3	0.89	1.22

Tablo 3.14'teki betimsel analiz sonuçlarına göre her bir soru 354 öğrenci için değerlendirilmiş ve ortalaması en yüksek olan sorunun ortalama puan değeri 2.12 olan ikinci soru olduğu belirlenmiştir. Puan ortalaması en düşük olan soru ise beşinci soru olup puan ortalaması 0.29' dur. Araştırmada kullanılan kavramsal anlama testi Ek 3'te sunulmuştur.

Kavramsal anlama testinin pilot uygulamasının ardından öğrencilerin “Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme” ünitesine ilişkin kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Bu kavram yanlışları ve ilgili oldukları kazanımlar Tablo 3.15’te verilmiştir.

Tablo 3.15. Kavramsal Anlama Testine Ait Kazanımlar, Kavram Yanlışları ve İlgili Soru Numaraları

Kazanım	Kavram Yanlışları	Soru Numarası
Kuvvetin büyüklüğünü dinamometre ile ölçer.	Dinamometre ile cisimlerin kütlesi ölçülür.	6
Basit araç gereçler kullanarak bir dinamometre modeli tasarlar.	Dinamometre yapımında kırılğan madde kullanılabilir.	5
Sürtünme kuvvetine günlük yaşamdan örnekler verir.	Sadece katılarda sürtünme vardır.	1 ve 2
Sürtünme kuvvetinin çeşitli ortamlarda harekete etkisini deneyerek keşfeder.	Fayans zeminde çok fazla sürtünme olduğu için cisimler daha kolay hareket eder.	2,3 ve 7
Günlük yaşamda sürtünmeyi artırma veya azaltmaya yönelik yeni fikirler üretir.	Gemilerin uç kısmının sivri olması sürtünmeyi arttırmak içindir.	3,4 ve 8

Tablo 3.15’ e göre öğrenciler genel olarak kütle ile ağırlık kavramını birbirine karıştırmakta, sürtünme kuvvetinin sadece katıları etkilediğini düşünmekte ve sürtünme kuvvetinin her zaman hareketi kolaylaştırıcı etkisi olduğunu düşünmektedir.

3.3.3 Bir Mühendis Çiz Testi

Knight ve Cunningham (2004) tarafından geliştirilen test çizime ek olarak açık uçlu sorulardan oluşmaktadır [124]. Literatürde öğrencilerin mühendis ve mühendislik algılarını ortaya çıkarmak için yaygın olarak kullanılan yöntem, “Bir Mühendis Çiz Testi (DAET)” dir. Bu test, öğrencilerin bilim insanına yönelik algılarını belirlemek için geliştirilen “Bir Bilim İnsanı Çiz Testi (DAST)” [125]

temel alınarak oluşturulmuştur. Boston Bilim Müzesi'ndeki araştırmacıların geliştirdiği DAET, çizime ek olarak açık uçlu sorular içermektedir [125].

Testin bir yüzünde öğrencilerden verilen bir çerçevenin içine bir mühendis çizimleri ve çizdikleri mühendise bir isim vermeleri istenmektedir. Diğer yüzünde ise “Çizdiğiniz mühendisin kişisel özellikleri nelerdir?, Çalışma ortamı nasıldır?, Ne tür işler yapar? Çizdiğiniz mühendis ne yapıyor?” şeklinde dört adet açık uçlu soru bulunmaktadır. Bir mühendis çiz testi Ek 4’te sunulmuştur.

3.3.4. Teknoloji Nedir? Anketi

Lachapelle ve diğ., (2006) tarafından geliştirilen ölçme aracı araştırmacılar tarafından ilköğretim öğrencilerinin teknoloji algılarını belirlemek için kullanılmıştır. Araştırmacılar aynı ölçme aracını ilkokul öğretmenlerinin teknoloji algılarını belirlemek için de kullanmıştır [126]. Ölçme aracının hem ilköğretim öğrencileri hem de ilkokul öğretmenleri ile yapılan araştırmalarda kullanılması ve anketteki görsel sayısının ortaokul seviyesindeki öğrenciler için de yeterli görülmesinden dolayı bu araştırmada beşinci sınıf öğrencilerinin teknoloji algılarını belirlemek için kullanılmıştır. Anket her birinin altında adlarının yer aldığı 16 görselden oluşan bir bölüm ile bir açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Açık uçlu soru “Bir şeyin teknoloji olup olmadığını nasıl anlarsınız?” şeklindedir. Öğrencilerden görseller içerisinde teknoloji ile ilişkili olduğunu düşündüklerini daire içine almaları ve açık uçlu soruyu yanıtlamaları istenmiştir. Ankette yer alan görsellerden birkaç örnek; ayakkabı, cep telefonu ve kuş olarak verilebilir. Anket aracılığı ile öğrencilerin görseller içerisinde teknoloji örneklerini doğru bir şekilde tanımlama yetenekleri ile ilgili veriler elde edilmesi ve teknoloji algılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Teknoloji Nedir? Anketi Ek 5’te sunulmuştur.

3.3.5. Mühendislik Nedir? Anketi

Mühendislik nedir? anketi Lachapelle ve diğ., (2006) tarafından ilköğretim öğrencilerinin mühendis algılarını değerlendirmek için geliştirilen bir ölçme aracıdır. Araştırmacılar aynı ölçme aracını ilkokul öğretmenlerinin mühendis algılarını belirlemek için de kullanmıştır [126]. İlköğretim öğrencileri için kullanılan anket, her birinin altında kısa açıklamaların yer aldığı işyerinde çalışan kişilere ait 16 görselden oluşan bir bölüm ile boşluk doldurma sorusundan oluşmaktadır. İlkokul öğretmenleri

için kullanılan ankette ise 22 adet görsel bulunmaktadır. Bu araştırmada 16 görselden oluşan anket kullanılmıştır. Boşluk doldurma sorusunda öğrencilerden “Mühendis biridir.” cümlesini tamamlamaları istenmiştir. Ankette yer alan görsellerden birkaç örnek; yapıları denetlemek, makineleri kullanmak ve takım olarak çalışmak olarak verilebilir. Anket aracılığı ile öğrencilerin görseller içerisinde mühendislerin yaptığı işleri doğru bir şekilde tanımlama yetenekleri ile ilgili veriler elde edilmesi ve mühendis algılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Her iki anket araştırmacı tarafından İngilizce’den Türkçe’ye çevrilmiş, uzman görüşü alındıktan sonra 25 sekizinci sınıf öğrencisi ile pilot uygulama çalışması yapılmıştır. Pilot uygulama çalışması sonunda öğrencilerde anlama güçlüğü yaratan bazı kelimeler yeniden düzenlenerek ankete son hali verilmiştir. Örneğin yapıları incelemek ifadesi, yapıları denetlemek olarak düzenlenmiştir. Anket Ek 6’da sunulmuştur.

3.4. Veri Analizi

Akademik başarı testi pilot uygulama analizinde TAP analiz programı kullanılmıştır. Bu program yardımıyla ABT’ ye ait güvenilirlik analizi (KR 20), madde analizi ve betimsel analiz yapılmıştır.

Kavramsal anlama testi pilot uygulamanın analizinde SPSS 25 paket programı kullanılmıştır. Bu program yardımıyla KAT’ne ait güvenilirlik analizi için Cronbach alpha katsayısı kullanılmış, madde analizi ve betimsel analiz yapılmıştır. Her bir test ve ölçek için verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için yapılan Kolmogorov Smirnov testi sonucunda $p < 0.05$ olduğundan verilerin normal dağılmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte katılımcı sayısı da 30’un altında olduğundan analizlerde gruplar arası karşılaştırmalarda parametrik olmayan testlerden “Mann Whitney U Testi”, grup içi karşılaştırmalarda “Wilcoxon işaretli sıralar testi” kullanılmıştır.

Ergün ve Balçın (2018)’in aktardığına göre bir mühendis çiz testi analizinde kullanılan *çizim kontrol listesi katılımcıların çizimlerine ilişkin 61 kutucuk içermektedir. Bunlar, cilt rengi (kahverengi, açık pembe, sarı, yeşil, yok, diğer), diğer dış görünüş özellikleri (çılgın saçlar, koruyucu gözlük / gözlük, laboratuvar önlüğü, işçi giysisi, diğerleri), cinsiyet (erkek, bayan, bilinmiyor), konum (iç mekânlar, açık alanlar, uzay, yeraltı, sualtı, bilinmiyor), yapılan işler (yapım/*

onarım/ elle çalışma, çalıştırma / makine, taşıt ve aletleri kullanma, tasarım / buluş/ ürünü oluşturma/ yaratma, deney / test / bilgi üretme, açıklama / öğretme, gözlem yapma, iş ya da eylem yok, diğer) ve nesnelere (robotlar, bilgisayarlar, araçlar ve diğerleri de dâhil olmak üzere 30 ortak nesne) olarak belirtilmiştir [127].

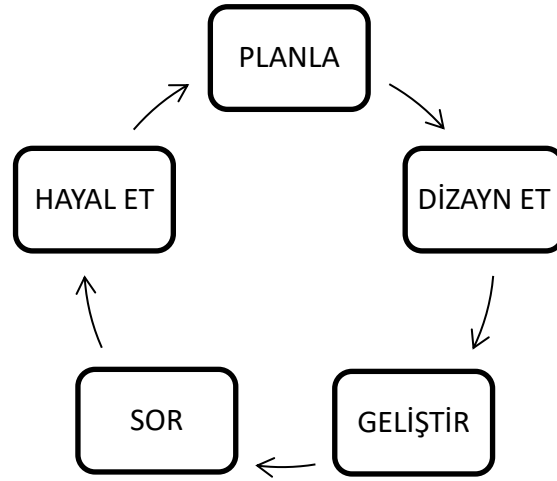
Bir mühendis çiziminden elde edilen verilerin değerlendirilmesinde betimsel analiz kullanılmıştır. Betimsel analizde amaç edinilen bulguları düzenleyip yorumlayarak sunmaktır. Bu amaçla veriler sistematik ve açık bir şekilde betimlenir ardından bu betimlemeler açıklanır ve yorumlanır, neden sonuç ilişkileri incelenerek bir takım sonuçlar elde edilir [128].

Mühendislik nedir? ve Teknoloji nedir? ölçeklerinden elde edilen veriler analiz edilirken doğru görseli seçen öğrencilere 1 puan, yanlış görseli seçen veya boş bırakan öğrencilere 0 puan verilerek değerlendirme yapılmıştır. Tüm görselleri doğru yanıtlayan öğrenciler 16 puan almışlardır.

3.5. Uygulama

Öğrenciler, “Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme” ünitesi doğrultusunda üçüncü sınıfta “Kuvveti Tanıyalım” ünitesini görmüşlerdir. Bu seviyede öğrenciden beklenen kazanımlara bakıldığında öğrencilerin çevrelerindeki hareketli varlıkları gözlemleyerek bu varlıkların hareket özelliklerini yavaşlanma, hızlanma, yön değiştirme vb. şekillerde tanımlamaları; itme - çekmenin birer kuvvet olduğuna ve hareketli cisimleri durdurmanın tehlikeli olabileceğine yönelik farkındalık kazanmaları amaçlanmaktadır. Dördüncü sınıf “Kuvvetin Etkileri” ünitesi kazanımlarına bakıldığında öğrencilerden kuvvetin cisimler üzerindeki etkilerini fark etmeleri, mıknatısların temel özelliklerini anlamaları ve kullandıkları yerleri keşfetmeleri amaçlanmaktadır. Uygulamadan önce öğrencilerin bu kazanımları edindikleri kabul edilmiştir.

Öğrencilere ilk olarak mühendislik tasarım süreci ve mühendislik tasarım sürecinin basamaklarına ilişkin teorik bilgi verilmiştir. Araştırmada kullanılan mühendislik tasarım süreci basamakları Şekil 3.1’de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Mühendislik Dizayn Süreç Basamakları [130].

Şekil 3.1’deki mühendislik tasarım süreci basamaklarına göre, öğrenci problemi tespit etmek için soru sormalıdır. Sonra hayal ederek problemi nasıl çözebileceğini düşünmeli, düşüncesini uygulamak için plan yapmalı ve tasarlamalıdır. Öğrenci tasarımının eksikliklerini gördükçe tasarımını yeniden geliştirebilir ve düzeltebilir.

Probleme dayalı öğrenme senaryoları ve etkinlikler beşinci sınıf “Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme” ünitesi kapsamında mühendislik tasarım süreci basamakları doğrultusunda aşağıdaki tabloda verilen zaman çizelgesine göre uygulanmıştır. Tez çalışması bilim uygulamaları dersinde haftada iki ders saati süresince toplamda 10 hafta 20 saat olarak gerçekleştirilmiştir. Uygulamalarda kullanılan ders planları Ek 7 ve Ek 9’da, probleme dayalı öğrenme senaryoları ise Ek 8 ve Ek 10’da sunulmuştur. Tez çalışmasının uygulama takvimi Tablo 3.16’da verilmiştir.

Tablo 3.16. Tez Çalışmasının Uygulama Takvimi

Uygulama Tarihi	Geçen Süre	Etkinlik
4-25 Ekim 2017	6 saat	Ön testlerin uygulanması
1 Kasım 2017	2 saat	Kuvvetin ölçülmesi konusunun işlenmesi
8 Kasım 2017	2 saat	Sürtünme kuvveti konusunun işlenmesi
15 Kasım 2017	2 saat	Paraşüt tasarlama etkinliğinin yapılması
22 Kasım 2017	2 saat	Araba tasarlama etkinliğinin yapılması
29 Kasım-13 Aralık 2017	6 saat	Son testlerin uygulanması

Konular işlenmeden önce öğrencilere ön testler uygulanmıştır. Daha sonra probleme dayalı öğrenme senaryoları heterojen gruplara dağıtılmıştır. Öğrencilerden ilk senaryodaki problemin çözümüne yönelik olarak bir paraşüt tasarımları, ikinci senaryodaki problemin çözümüne yönelik olarak ise bir araba tasarımları beklenmektedir. İlk senaryodaki paraşüt tasarımının fen boyutunu, hava direnci, ve kuvvetin cisim üzerine etkilerinin keşfedilmesi; matematik boyutunu, paraşüt kumaşının oluşturulması için pergel kullanarak daire çizilmesi, açıölçer ile açı ölçümü yapılması ve paraşüt ipinin uzunluğunun ölçülmesi oluşturmaktadır. Tasarımın mühendislik boyutunu, mühendislik tasarım süreci kullanılarak tasarım yapılması; teknoloji boyutunu ise tasarımda kullanılacak uygun araç-gereçlerin seçilmesi ve kullanılması oluşturmaktadır. İkinci senaryodaki araba tasarımının fen boyutunu, öğrencilerin tasarladıkları arabayı düz zeminde ve pürüzlü zeminde ilerleterek sürtünme kuvvetinin çeşitli ortamlarda harekete etkisini keşfetmeleri; matematik boyutunu, tasarlanan arabaların uygulanan kuvvet sonucu aldığı yolun m ve cm cinsinden değerlerini bulmaları ve diğer uzunluk ölçü birimlerine dönüştürmeleri oluşturmaktadır. Tasarımın mühendislik boyutunu, öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini kullanarak arabaları tasarımları, teknoloji boyutunu ise farklı teknolojileri kullanarak arkadaşlarına bir ürün sunmaları oluşturmaktadır. Öğrenciler senaryoları okuduktan sonra senaryonun altında bulunan sorulara grup arkadaşlarıyla öğretmen rehberliğinde tartışarak cevap vermeye çalışmışlardır. Öğrenciler senaryoda yer alan günlük yaşamdan probleme çözüm bulmak için çeşitli kaynaklardan araştırma yapmışlar ve sonraki haftalarda tasarımları için gerekli malzemeleri getirmişlerdir. Tasarımlar mühendislik dizayn süreci kapsamında Tablo 3.16'daki uygulama takviminde belirtilen ders süreleri içerisinde tamamlanmış ve öğrencilerin tasarımları uygulama bitiminde sınıfta sergilenmiştir. Sürecin sonunda ise son testler uygulanmıştır. Öğrencilerin geliştirmiş oldukları tasarımlara ilişkin görseller Ek 11'de ve mühendislik tasarım süreci basamaklarına ilişkin doldurmuş oldukları çalışma kağıtları Ek 12'de verilmiştir.

4. BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarı düzeylerine, kavramsal anlama düzeylerine, mühendis imajlarına, mühendislik ve teknoloji algılarına yönelik etkisini belirlemek için yapılan analizlere ve sonuçlarına yer verilmiştir.

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi “Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarıları üzerinde etkisi var mıdır?” şeklindedir. Bu probleme yanıt bulmak amacı ile Akademik Başarı Testi’nden elde edilen ön test- son test puanları Wilcoxon işaretli sıralar testiyle karşılaştırılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Akademik Başarı Testi Ön Test Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son test Ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	3	5.50	16.50	-2.475	0.013
Pozitif Sıra	12	8.63	103.50		
Eşit	1				

Tablo 4.1’ den elde edilen bulgulara göre 3 öğrencinin ön test puanlarının son test puanlarından yüksek olduğu, 12 öğrencinin son test puanlarının ön test puanlarından yüksek olduğu, 1 öğrencinin ise ön test ve son test puanlarının eşit olduğu görülmüştür. Ön teste göre son test puanlarını düşüren öğrenci sayısı 3, ön teste göre son test puanlarını artıran öğrenci sayısı ise 12’dir. Analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğrencilerin Akademik Başarı Testinden aldıkları ön test son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($Z = -2.475$; $p < 0.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları göz önünde bulundurulduğunda, gözlemlenen farkın son test lehine olduğu görülmektedir. Bu analiz sonuçlarına göre uygulanan FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada önemli bir etkisinin olduğu ifade edilebilir.

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi “Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinlikleri kız ve erkek öğrencilerin akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık oluşturmakta mıdır?” şeklindedir. Araştırmada uygulanan FeTeMM etkinliklerinin, kız ve erkek öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığını belirlemek amacı ile öncelikle öğrencilerin cinsiyetlerine göre ön test-son test akademik başarı testine ait puanları Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Uygulama öncesi öğrencilerin cinsiyetlerine göre akademik başarı testinden elde ettikleri puanların karşılaştırılmasına ilişkin Mann-Whitney U testi analiz sonuçları Tablo 4.2’ de verilmiştir.

Tablo 4.2. Cinsiyete Göre Akademik Başarı Ön Test Puanlarının Mann – Whitney U Testi Analiz Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Erkek	8	7.38	59	-0.955	0.34
Kız	9	9.63	77		

Tablo 4.2’deki ön test sonuçlarına bakıldığında kız öğrencilerin sıra toplam değerinin, erkek öğrencilerin sıra toplam değerinden daha fazla olduğu görülmektedir. Kız öğrenciler daha başarılı olmalarına rağmen analiz sonuçlarına göre, kız ve erkek öğrencilerin akademik başarı ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($Z = -0.955, p > 0.05$). Sonuç olarak uygulama öncesinde kız ve erkek öğrencilerin başarı düzeylerinin birbirine yakın olduğu ifade edilebilir. Uygulama sonrası öğrencilerin cinsiyetlerine göre akademik başarı testinden elde ettikleri puanların karşılaştırılmasına ilişkin Mann-Whitney U testi analiz sonuçları Tablo 4.3’te verilmiştir.

Tablo 4.3. Cinsiyete Göre Akademik Başarı Son Test Puanlarının Mann – Whitney U Testi Analiz Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Erkek	8	8.63	69	-0.108	0.914
Kız	9	8.38	67		

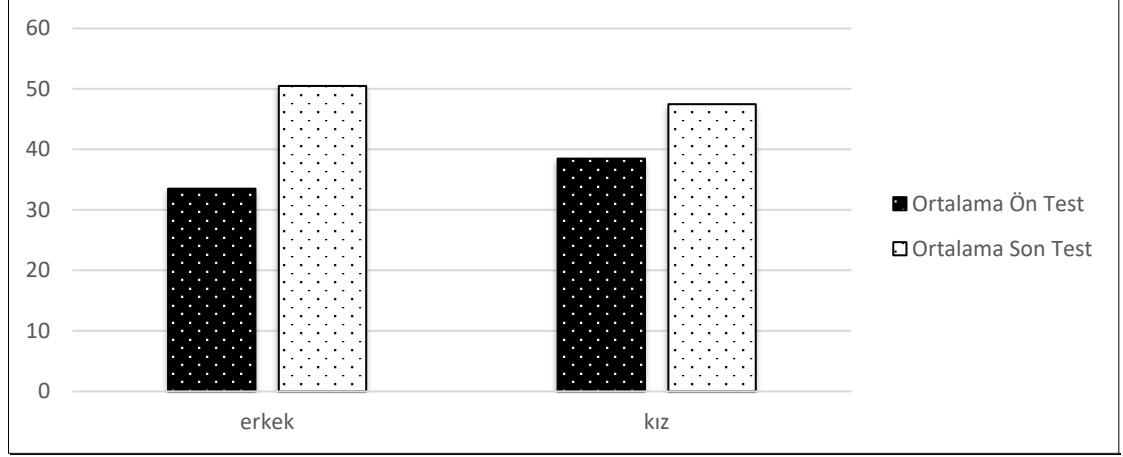
Tablo 4.3'te yer alan analiz sonuçları incelendiğinde kız ve erkek öğrencilerin sıra ortalamalarının ve sıra toplamalarının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Kız ve erkek öğrencilerin başarıları arasında son test için anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($Z = -0.108$; $p > 0.05$). Uygulama sonrası kız ve erkek öğrencilerin başarılarının birbirine yakın olduğu söylenebilir.

Akademik Başarı Testine ait ön test ve son test ortalama puanları Tablo 4.4'te sunulmuştur.

Tablo 4.4. Cinsiyete Göre Akademik Başarı Testine Ait Betimsel Analiz Sonuçları

Cinsiyet	Ön Test Ortalama Puan	Son Test Ortalama Puan	p
Erkek	33.50	50.50	0.018
Kız	38.50	47.50	

Tablo 4.4'e göre, erkek öğrencilerin ortalama puanları ön testte 33.50 iken son testte 50.50' ye yükselmiştir. Kız öğrencilerin ortalama puanları ön testte 38.50 iken son testte 47.50' ye yükselmiştir. Başarı artış oranlarını yüzde olarak hesapladığımızda erkek öğrencilerin başarıların % 50.75 oranında arttığı, kız öğrencilerin ise başarılarının %23.38 oranında arttığı belirlenmiştir. Kız ve erkek öğrencilerin ön test ve son test puanlarına bakıldığında, iki test arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). Kız ve erkek öğrencilerin başarı değişimleri Şekil 4.1'deki grafikte sunulmuştur.



Şekil 4.1. Cinsiyete Göre Uygulama Öncesi ve Sonrası Akademik Başarı Değişimi

Şekil 4.1 incelendiğinde kız ve erkek öğrencilerin akademik başarı testi ortalama puanlarının uygulama sonrasında, uygulama öncesine göre arttığı görülmektedir.

4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi “Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri üzerinde etkisi var mıdır?” şeklindedir. Bu probleme yanıt bulmak amacıyla kavramsal anlama testi ön test - son test puanları Wilcoxon işaretli sıralar testi ile karşılaştırılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.5’te sunulmuştur.

Tablo 4.5. Kavramsal Anlama Testine Ait Ön Test Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son test Ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	1	2.50	2.50	-3.391	0.001
Pozitif Sıra	15	8.90	133.50		
Eşit	1				

Tablo 4.5’ ten elde edilen bulgulara göre, 1 öğrencinin ön test puanının son test puanından yüksek olduğu, 15 öğrencinin son test puanlarının ön test puanlarından yüksek olduğu, 1 öğrencinin ise ön test ve son test puanlarının eşit

olduğu görülmüştür. Ön teste göre son test puanlarını düşüren öğrenci sayısı 1, ön teste göre son test puanlarını artıran öğrenci sayısı ise 15'tir. Analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğrencilerin kavramsal anlama testinden aldıkları ön test - son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($Z = -3.391$; $p < 0.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları göz önünde bulundurulduğunda, gözlemlenen farkın son test lehine olduğu görülmektedir.

4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemi “Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinlikleri kız ve erkek öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık oluşturmakta mıdır?” şeklindedir. Araştırmada uygulanan FeTeMM etkinliklerinin, kız ve erkek öğrencilerinin kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığını belirlemek amacı ile öncelikle öğrencilerin cinsiyetlerine göre ön kavramsal anlama testine ait puanları Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Uygulama öncesi öğrencilerin cinsiyetlerine göre ön kavramsal anlama testinden elde ettikleri puanların karşılaştırılmasına ilişkin Mann-Whitney U testi analiz sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6. Cinsiyete Göre Kavramsal Anlama Ön Test Puanlarının Mann – Whitney U Testi Analiz Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Erkek	8	8.06	64.50	-0.731	0.465
Kız	9	9.83	88.50		

Tablo 4.6’daki analiz sonuçlarına göre, kavramsal anlama ön testine ilişkin kız öğrencilerin sıra toplamı değeri, erkek öğrencilerin sıra toplamı değerinden daha fazladır. Ancak analiz sonuçlarına göre, kız ve erkek öğrencilerinin uygulama öncesi kavramsal anlama düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($Z = -0.731$; $p > 0.05$).

Araştırmada uygulanan FeTeMM etkinliklerinin, kız ve erkek öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığını belirlemek amacı ile uygulama sonrası yapılan son kavramsal anlama testine ait puanlar Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Uygulama sonrası öğrencilerin cinsiyetlerine göre kavramsal anlama testinden elde ettikleri puanların karşılaştırılmasına ilişkin Mann-Whitney U testi analiz sonuçları Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7. Cinsiyete Göre Kavramsal Anlama Son Test Puanlarının Mann – Whitney U Testi Analiz Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Erkek	8	8.44	67.50	-0.435	0.663
Kız	9	9.50	85.50		

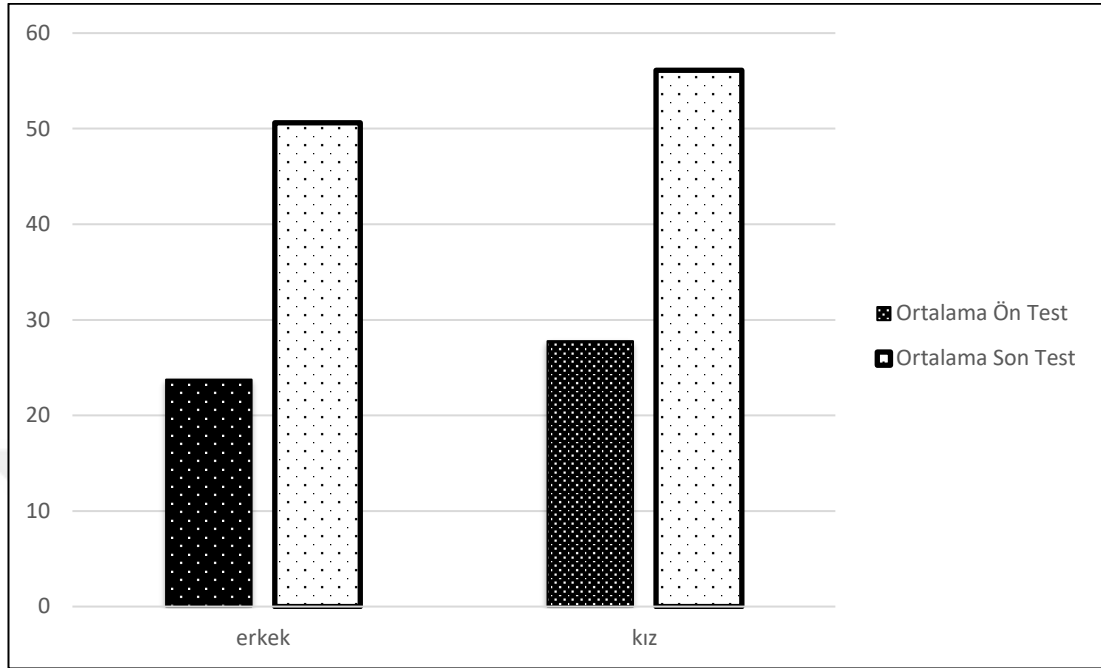
Tablo 4.7’deki analiz sonuçları incelendiğinde kız ve erkek öğrencilerin uygulama sonrasındaki kavramsal anlama düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($Z = -0.435$; $p > 0.05$). Kavramsal Anlama Testine ait ön test ve son test ortalama puanları Tablo 4.8’de sunulmuştur.

Tablo 4.8. Cinsiyete Göre Kavramsal Anlama Testine Ait Betimsel Analiz Sonuçları

Cinsiyet	Ön Test Ortalama Puan	Son Test Ortalama Puan	p
Erkek	23.75	50.63	0.001
Kız	27.78	56.11	

Tablo 4.8’e göre, erkek öğrencilerin ön testten aldıkları ortalama puan 23.75 iken son testte 50.63’e yükselmiştir. Kız öğrencilerin ön testten aldıkları ortalama puan 27.78 iken son testte 56.11’e yükselmiştir. Kavramsal anlama düzeyindeki artış oranlarını yüzde olarak hesapladığımızda erkek öğrencilerin kavramsal anlamalarının %113.18 oranında arttığı, kız öğrencilerin kavramsal anlamalarının ise %101.98 oranında arttığı belirlenmiştir. Kız ve erkek öğrencilerin ön test ve son test puanlarına bakıldığında, iki test arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($p < 0.05$).

Kız ve erkek öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerindeki değişim Şekil 4.2’ deki grafikte sunulmuştur.



Şekil 4.2. Cinsiyete Göre Uygulama Öncesi ve Sonrası Kavramsal Anlama Düzeyindeki Değişim

Şekil 4.2’deki grafik incelendiğinde kız ve erkek öğrencilerin ortalama puanlarının uygulama öncesine göre uygulama sonrasında arttığı görülmektedir.

4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın beşinci alt problemi “Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin mühendis algıları üzerinde etkisi var mıdır?” şeklindedir. Bu probleme yanıt bulmak amacıyla öğrencilerin “Mühendislik Nedir?” ölçeğinden aldıkları ön test - son test puanları Wilcoxon işaretli sıralar testi ile karşılaştırılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.9’ da sunulmuştur.

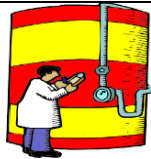

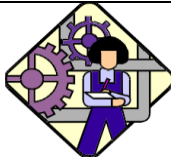





Tablo 4.9. Uygulama Öncesi ve Sonrası “Mühendislik Nedir?” Ölçeğinden Elde Edilen Puanların Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Analiz sonuçları



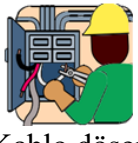




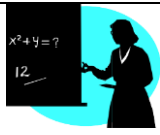
Son test- Ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	1	4.50	4.50	-3.303	0.001
Pozitif Sıra	15	8.77	131.50		
Eşit	1				

Tablo 4.9’da görüldüğü üzere 15 öğrencinin son test puanları, ön test puanlarından yüksek, 1 öğrencinin ön test ve son test puanları eşit, 1 öğrencinin ise son test puanı ön test puanından düşüktür. Ön test ve son test puanları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($Z = -3.303$, $p < 0.05$). Bu bulguya dayanarak araştırmada gerçekleştirilen uygulamanın öğrencilerin mühendislik hakkındaki bilgilerinin olumlu yönde gelişmesinde etkili olduğu söylenebilir.

“Mühendislik Nedir?” ölçeğindeki görselleri ön test ve son testte işaretleyen öğrenci sayıları Tablo 4.10’da sunulmuştur.

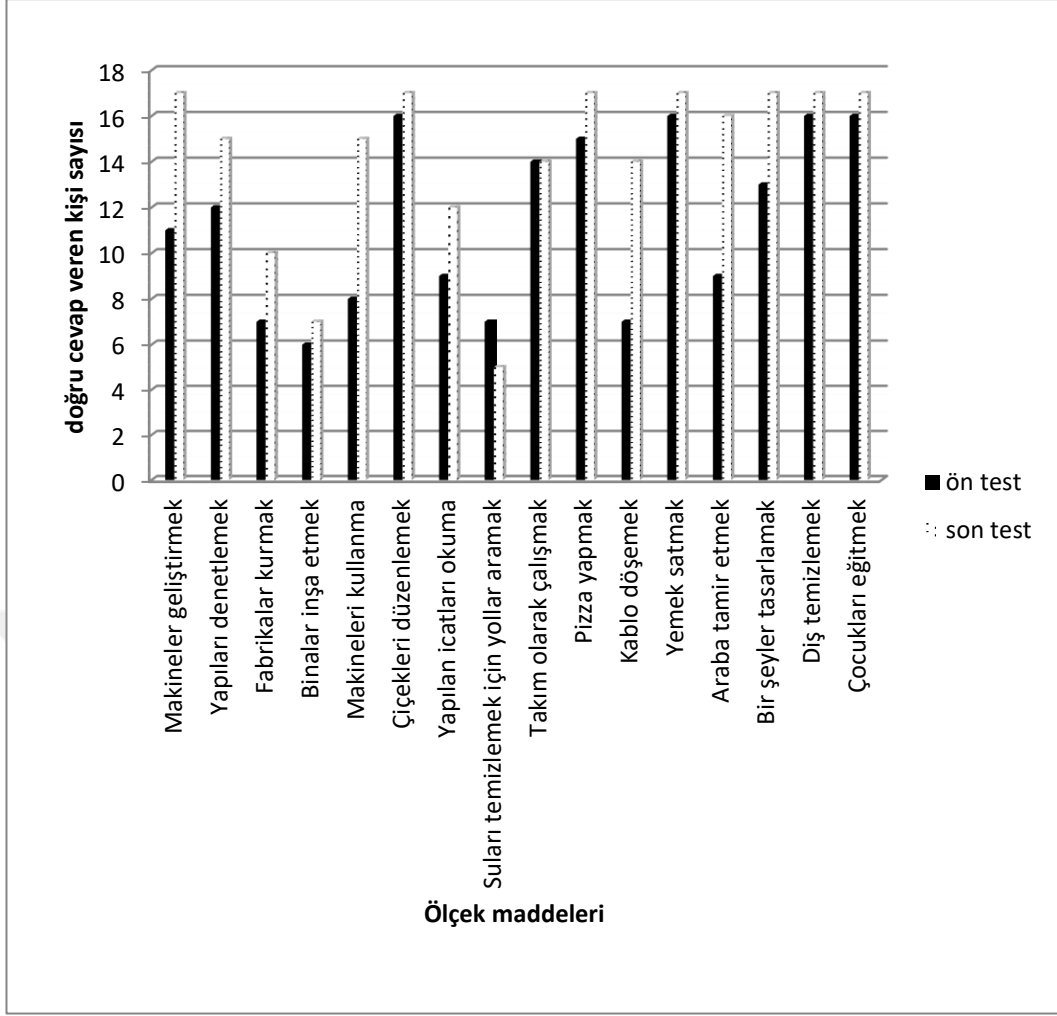
Tablo 4.10. “Mühendislik Nedir?” Ölçeğindeki Görselleri Ön Test ve Son Testte Seçen Öğrenci Sayıları

			
Makineler geliştirmek	Yapıları denetlemek	Fabrikalar kurmak	Binalar inşa etmek
Ön test:11 Son test:17	Ön test:12 Son test:15	Ön test:7 Son test:10	Ön test:11 Son test:10
			
Makineleri kullanma	Çiçekleri düzenlemek	Yapılan icatları okumak	Suları temizlemek için yollar aramak

Ön test:9 Son test:2	Ön test:1 Son test:0	Ön test:9 Son test:12	Ön test:7 Son test:5
 Takım olarak çalışmak	 Pizza yapmak	 Kablo döşemek	 Yemek satmak
Ön test:14 Son test:14	Ön test:2 Son test:0	Ön test:10 Son test:3	Ön test:1 Son test:0
 Araba tamir etmek	 Bir şeyler tasarlamak	 Diş temizlemek	 Çocukları eğitmek
Ön test:8 Son test:1	Ön test:13 Son test:17	Ön test:1 Son test:0	Ön test:1 Son test:0

Tablo 4.10'a göre son testte mühendislerin makineler geliştirme, yapıları denetleme, fabrikalar kurma, yapılan icatları okuma ve birşeyler tasarlama faaliyetlerini yaptığını düşünen öğrenci sayısının, ön teste oranla arttığı belirlenmiştir. Mühendislerin çalışma alanına girmeyen makineler kullanma, kablo döşeme ve arabaları tamir etme faaliyetlerinin ise son testte, ön teste göre daha az öğrenci tarafından seçildiği tespit edilmiştir. Suları temizlemek için yollar bulmak, mühendislik faaliyeti olmasına rağmen son testte ön teste göre daha az öğrenci tarafından seçilmiştir. Takım olarak çalışma faaliyetini ön ve son testte eşit sayıda öğrencinin seçtiği belirlenmiştir. Mühendis faaliyeti olmayan pizza yapmak, çiçekleri düzenlemek, yemek satmak, çocuklara öğretmek ve diş temizlemek işlerinin ise ön testte çok az seçildiği, son testte ise hiç seçilmediği görülmüştür. Dolayısıyla araştırmada gerçekleştirilen uygulamanın öğrencilerin mühendislik algılarını olumlu yönde etkilediği ifade edilebilir.

Öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasında "Mühendislik Nedir?" ölçeğinde yer alan mühendislerin yaptıkları işlere yönelik verdikleri cevaplar değerlendirilerek ilgili işlere ilişkin doğru cevap veren öğrenci sayısındaki değişim Şekil 4.3'teki grafikte sunulmuştur.



Şekil 4.3. Öğrencilerin “Mühendislik Nedir?” Ölçeğine Verdikleri Yanıtların Ön Test Son Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

Şekil 4.3’te yer alan grafik incelendiğinde, öğrencilerin “Mühendislik Nedir?” ölçeğine verdikleri yanıtlardan uygulama öncesinde makineler geliştirmek, yapıları denetlemek, fabrikalar kurmak, yapılan icatları okumak, bir şeyler tasarlamak seçeneklerini seçen öğrenci sayısının az olduğu uygulama sonrasında bu seçeneklerin işaretlenme sıklığının arttığı görülmektedir. Dolayısı ile yapılan FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin mühendislerin çalışma alanları ve yaptıkları işlere yönelik algılarını olumlu yönde etkilediği ifade edilebilir.

4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın altıncı alt problemi “Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin mühendis imajları üzerinde etkisi var

mıdır?” şeklindedir. Öğrencilerin ön test ve son test çizimlerindeki mühendis imajının yaptığı işler değerlendirilmiş ve analiz sonuçları Tablo 4.11’de sunulmuştur.

Tablo 4.11. Öğrencilerin, Mühendislerin Dış Görünüşlerine Yönelik Algılarının Ön Test - Son Test Sonuçlarının Betimsel Analizi

Kategori	Kod	5.sınıf n=17			
		Ön Test		Son Test	
		n	%	n	%
<i>Türü</i>	İnsan	17	100	17	100
	İnsan olmayan	-	-	-	-
	Kişi değil (hiç kimse)	-	-	-	-
<i>Cinsiyet</i>	Erkek	15	88.24	10	58.82
	Kadın	2	11.76	7	41.18
	Bilinmeyen	-	-	-	-
<i>Ten rengi</i>	Kahverengi	2	11.76	1	5.88
	Açık pembe	7	41.18	9	52.94
	Sarı	2	11.76	1	5.88
	Yeşil	-	-	-	-
	Yok	3	17.65	6	35.29
	Diğer	3	17.65	-	-
<i>Diğer dış görünüş özellikleri</i>	Çılgın saç şekli	3	17.65	-	-
	Koruyucu gözlük	-	-	-	-
	Laboratuvar giysisi	-	-	-	-
	İşçi giysileri	2	11.76	1	5.88
	Baret/kask	1	5.88	4	23.53
	Bıyık/sakal	-	-	-	-
	Takım elbise	-	-	-	-
	Kel	5	29.41	3	17.65
Diğer	6	35.29	9	52.94	

Tablo 4.11 incelendiğinde öğrenciler, ön testte çizmiş olduğu mühendislerin % 100'ünü insan şeklinde çizmişlerdir. Cinsiyet olarak incelendiğinde çizilen mühendislerin % 88.24'ü erkek, % 11.76'sı kadındır. Çizilen mühendislerin % 11.76'sının ten rengi kahverengi, %41.18'inin ten rengi açık pembe, %11.76'sının ten rengi sarı, %17.65'inin ten rengi belirtilmemiş ve % 17.65'inin ise diğer ten renkleri şeklinde boyandıkları gözlemlenmiştir. Diğer dış görünüş özelliklerine göre çizilen mühendisler incelendiğinde ise çılgın saç şekli olan mühendis oranı % 17.65, işçi giysileri olan mühendisler %11.76, baret/kask takmış mühendis %5.88, kel olarak çizilen mühendis %29.41 ve diğer görünümlere sahip olan mühendisler ise %35.29 oranında betimlenmiştir. Son test incelendiğinde öğrencilerin son testte çizmiş oldukları mühendislerin % 100'ünün insan olduğu görülmüştür. Cinsiyet kategorisinde incelendiğinde çizilen mühendislerin %58.82'si erkek, %41.18'i kadındır. Ön testte çizilen kadın mühendis oranı %11.76 iken son testte kadın olarak çizilen mühendis oranı %41.18'e yükselmiştir. Çizilen mühendislerin %5.88'inin ten rengi kahverengi, %52.94'ünün ten rengi açık pembe, %5.88'inin ten rengi sarı, %35.29'unun ten rengi belirtilmemiştir. Diğer dış görünüş özelliklerine göre çizilen mühendisler incelendiğinde ise, işçi giysileri olan mühendisler %5.88 oranında çizilmiştir. Ön testte işçi giysileri giymiş olarak çizilen mühendis oranı %11.76 iken son testte işçi giysileri giymiş olarak çizilen mühendis oranı % 5.88 olarak belirlenmiştir. Ön testte baret/kask takmış mühendis oranı %5.88 iken son testte bu oran %23.53'e yükselmiştir. Dış görünüşüne göre kel olarak çizilen mühendis %17.65 ve diğer görünümlere sahip olan mühendisler ise %52.94 olarak betimlenmiştir.

Öğrencilerin çizdikleri mühendislerin yerleşim yerlerine yönelik algılarının ön test - son test sonuçlarının betimsel analizi Tablo 4.12'de sunulmuştur.

Tablo 4.12. Öğrencilerin Çizdikleri Mühendislerin Yerleşim Yerlerine Yönelik Algılarının Ön test - Son Test Sonuçlarının Betimsel Analizi

Kategori	Kod	5.sınıf n=17			
		ön test		son test	
		n	%	n	%
Yerleşim yeri	İç/kapalı mekânlar	8	47.05	7	41.18
	Dış/açık mekânlar	7	41.18	6	35.29
	Uzay	1	5.88	-	-
	Yer altı	-	-	-	-
	Sualtı	-	-	-	-
	Belirtilmemiş	1	5.88	4	23.53
Toplam		17	100	17	100

Tablo 4.12 incelendiğinde çizilen mühendislerin yerleşim yerlerine göre ön testte, iç/kapalı mekânlarda çizilmiş olanlar %47.05, dış/açık mekânlarda çizilenler %41.18, uzay ortamında çizilen %5.88 ve herhangi bir yerleşim yerinin belirtilmediği %5.88 oranında çizim yapılmıştır. Son testte ise çizilen mühendislerin yerleşim yerlerine göre iç/kapalı mekânlarda çizilmiş olanlar %41.18, dış/açık mekânlarda çizilenler %35.29 oranındadır. Herhangi bir yerleşim yerinin belirtilmediği %23.53 oranında çizim yapılmıştır. Ön teste göre yerleşim yerinin belirtilmediği çizim oranının arttığı görülmüştür.

Öğrencilerin uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında çizdikleri mühendislerin yaptıkları işlerin çıkarımlarına yönelik betimsel analiz sonuçları Tablo 4.13'te sunulmuştur.

Tablo 4.13. Öğrencilerin Çizdikleri Mühendislerin Yaptıkları İşlerin Çıkarımlarına Yönelik Algılarının Ön test - Son Test Sonuçlarının Betimsel Analizi

Kategori	Kod	5.sınıf n=17			
		n	%	n	%
Yapılan işlerin çıkarımları	Yapım/ Onarım/ Ellerle çalışma	10	58.82	7	41.18
	Çalıştırma/ Makine ve aletleri kullanma	1	5.88	-	-
	Tasarım/ Buluş/ Ürün oluşturma/ yaratma	4	23.53	10	58.82
	Deney/ Test yapma / Bilgi üretme	-	-	-	-
	Öğretme/Açıklama	-	-	-	-
	Gözlem yapma	1	5.88	-	-
	İş ya da eylem yok	-	-	-	-
	Diğer	1	5.88	-	-
Toplam		17	100	17	100

Tablo 4.13'e göre ön testte öğrencilerin %58.82'si mühendisleri yapım/onarım/ellerle çalışma işleriyle ilgilendiklerini ifade ederken, bu oran son testte %41.18'e düşmüştür. Öğrenciler ön testte % 23.53 oranında mühendislerin tasarım/buluş/ürün oluşturma/yaratma işiyle ilgilendiklerini ifade etmekteyken son testte bu oran %58.82'ye çıkmıştır.

Uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında öğrencilerin çizdikleri mühendislerin çalışma ortamında kullandıkları objelere ilişkin betimsel analiz sonuçları Tablo 4.14'te sunulmuştur.

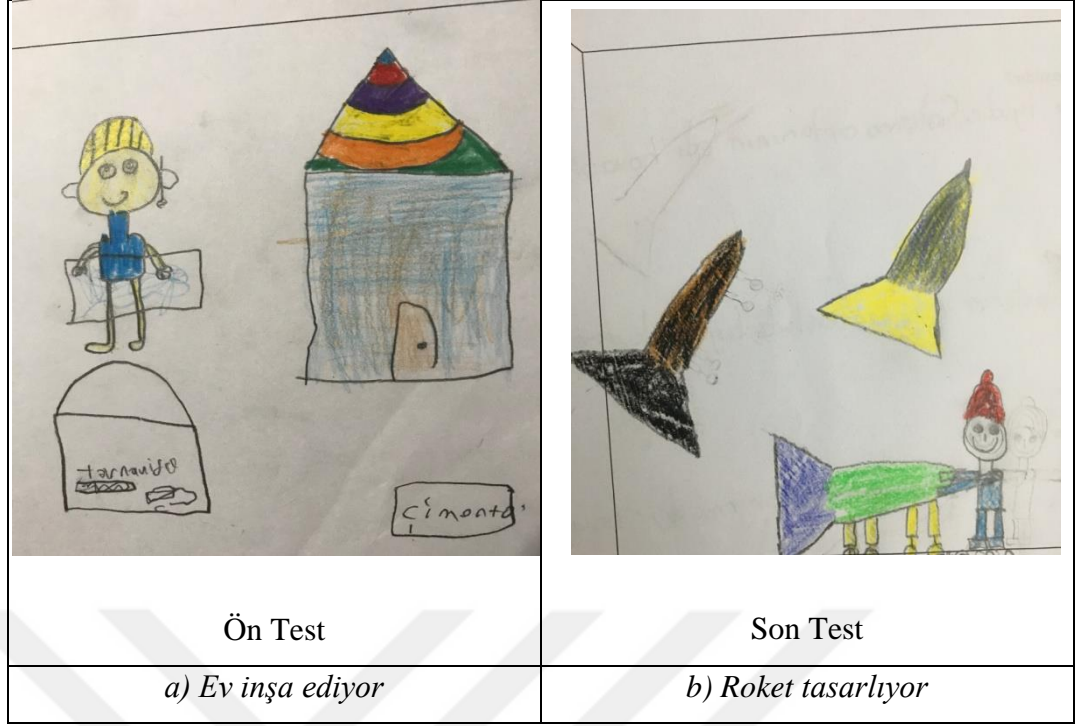
Tablo 4.14. Öğrencilerin Mühendislerin Çalışma Ortamında Bulunan Nesnelere Yönelik Algılarının Ön Test - Son Test Sonuçlarının Betimsel Analizi

Kategori	Kod	5.sınıf n=17			
		ön test		son test	
		n	%	n	%
Nesneler	Diğer insanlar	-	-	2	6.90
	İnsan dışı yaratıklar, canavarlar vb.	-	-	-	-
	Vücut bölümleri – kollar, beyin vb.	-	-	-	-
	Robotlar	1	5	-	-
	Bilgisayarlar	6	30	2	6.90
	Yapı/ İnşaat aletleri	3	15	2	6.90
	Ölçüm aletleri – cetvel vb.	-	-	-	-
	Yazı nesnelere – kağıtlar, kalemler vb.	-	-	2	6.90
	Üzerinde çalışılan hayvanlar	-	-	-	-
	Diğer hayvanlar	-	-	-	-
	Üzerinde çalışılan bitkiler	-	-	-	-
	Diğer bitkiler	-	-	-	-
	Kayalar	1	5	1	3.45
	Yolcu araçları	-	-	-	-
	İnşaat yapım araçları	-	-	2	6.90
	Uçan araçlar	2	10	2	6.90
	Roketler / Uzay araçları	2	10	3	10.35
	Trenler / Raylar	-	-	-	-
	Hayali makineler	-	-	4	13.97
	Diğer makineler	2	10	3	10.35
	Kitaplar	-	-	-	-
	Mobilya – masalar, sandalyeler vb.	-	-	3	10.35
	Matematik sembolleri	-	-	-	-
	Kimyasal semboller	-	-	-	-
	Plan, çizim ve grafikler	1	5	4	13.97
	Diploma / Ödüller	-	-	-	-

Silahlar – tabanca, bomba vb.	-	-	-	-
Girilmez / Dikkat işaretleri	-	-	-	-
Tehlike / Ateş, patlayıcılar vb.	-	-	-	-
Sivil yapılar- köprüler, binalar vb.	-	-	-	-
Kimya- balon joje, deney tüpleri vb.	-	-	-	-
Teknoloji –TV, radyo, telefon vb.	-	-	-	-
Tıp – bakteriler, enjektörler,	-	-	-	-
Meteoroloji	-	-	-	-
Spor türleri	-	-	-	-
Düşünme işaretleri	-	-	-	-
İnşaat yapı malzemeleri	-	-	-	-
Diğer	2	10	1	3.45
Toplam	20	100	31	100

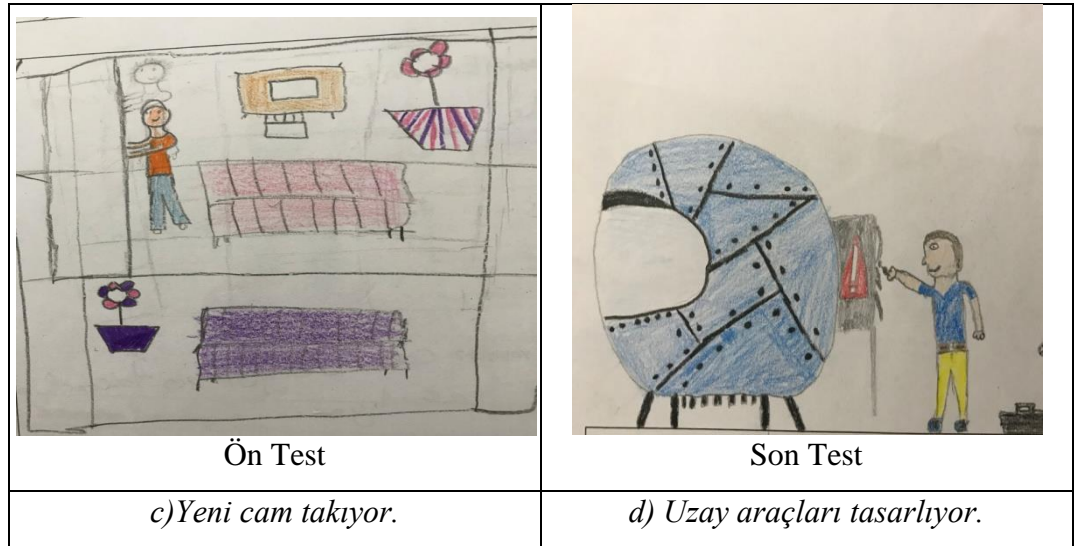
Tablo 4.14'e göre ön testte öğrencilerin %30'unun, mühendislerin çalışma ortamında bilgisayar kullandıklarını düşündükleri görülmektedir. Öğrencilerin %10'u mühendislerin uçan araçlar, roket/uzay araçları, diğer makineler ve diğer ürünleri kullandıklarını, %15'i yapı/İNŞAAT aletleri–İngiliz anahtarı, çekiç vb. kullandıklarını düşünmektedirler. Öğrencilerin %5'i mühendislerin robotlar, kayalar, plan/çizim ve grafiklerle ilgilendiklerini düşünmektedirler. Mühendislerin kullandıkları nesnelere bakıldığında son testte kullanılan nesnelere çeşitliliğinin arttığı (İNŞAAT yapım araçları, hayali makineler) gözlemlenmiştir. Son testte öğrenciler mühendislerin %6.90 oranında bilgisayar, yapı/İNŞAAT aletleri–İngiliz anahtarı, çekiç vb., yazı nesnelere–kağıtlar, kalemler vb., İNŞAAT yapım araçları, uçan araçlar kullandıklarını düşündükleri görülmektedir. Öğrenciler mühendislerin %3.45 oranında kayalar, %10.35 oranında uçan araçlar, roket/uzay araçları, diğer makineler ve mobilya–masalar, sandalyeler vb. kullandıklarını ve %3.45 oranında diğer ürünleri kullandıklarını düşünmektedirler. Öğrenciler mühendislerin %13.79 oranında yapı plan/çizim ve grafiklerle ilgilendiklerini düşünmektedirler.

Ö7 kodlu erkek öğrencinin uygulama öncesinde ve uygulama sonrasındaki mühendis çizimleri Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Ö7 Kodlu Erkek Öğrencinin Ön Test Son Test Mühendis Çizimleri

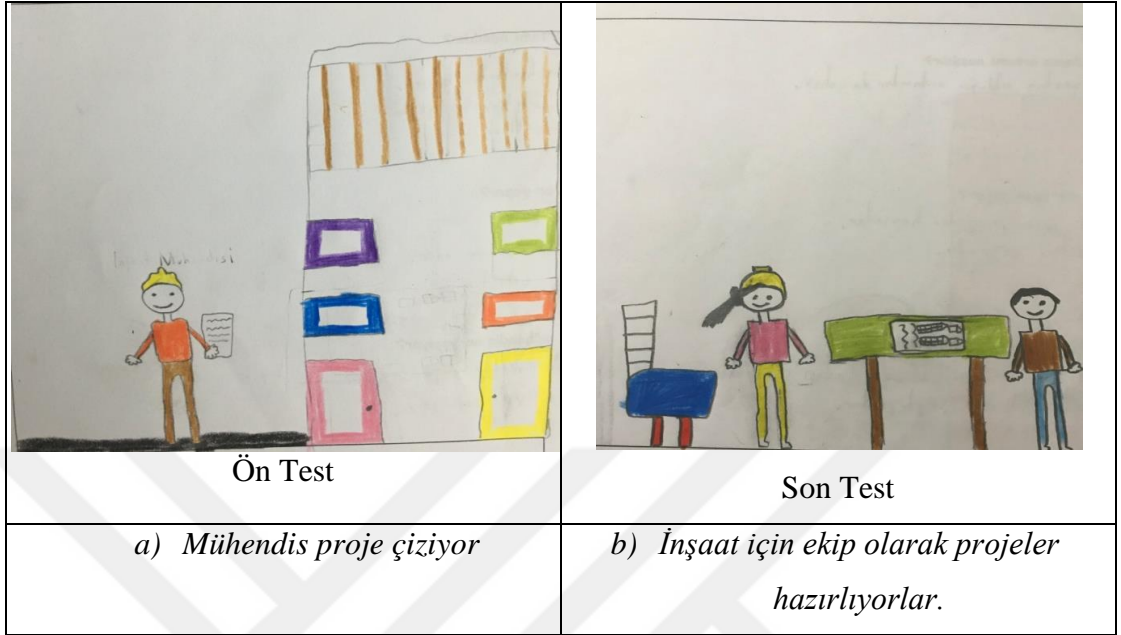
Şekil 4.4'teki çizimlere göre, Ö7 kodlu erkek öğrenci BMCÇ ön testinde mühendisi bir tamirci olarak resmediyorken son testte mühendisi roket tasarlayan biri olarak resmetmektedir. Ö5 kodlu erkek öğrencinin uygulama öncesinde ve uygulama sonrasındaki mühendis çizimleri Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Ö5 Kodlu Erkek Öğrencinin Ön Test Son Test Mühendis Çizimler

Şekil 4.5'teki çizimlere göre, Ö5 kodlu erkek öğrenci BMCÇ ön testinde mühendisi bir cam tamircisi olarak resmediyorken son testte mühendisi uzay araçları

tasarlayan biri olarak resmetmektedir. Ö13 kodlu kız öğrencinin uygulama öncesinde ve uygulama sonrasındaki mühendis çizimleri Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6. Ö13 Kodlu Kız Öğrencinin Ön Test Son Test Mühendis Çizimleri

Şekil 4.6’daki çizimlere göre, Ö13 kodlu kız öğrenci BMÇ ön testinde mühendisi yalnız çalışan biri olarak resmediyorken son testte mühendisi ekip olarak çalışan biri şeklinde resmetmektedir. Şekil 4.4, 4.5 ve 4.6’daki çizimler değerlendirildiğinde, araştırmada gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin mühendis imajlarını olumlu yönde etkilediği, inşaat işçisi ya da tamirci imajının azalarak tasarım yapan mühendis imajının arttığı söylenebilir.

4.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular


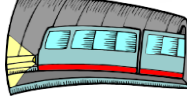




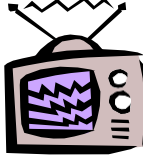


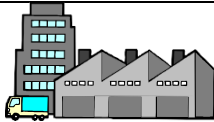

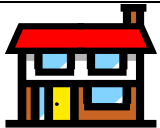
Bu araştırmanın yedinci alt problemi “Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin teknoloji algıları üzerinde etkisi var mıdır?” şeklindedir. Bu probleme yanıt bulabilmek amacıyla uygulama öncesi ve sonrası “Teknoloji Nedir?” ölçeğinden alınan puanlar Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile karşılaştırılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.15’te sunulmuştur.





Tablo 4.15. Uygulama öncesi ve sonrası “Teknoloji Nedir?” ölçeğinden elde edilen puanların Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Analiz sonuçları

Son test Ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	0	.00	.00	-3.632	0.000
Pozitif Sıra	17	9	153		
Eşit	0				

Tablo 4.15’te görüldüğü üzere öğrencilerin tamamı son testte ön teste göre daha yüksek puan almışlardır. Analiz sonucunda öğrencilerin teknoloji algılarında son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($Z = -3.632, p < 0.05$). Bu sonuca göre uygulamanın öğrencilerin teknoloji hakkındaki bilgilerine katkıda bulunduğu söylenebilir. “Teknoloji Nedir?” ölçeğindeki görselleri ön test ve son test işaretleyen öğrenci sayıları Tablo 4.16’da sunulmuştur.

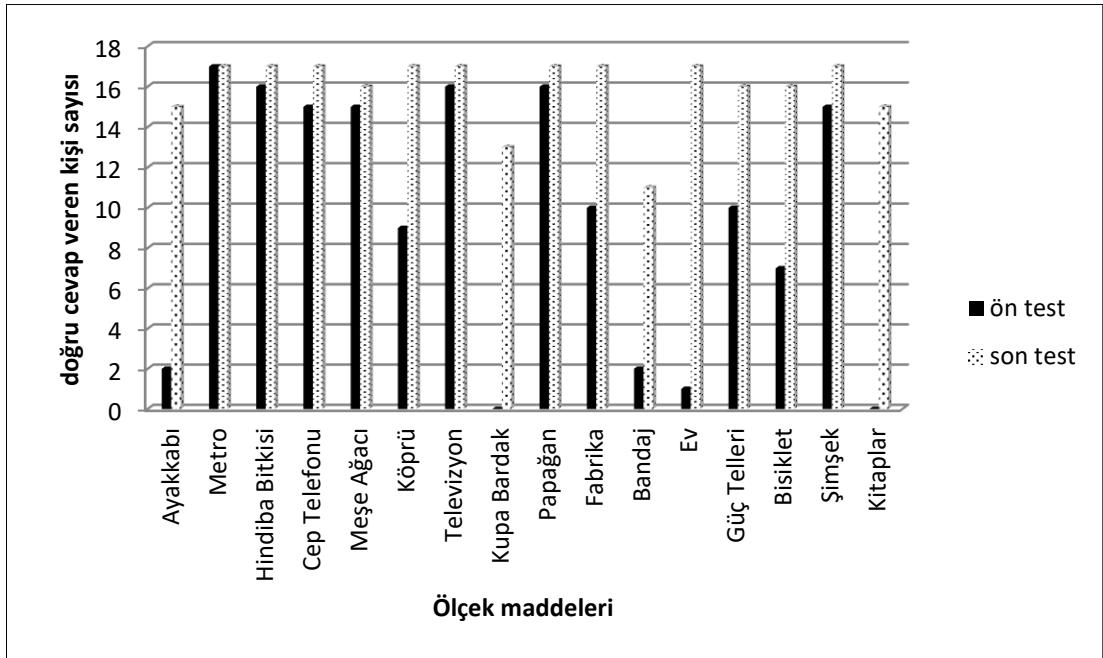
Tablo 4.16. “Teknoloji Nedir?” Ölçeğindeki Görselleri Ön Test ve Son Testte Seçen Öğrenci Sayıları

			
Ayakkabı	Metro	Hindiba Bitkisi	Cep telefonu
Ön test:2 Son test:15	Ön test:17 Son test:17	Ön test:1 Son test:0	Ön test:15 Son test:17
			
Meşe ağacı	Köprü	Televizyon	Kupa Bardak
Ön test:2 Son test:1	Ön test:9 Son test:17	Ön test:16 Son test:17	Ön test:0 Son test:13
			
Papağan	Fabrika	Bandaj	Ev
Ön test:1 Son test:0	Ön test:10 Son test:17	Ön test:2 Son test:11	Ön test:1 Son test:17

			
Güç telleri	Bisiklet	Şimşek	Kitap
Ön test:10 Son test:16	Ön test:7 Son test:16	Ön test:2 Son test:0	Ön test:0 Son test:15

Tablo 4.16'ya göre, son testte ayakkabı, kupa bardak, fabrika, bandaj, ev, güç telleri, bisiklet, köprü ve kitabın teknoloji olduğunu belirten öğrenci sayısı, ön teste göre kayda değer bir artış göstermiştir. Ön ve son testte metroyu eşit sayıda öğrenci seçerken, cep telefonu ve televizyonu seçen öğrenci sayılarının hem ön testte hem de son testte fazla olduğu belirlenmiştir. Teknoloji olmayan hindiba, meşe ağacı, papağan ve şimşek görsellerini ise ön testte 1-2 öğrencinin seçtiği, son testte ise meşe ağacı dışında hiç birinin seçilmediği görülmüştür.

Öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasında "Teknoloji Nedir?" ölçeğinde yer alan nesnelere teknoloji olup olmadığına dair yaptıkları işaretlemeler değerlendirilerek ilgili nesnelere ilişkin doğru cevap veren öğrenci sayısındaki değişim Şekil 4.7' deki grafikte sunulmuştur.



Şekil 4.7. Öğrencilerin “Teknoloji Nedir?” Ölçeğine Verdikleri Yanıtların Ön Test Son Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

Şekil 4.7’ deki grafik incelendiğinde öğrencilerin “Teknoloji Nedir?” ölçeğine verdikleri yanıtlardan uygulama öncesinde ayakkabı, köprü, bandaj, kupa bardak, ev, güç telleri, bisiklet ve kitap seçeneklerini teknoloji ürünü olduğunu belirten öğrenci sayısının az olduğu, uygulamadan sonra teknoloji ürünü olduğunu belirten öğrenci sayısında artış yaşandığı belirlenmiştir. Dolayısı ile FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin teknoloji algılarını olumlu yönde etkilediği söylenebilir.



5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma sonucunda, her bir alt probleme yönelik olarak elde edilen bulgular ve ulaşılan sonuçlar literatür ışığında tartışılarak sunulmuştur. Ardından araştırmacılara ve uygulayıcılara önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın birinci alt problemi “Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarıları üzerinde etkisi var mıdır?” şeklindedir. Öğrencilerin ön test puanları ile son test puanları, Wilcoxon işaretli sıralar testiyle karşılaştırılmıştır. Analiz sonucunda, ön test puanları ile son test puanları arasında, son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla araştırmada uygulanan probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmada elde edilen bu sonuç, alan yazında yer alan diğer araştırmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Örneğin, Irkıçatal (2016) tez çalışmasında, mühendislik dizayn süreci doğrultusunda uygulanan okul sonrası FeTeMM içerikli etkinliklerin, ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır [53]. Benzer olarak Ceylan (2014) 8.sınıf fen bilimleri dersinde gerçekleştirdiği çalışmasında, STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına etkisini araştırmış ve STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı sonucuna varmıştır [69]. Lou ve diğ., (2011), PDÖ ile STEM eğitimi birleştirerek uyguladıkları araştırmalarının sonucunda, öğrencilerin fen ve matematik bilgisi seviyelerinin arttığını tespit etmişlerdir [109].

Herdem ve Ünal (2018) araştırmalarında, yurt içi ve yurt dışında gerçekleştirilen STEM eğitimi konulu 3’ü doktora tezi, 2’si yüksek lisans tezi ve 33’ü makale olmak üzere toplam 38 çalışmayı incelemiştir. Araştırmada, STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır [130]. Doğanay (2018) gerçekleştirdiği yüksek lisans tez çalışmasında deney ve kontrol gruplarına STEM etkinlikleriyle gerçekleştirilen bilim fuarlarının

akademik başarılarına etkisini araştırmış ve deney grubu lehine sonuca ulaşmıştır [131].

Yapılan araştırmada da kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı sonucuna varılmıştır. Elde edilen sonuç alanyazında yapılan araştırma sonuçlarıyla örtüşmektedir.

5.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın ikinci alt problemi “Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinlikleri kız ve erkek öğrencilerin akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık oluşturmakta mıdır?” şeklindedir. Öğrencilerin ön test puanları ile ve son test puanları Mann-Whitney U testiyle karşılaştırılmıştır. Analiz sonucunda uygulanan probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin, kız ve erkek öğrencilerin akademik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığı sonucuna varılmıştır.

Araştırmada elde edilen bu sonuç, alan yazında yer alan araştırma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Örneğin, Karakaya ve Avgın (2016) tarafından yapılan çalışmada, ortaokul öğrencilerinin (6 - 7. ve 8. sınıflar) FeTeMM'e yönelik tutumlarına, demografik faktörlerin etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin FeTeMM'e yönelik tutumlarının, cinsiyete göre değişmediği sonucuna varılmıştır [101]. Okul sonrası FeTeMM etkinliklerinin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarısına etkisinin araştırıldığı diğer bir çalışmada, uygulanan etkinliklerin kız ve erkek öğrencilerin akademik başarıları arasında anlamlı bir farka yol açmadığı tespit edilmiştir [53]. Araştırma sonuçları, kız ve erkek öğrencilerin FeTeMM alanlarındaki başarıları arasındaki farkın giderek azaldığını, hatta başarı farkının anlamlı olmadığını göstermektedir [132]. Ergün ve Balçın (2018) tarafından yapılan araştırmada, probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin, altıncı sınıf öğrencilerinin akademik başarıları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda kız öğrencilerin başarılarının erkek öğrencilere göre daha çok arttığı, fakat aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. [133].

Ergün ve Balçın'ın [133] ulaştığı sonuçtan farklı olarak bu çalışmada, erkek öğrencilerin başarılarının %50.75 oranında arttığı, kız öğrencilerin ise başarılarının %23.38 oranında arttığı görülmüştür. Bu bulgunun, erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre mühendisliğe olan ilgilerinin genel olarak daha fazla olmasından ve mühendisliğin çoğunlukla erkek mesleği olarak algılanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu bulgu ile benzer bir şekilde, Marulcu ve Sungur (2012) tarafından yapılan bir çalışmanın sonucunda, öğretmen adaylarının %60'ının “çoğu insana göre bayanlar mühendisliği iyi yapabilir” görüşünü benimsemedikleri; öğretmen adaylarının %79'unun “çoğu insana göre erkekler mühendisliği iyi yapabilir” görüşünü destekledikleri belirlenmiştir [102].

5.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın üçüncü alt problemi “Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri üzerinde etkisi var mıdır?” şeklindedir. Öğrencilerin ön test puanları ile son test puanları, Wilcoxon işaretli sıralar testiyle karşılaştırılmıştır. Analiz sonucunda öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin, son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak çalışmada uygulanan probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin, öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Araştırmada elde edilen bu sonuç, alan yazında yer alan diğer araştırma sonuçları ile de benzerlik göstermektedir. Örneğin, Büyükdede ve Tanel (2018) çalışmalarında iş, enerji ve itme, momentum konularına yönelik olarak uyguladıkları FeTeMM etkinliklerinin, öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin arttığı, kontrol grubundaki öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde ise bir gelişme olmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini arttırmada olumlu etkisi olduğu görülmüştür [134].

Konca Şentürk (2017) gerçekleştirdiği yüksek lisans tez çalışmasında FeTeMM etkinliklerinin fen bilimleri dersindeki kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılık üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırmada FeTeMM etkinlikleriyle

ders işlenen deney grubunun puan ortalamaları, fen bilimleri öğretim programına göre ders işlenen kontrol grubunun puan ortalamalarından yüksek çıkmıştır. Fakat bu puan ortalamaları farkının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak FeTeMM etkinliklerinin uygulandığı deney grubunun kavramsal anlama testinden aldığı puanlar daha yüksek olduğundan, FeTeMM etkinliklerinin kavramsal anlama düzeylerini arttırmada etkili olduğu söylenebilir [135]. Gülhan (2016) çalışmasında Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik entegrasyonunun beşinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda deney grubunun kavramsal anlama düzeyinin kontrol grubundan daha fazla olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır [136].

5.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın dördüncü alt problemi “Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinlikleri kız ve erkek öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık oluşturmakta mıdır?” şeklindedir. Öğrencilerin ön test puanları ile son test puanları cinsiyetlerine göre Mann-Whitney U testiyle değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda ön test ve son testte kız öğrencilerin sıra toplam puanlarının, erkek öğrencilerin sıra toplam puanlarından fazla olmasına rağmen, puanlar arasındaki farkın istatistik olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Cinsiyete göre, öğrencilerin kavramsal anlama testi ortalamalarındaki artış oranı yüzde olarak hesaplandığında, erkek öğrencilerin kavramsal anlama oranının %113.18 arttığı, kız öğrencilerin kavramsal anlama oranının ise %101.98 oranında arttığı belirlenmiştir. Erkek öğrencilerin kavramsal anlama puanları, kız öğrencilere göre daha fazla artmasına rağmen, aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

5.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın beşinci alt problemi “Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin mühendis algıları üzerinde etkisi var mıdır?” şeklindedir. Araştırmada öğrencilerin ön test puanları ile son test puanları Wilcoxon işaretli sıralar testiyle karşılaştırılmıştır. Analiz sonucunda, ön test puanları ile son test puanları arasında son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir.

Dolayısıyla araştırmada uygulanan probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin, öğrencilerin mühendis algılarını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Araştırmada ulaşılan bu sonuçla benzer olarak, Tseng ve diğ., (2013) tarafından yapılan çalışmada proje tabanlı öğrenmeyle gerçekteştirilen FeTeMM etkinliklerinin, öğrencilerin mühendislikle ilgili olumlu tutum geliştirmelerini sağladığı belirlenmiştir [110]. Becker ve Park (2011)'ın gerçekteştirdiği metaanaliz çalışmasında, FeTeMM eğitiminin ilköğretimde en büyük etkiyi gösterdiği, FeTeMM konuları ile bütünleştirici yaklaşımların öğrenmeyi olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır [111].

Marulcu ve Sungur (2012) çalışmalarında fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik algılarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının % 48'i mühendisliği önemli olarak görürken, %29'u kararsız kalmıştır. Aynı çalışmada öğretmen adaylarının %60'ı mühendislerin sözel becerilerinin gelişmediğini düşünürken, %83'ü matematik becerilerinin geliştiğini düşünmektedir. Araştırmacılar bu yanlış düşüncelerin düzeltilmesi için mühendislik dizayn süreçlerinin uygulanması gerektiğini ifade etmişlerdir [102]. Irkıçatal (2016) çalışmasında mühendislik dizayn süreci doğrultusunda uygulanan okul sonrası FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin mühendislerle ilgili algılarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır [53]. Pekmez ve diğ., (2017) çalışmalarında Boston Üniversitesi Bilim Müzesi tarafından geliştirilen “Çocuklar İçin Mühendislik ve Teknoloji Dersleri” adlı eğitim modülünü dört, beş ve altıncı sınıflara uygulamıştır. Ön test ve son test olarak “Mühendislik Nedir?” ölçeğini uygulamış ve bunun sonucunda her sınıf düzeyinde puan ortalamalarının arttığını, 5. ve 6. sınıflarda son test lehine anlamlı fark olduğunu gözlemlemişlerdir [137].

Nitekim bu araştırmada da öğrencilerin mühendisle ilgili ön testte işaretlenme sıklığı az olan tasarım yapan, makineler geliştiren, yapıları denetleyen, ekip olarak çalışan kişi algılarının son testte arttığı gözlenmiştir. Bunun yanında kablo döşemek, yemek satmak, araba tamir etmek, diş temizlemek gibi işlerin mühensislere ait olmadığına yönelik düşüncelerin son testte arttığı görülmüştür. Sonuç olarak kavram karikatürü destekli problem dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin mühendis algılarını olumlu etkilediği söylenebilir.

5.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın altıncı alt problemi “Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin mühendis imajları üzerinde etkisi var mıdır?” şeklindedir. Değerlendirme için mühendislerin yaptığı işler kategoriler ve kodlara ayrılmıştır. Bu kategorilerden bazılarına bakıldığında ön test sonuçlarıyla son test karşılaştırılınca cinsiyet kategorisinde mühendislerin erkek olduğunu düşünenlerin oranı % 88.24 iken son testte bu oran 58.82’ ye düşmüştür. Ön testte öğrencilerin %23.53’ü mühendislerin tasarım, buluş, ürün oluşturma, yaratma işleriyle ilgilendiklerini belirtirken son testte bu oran %58.82’ ye çıkmıştır.

Capobianco ve diğ., (2011) çalışmalarında öğrencilerin mühendisler konusundaki görüşlerini incelemiştir. Öğrencilerin çoğunun mühendisleri işçi veya tamirci olarak tanımladıkları görülmüştür [106]. Gülhan (2016) çalışmasında FeTeMM entegrasyonunun ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin FeTeMM alanlarıyla ilgi alanlarına etkisini araştırmıştır. Araştırmada sonucunda deney grubunun mühendis algılarının ve genel olarak FeTeMM alanlarına yönelik algılarının olumlu yönde geliştiği belirlenmiştir [136].

Araştırma süresince yapılan kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerdeki mühendis algısını olumlu etkilediği, mühendislere yönelik tamirci ya da inşaat işçisi imajının azalarak üreten, tasarım yapan mühendis imajının arttığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca erkek mühendis imajı azalarak kadın mühendis imajının arttığı gözlemlenmiştir.

5.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmanın yedinci alt problemi “Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin teknoloji algıları üzerinde etkisi var mıdır?” şeklindedir. “Teknoloji nedir?” ölçeğine verilen yanıtlar Wilcoxon işaretli sıralar testiyle karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin ön testte teknoloji ürünü olan nesnelere teknoloji olarak görmedikleri gözlemlenmiştir. Uygulama sonrasında uygulanan son testte ise hangi nesnelere teknoloji ürünü olduğunu bilen öğrenci sayısı artmıştır. Uygulanan etkinlikler sonucunda öğrencilerin teknoloji algılarının olumlu yönde etkilendiği sonucuna varılmıştır. Benzer şekilde Pekmez ve diğ., (2017) tarafından

yapılan araştırmada da ‘‘Teknoloji nedir?’’ leği n test son test olarak kullanılmıştır. Araştırma sonucunda 4., 5. ve 6. sınıf ğrencilerinin teknoloji hakkındaki bilgi düzeylerinde artış olduğu görülmüştür. Araştırmada eğitim öncesinde teknoloji ürünlerini genellikle elektrikle çalışan ya da büyük makineler olarak gören öğrenciler, son testte birçok el yapımı bir çok nesnenin de aslında teknoloji ürünü olduğunun farkına varmışlardır [137].

5.8. neriler

Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, araştırmacılara ve uygulayıcılara yönelik aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur.

5.8.1. Araştırmacılara neriler

- Kavram karikatürü destekli probleme dayalı FeTeMM etkinlikleri öğrencilerin akademik başarısını arttırdığından FeTeMM etkinliklerinin farklı sınıf düzeylerinde uygulandığında olumlu sonuç verebileceği düşünülmektedir. Etkinliklerin beşinci sınıf düzeyindeki öğrencilerde kavramsal anlama düzeyini arttırmada, teknoloji ve mühendis algılarını değiştirmede etkili olduğu görüldüğünden diğer düzeylerde de olumlu etki yaratabileceği düşünülmektedir.
- Kavram karikatürü destekli PD yöntemiyle yapılan FeTeMM etkinlikleri farklı seviyelerde farklı ünitelerde de yapılabilir. Ayrıca bu araştırma Manisa ili Akhisar ilçesiyle sınırlı olduğundan diğer bölgelerde hangi sonuçlar elde edileceği de araştırma konusu olabilir.

5.8.2. Uygulayıcılara neriler

- MEB (2018) fen bilimleri ğretim programında ‘‘lkemizin bilimsel araştırma ve teknoloji geliştirme kapasitesini, sosyoekonomik kalkınmasını ve rekabet gücünü arttırmak için öğrencilerin fen ve mühendislik uygulamalarını deneyimlemeleri önem arz etmektedir [9].’’ ifadesi geçmektedir. Bunun gerçekleşebilmesi adına okullarda ğrencilerin FeTeMM etkinliklerini uygulayabilmeleri için öğretmenlere hizmet içi eğitimlerle FeTeMM etkinlikleri hakkında bilgi verilebilir.

- FeTeMM etkinliklerinin daha etkili olabilmesi için öğretmenler diğer branş öğretmenleriyle işbirliği yapmalıdır.
- Dersler mümkün olduğunca FeTeMM etkinlikleriyle zenginleştirilmeli, öğrencilerin işbirliği halinde grup çalışmaları yapmaları sağlanmalıdır.
- Elde edilen tasarımlar sergilenerek öğrenciler teşvik edilebilir.
- Her öğrencinin etkinliklere katılabilmesi için FeTeMM etkinlikleri pahalı olmayan nesnelere de yapılabildiğinden mümkün olduğunca mali yükü az araç gereçler tercih edilmelidir.
- Öğretmenlerin mühendislik ve mühendislik tasarım süreci ile ilgili kavramları öğrenmeleri ve öğrencilerini de bu terminolojiyi kullanmaları için teşvik etmeleri önerilmektedir. Bunu gerçekleştirmek için sınıfa farklı çalışma alanlarından mühendisler davet edilerek öğrencilerin ilk elden bilgi edinmesi de sağlanabilir.

KAYNAKLAR

1. Partnership for 21st Century Skills. P21 framework definitions. 2009. (Web: http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework_Definitions.pdf). (31. 01 2018).
2. Berry, M. R., Chalmers, C., & Chandra, V. STEM futures and practice, can we teach STEM in a more meaningful and integrated way?. 2012, 225-240.
3. Taş, U. E., Arıcı, Ö., Ozarkan, H. B., & Özgürlük, B. PISA 2015 ulusal raporu. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı. 2016, 56s.
4. Thomasian, J. Building a science, technology, engineering, and math education agenda: an update of state actions. NGA Center for Best Practices. 2011, 44s.
5. Corlu, M. S. FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. Turkish Journal of Education. 2014, 3(1), 4-10.
6. Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R., & Tseng, K. H. The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. International Journal of Technology and Design Education. 2011, 21(2), 195-215.
7. Rehmat, A. P. Engineering the path to higher-order thinking in elementary education: A problem-based learning approach for STEM integration. University of Nevada. Las Vegas, August 2015, 203 pp. (Doctoral Dissertation)
8. Milli Eğitim Bakanlığı. İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3,4,5,6,7 ve 8.sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı. 2017.
9. Milli Eğitim Bakanlığı. İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3,4,5,6,7 ve 8.sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı. 2018.
10. Trilling, B., & Fadel, C. 21st century skills: Learning for life in our times. John Wiley & Sons. 2009.
11. Tan, O. S., Chye, S., & Teo, C. T. Problem-based learning and creativity: A review of the literature. Problem-based learning and creativity, 2009, 15-38.

12. Boran, A. İ., & Aslaner, R. Bilim ve Sanat Merkezlerinde Matematik Öğretiminde Probleme Dayalı Öğrenme. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2008, 9(15), 15-32.
13. Kaptan, F., & Korkmaz, H. Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2001, 20(20), 185-192.
14. Çepni, S. ve Ormancı, Ü. Geleceğin Dünyası. Kuram ve Uygulamalarıyla STEM Eğitimi, Pegem Akademi Yayınları, Ankara. 2017, 32s.
15. Hung, W., Jonassen, D. H., & Liu, R. Problem-based learning. Handbook of research on educational communications and technology. 2008, 3, 485-506.
16. Kılınc, A. Probleme dayalı öğrenme. Kastamonu Eğitim Dergisi. 2007, 15(2), 561-578.
17. Yalçınıyğit, C. Biyoloji Dersinde Probleme Dayalı Öğrenmede Eleştirel Düşünme Becerileri İle İlgili Araştırma, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 2016, 128s. (Doktora Tezi).
18. Yaman, S., Yalçın, N. Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının problem çözme ve öz-yeterlik inanç düzeylerinin gelişimine etkisi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 2005, 29(29). 229-236.
19. Tandogan, R. O., & Orhan, A. The Effects of Problem-Based Active Learning in Science Education on Students' Academic Achievement, Attitude and Concept Learning. Online Submission. 2007, 3(1), 71-81.
20. İnel, D. Kavram Karikatürleri Destekli Probleme Dayalı Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin Problem Çözme Beceri Algılarına, Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyonlarına ve Kavramsal Anlama Düzeylerine Etkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı. İzmir, 2012, 280s. (Doktora Tezi).
21. Noordin, M. K., Nasir, A. N., Ali, D. F., & Nordin, M. S. Problem-Based Learning (PBL) and Project-Based Learning (PjBL) in engineering education: a comparison. Proceedings of the IETEC. 2011, 11.
22. Can, B., Gencer, A. S., Yıldırım, C., Bahtiyar, A. Fen öğretiminde probleme dayalı öğrenme (5., 6., 7. ve 8. sınıf kazanımlarına yönelik senaryo etkinlikleri). 2016, 1-195.
23. Tatar, E. Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Termodinamiğin I. Kanununu Anlamaya Etkisi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,

- Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Kimya Eğitimi Bilim Dalı. Erzurum, 2007, 182s. (Doktora Tezi).
24. Hmelo-Silver, C. E. Problem-based learning: What and how do students learn?. Educational psychology review. 2004, 16(3), 235-266.
 25. Delil, A., ve Güleş, S. Yeni ilköğretim 6. sınıf matematik programındaki geometri ve ölçme öğrenme alanlarının yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı açısından değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 2007, 20(1), 35-48.
 26. Ergün, A. İşbirlikli Öğrenme Yönteminin İlköğretim Sekizinci Sınıf Fen Öğretimine Etkileri. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Denizli 2006, 94s. (Yüksek Lisans Tezi)
 27. Arslan, M. Constructivist approaches in education. Ankara University, Journal of Faculty of Educational Sciences, 2007, 40(1), 41-61.
 28. Akyol, S., & Fer, S. Effects of Social Constructivist Learning Environment Design on 5th Grade Learners' Learning. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2010, 9, 948-953.
 29. Harland, T. Vygotsky's zone of proximal development and problem-based learning: Linking a theoretical concept with practice through action research. Teaching in higher education, 2003, 8(2), 263-272.
 30. Demirel, M., & Turan, B. A. Probleme dayalı öğrenmenin başarıya, tutuma, bilişötesi farkındalık ve güdü düzeyine etkisi. Hacettepe üniversitesi eğitim fakültesi dergisi. 2010, 38(38), 55-66.
 31. Kartal Taşoğlu, A. Manyetizma Konularının Öğrenimine Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Etkilerinin İncelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, İzmir, 2015, 271s. (Doktora Tezi).
 32. Özyalçın Oskay, Ö. Kimya Eğitiminde Teknoloji Destekli, Probleme Dayalı Öğrenme Etkinlikleri. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, 2007, 204s. (Doktora Tezi).
 33. Kızılcık, H. Probleme Dayalı Öğrenme Sürecinde Isı ve Sıcaklık Kavramlarının Gelişimi Üzerine Bir Durum Çalışması. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, 2012, 505s. (Doktora Tezi).

34. İnce Aka, E. Asitler ve Bazlar Konusunun Öğretiminde Kullanılan Probleme Dayalı Öğrenme Yönteminin Farklı Değişkenler Üzerine Etkisi ve Yönteme İlişkin Öğrenci Görüşleri. Gazi Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Ankara, 2012, 441s. (Doktora Tezi).
35. Çelik, P. Probleme Dayalı Öğrenmenin Öğretmen Adaylarının Fizik Dersi Başarısı, Öğrenme Yaklaşımları ve Bilimsel Süreç Becerileri Üzerindeki Etkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Fizik Öğretmenliği Programı, İzmir, 2013, 340s. (Doktora Tezi).
36. Cantürk Günhan, B. İlköğretim II. Kademedeki Matematik Dersinde Probleme Dayalı Öğrenmenin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, İzmir, 2006, 427s. (Doktora Tezi).
37. Sifoğlu, N. İlköğretim 8. Sınıf fen bilgisi dersinde Yapısal Öğrenme ve Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımlarının Öğrenci Başarısı Üzerine Etkisi, Gazi Üniversitesi, Eğitim bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007, 182s. (Yüksek Lisans Tezi).
38. Altunçekiç, A. Web Destekli Probleme Dayalı Öğrenme Ortamlarının Bilişsel ve Duyuşsal Öğrenme Ürünlerine Etkisi: Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Fakültesi Örneği. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, 2010, 143s. (Doktora Tezi).
39. Kızılkaya, A., Seven, S. Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Öğrencilerin Bloom Taksonomisi'nin Bilişsel Alan Alt ve Üst Düzey Akademik Başarılarına Etkisi. Kafkas Üniversitesi, e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi. 2016, 3(3), 34-46.
40. Özkardeş Tandoğan, R. Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Aktif Öğrenmenin Öğrencilerin Başarılarına ve Aktif Öğrenmelerine Etkisi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, İstanbul, 2006, 290s. (Yüksek Lisans Tezi).
41. Dilek Eren, C. Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenmenin Eleştirel Düşünme Eğilimine, Kavram Öğrenmeye ve Bilimsel Yaratıcı Düşünme Becerisine Etkisi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011, 292s. (Doktora Tezi).

42. Arslan-Turan, B. Probleme Dayalı Öğrenmenin Başarıya, Öz - Düzenleyici Öğrenme Becerilerine ve Akademik Özgüvene Etkisi. Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitim Programları ve Öğretim Bilim Dalı, Ankara, 2014, 176s. (Doktora Tezi).
43. Sayın, Ş. İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi 7. Sınıf "Işık" Ünitesinin Öğretiminde Kavram Karikatürlerinin Kullanımının Öğrencilerin Akademik Başarıları, Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algıları ve Motivasyonları Üzerine Etkisi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Manisa, 2015, 165s. (Yüksek Lisans Tezi).
44. Naylor, S., & Keogh, B. Concept cartoons: what have we learnt?. Journal of Turkish Science Education. 2013, 10(1), 3-11.
45. Yıldırım, B., & Selvi, M. STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. 2017, 13(2), 183-210.
46. Şaşmaz Ören, F., Karatekin, P., Erdem, Ş., & Ormancı, Ü. Öğretmen Adaylarının Bitkilerde Solunum-Fotosentez Konusundaki Bilgi Düzeylerinin Kavram Karikatürleriyle Belirlenmesi ve Farklı Değişkenlere Göre Analizi. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi(KEFAD). 2012, 13(3), 155-174.
47. Evrekli, E. Fen ve Teknoloji Öğretiminde Zihin Haritası ve Kavram Karikatürü Etkinliklerin Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Sorgulayıcı Öğrenme Beceri Algılarına Etkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı, İzmir, 2010, 146s. (Yüksek Lisans Tezi).
48. Yaman, H. Cartoons as a Teaching Tool: A Research on Turkish Language Grammar Teaching. Educational Sciences: Theory and Practice. 2010, 10(2), 1231-1242.
49. Topkaya, Y. Doğal Çevreye Duyarlılık Değerinin Aktarılmasında Kavram Karikatürleri ile Eğitici Çizgi Romanların Etkililiğinin Karşılaştırılması/A Comparison Between Impact of Concept Cartoons and Impact of Instructional Comics in Teaching Value of Sensation on Natu. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 2016, 13(34), 259-272.
50. Baysarı, E. İlköğretim Düzeyinde 5. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Canlılar ve Hayat Ünitesi Öğretiminde Kavram Karikatürü Kullanımının Öğrenci Başarısına, Fen Tutumuna ve Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Olan Etkisi.

- Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Sınıf Öğretmenliği Bilim Dalı, İzmir, 2007, 121s. (Yüksek Lisans Tezi).
51. Yıldız, İ. Kavram Karikatürlerinin Kavram Yanılgılarının Tespitinde ve Giderilmesinde Kullanılması:Düzgün Dairesel Hareket. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Fizik Eğitimi Bilim Dalı, Ankara, 2008, 87s. (Yüksek Lisans Tezi).
52. Aydeniz, D., Akgündüz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M.S., Öner, T., ve Özdemir, S. (Eds.) (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu: “Günün modası mı? Yoksa gereksinim mi?. İstanbul: STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi, İstanbul Aydın Üniversitesi. (Web: www.aydin.edu.tr/belgeler/IAU-STEM-Egitimi-TurkiyeRaporu-2015.pdf). (05.09.2017).
53. İrkıçatal, Z. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FETEMM) İçerikli Okul Sonrası Etkinliklerin Öğrencilerin Başarılarına ve FETEMM Algıları Üzerine Etkisi. Akdeniz Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Antalya, 2016, 163s. (Yüksek Lisans Tezi).
54. Aydeniz, M. ve Bilican, K. STEM Eğitiminde Global Gelişmeler ve Türkiye İçin Çıkarımlar. Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi, Pegem Akademi Yayınları. Ankara. 2017, 69-92.
55. Karataş, F. Ö. Eğitimde Geleneksel Anlayışa Yeni Bir S(İ)tem. Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi (1.Baskı). Pegem Akademi Yayınları. Ankara. 2017, 53-68.
56. Bybee, R. W. What is STEM education?. 2010, 996-996.
57. Çorlu, M., ve Çallı, E. Stem Kuram ve Uygulamalarıyla Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi. Pusula yayıncılık, İstanbul, 2017, 238s.
58. Yıldırım, B., & Altun, Y. STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. El-Cezeri Journal of Science and Engineering. 2015, 2(2), 28-40.
59. Çallı, E. STEM-FeTeMM Eğitiminde Mühendislik Yaklaşımı. STEM Kuram ve Uygulamalarıyla Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi. Pusula Teknoloji ve Yayıncılık A.Ş. (1.Baskı). İstanbul. 2017,11-14.
60. Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. STEM Eğitimi Türkiye Raporu "Günün Modası mı Yoksa

- Gereksinim mi?" Ed: Devrim Akgündüz, Hamide Ertepinar, Scala Basım, İstanbul, Türkiye, 2015, 38s.
61. Aydın, G., Saka, M., & Guzey, S. 4., 5., 6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin STEM (FeTeMM) Tutumlarının Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. 2017, 13(2), 787-802.
 62. Uluyol, Ç., & Eryılmaz, S. 21. Yüzyıl Becerileri Işığında FATİH Projesi Değerlendirmesi. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi. 2015, 35(2), 209-229.
 63. Çepni, S. ve Ormanlı, Ü. Geleceğin Dünyası. Kuram ve Uygulamalarıyla STEM Eğitimi (1. Baskı). Pegem Akademi Yayınları. Ankara. 2017, 1-32.
 64. Koştur, H. İ. FeTeMM eğitiminde bilim tarihi uygulamaları: El-Cezeri örneği. Başkent University Journal of Education. 2017, 4(1), 61-73.
 65. Sahin, A., & Top, N. STEM students on the stage (SOS): Promoting student voice and choice in STEM education through an interdisciplinary, standards-focused, project based learning approach. Journal of STEM Education: Innovations and Research. 2015, 16(3), 24.
 66. Aşık, G., Doğanca Küçük, Z., Çorlu, M. S. STEM-FeTeMM Eğitiminde Ölçme Değerlendirme Yaklaşımı. STEM Kuram ve Uygulamalarıyla Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi (1. Baskı). Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık A.Ş. Ankara. 2017, 21-26.
 67. Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. Washington DC: Congressional Research Service, Library of Congress. 2012, 34s.
 68. Dugger, W. E. Evolution of STEM in the United States. In 6th Biennial International Conference on Technology Education Research in Australia retrieved from. (2010, December). (Web: <http://www.iteea.org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper.pdf>). (19.11.2017).
 69. Ceylan, S. Ortaokul Fen Bilimleri Dersindeki Asitler ve Bazlar Konusunda Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FETEMM) Yaklaşımı ile Öğretim Tasarımı Hazırlanmasına Yönelik Bir Çalışma. Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Bursa, 2014, 279s. (Yüksek Lisans Tezi).
 70. Berry, M. R., Chalmers, C., & Chandra, V. (2012). STEM futures and practice, can we teach STEM in a more meaningful and integrated way?.

71. Havice, D. (2015). for children. (web: <https://www.iteea.org/File.aspx?id=56309&v=6459df57>). (29.01.2018).
72. Sanders, M. E. Stem, stem education, stemmania. 2008, 8s.
73. Gülhan, F., & Şahin, F. The effects of science-technology-engineering-math (STEM) integration on 5th grade students' perceptions and attitudes towards these areas Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. Journal of Human Sciences. 2016, 13(1), 602-620.
74. Gencer, A. S. Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak Etkinliği. Journal of Inquiry Based Activities. 2017, 5(1), 1-19.
75. National Research Council. Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. National Academies Press. 2011.
76. Jho, H., Hong, O., & Song, J. An analysis of STEM/STEAM teacher education in Korea with a case study of two schools from a community of practice perspective. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education. 2016, 12(7).
77. Meng, C., Idris, N., Leong, K. E., & Daud, M. Secondary school assessment practices in Science, Technology and Mathematics (STEM) related subjects. 2013, 6(2), 58-69.
78. Office of the Chief Scientist 2014, Science, Technology, Engineering and Mathematics: Australia's Future. Australian Government, Canberra. (web: http://www.chiefscientist.gov.au/wp-content/uploads/STEM_AustraliasFuture_Sept2014_Web.pdf). (02.02.2018).
79. Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Henriksson, H. W., & Hemmo, V. Science education now: A new pedagogy for the future of Europe. European Commission Directorate General for Research Information and Communication Unit. 2007.
80. Esen, S. Köy Enstitüleri. Kilis 7 Aralık Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tarih Ana Bilim Dalı, Kilis, 2013, 86s. (Yüksek Lisans Tezi).
81. Çorlu, M. S. STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi, Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık A.Ş. İstanbul. 2017, 1-10.
82. TIMSS 2015 Tanıtım kitapçığı.(Web: <http://timss.meb.gov.tr/www/timss-nedir/icerik/4>). (11.02.2018)

83. Taş, U. E., Arıcı, Ö., Ozarkan, H. B., & Özgürlük, B. PISA 2015 ulusal raporu. *Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.*(2016)
84. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK). 2004. Ulusal bilim ve teknoloji politikaları: 2003 – 2023 Strateji belgesi. (Web: http://timss.meb.gov.tr/wp-content/uploads/Tanitim_Kitapcigi.pdf). (24.01.2018).
85. Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabı.(web: http://scientix.meb.gov.tr/images/upload/Event_35/Gallery/STEM%20E%C4%9Fitimi%20C3%96%C4%9Fretmen%20El%20Kitab%C4%B1.pdf). (25.01.2018)
86. Ensari, Ö. Öğretmen Adaylarının FeTeMM Eğitimi ve FeTeMM Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fizik Eğitimi Bilim Dalı, Van, 2017, 80s. (Yüksek Lisans Tezi).
87. Deveci, İ. E-STEM (Girişimcilik, Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik). Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi (1. Baskı). Pegem Akademi Yayınları. Ankara. 2017, 133-163.
88. Washington STEM Study Group, 2011 (Web: <https://web3.esd112.org/docs/default-source/stem/stem-literacy-definition.pdf?sfvrsn=2>) (29.03.2018).
89. Milli Eğitim Bakanlığı. İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3,4,5,6,7 ve 8.sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı. 2015.
90. Rotherham, A. J., & Willingham, D. T. “21st-Century” skills. *American Educator*. 2010, 17.
91. Ananiadou, K., & Claro, M. 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. 2009.
92. Partnership for 21st Century Skills. (2009). P21 framework definitions. (Web: http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework_Definitions.pdf). (31.01.2018).
93. Tayal, S. P. Engineering design process. *International Journal of Computer Science and Communication Engineering*. 2013, 1-5.
94. Alpaslan, N. Mühendislik tarihi ve felsefesi üzerine bir araştırma. 2011, 10s.

95. Brophy, S. Klein, S. Portsmouth, M. ve Rogers, C. Advancing Engineering Education in P-12 Classrooms. *Journal of Engineering Education*. 2008, 369-387.
96. McCue, C. Mühendisliğe Başlamak bir mühendis gibi düşün.(F.B. Kumkumoğlu, Çev.). Nobel Akademik Yayıncılık, 2017, 122s.
97. Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S. 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 2014, 34(2), 249-265.
98. Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*. 2014, 14(1), 1-26.
99. Sümen, Ö. Ö., & Çalışıcı, H. Pre-Service Teachers' Mind Maps and Opinions on STEM Education Implemented in an Environmental Literacy Course. *Educational sciences: Theory and practice*. 2016, 16(2), 459-476.
100. Karahan, E., Canbazoglu Bilici, S., & Unal, A. Integration of Media Design Processes in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education. *Eurasian Journal of Educational Research*. 2015, 60, 221-240.
101. Karakaya, F., & Avgın, S. S. Effect of demographic features to middle school students' attitude towards FeTeMM (STEM). *Journal of Human Sciences*. 2016, 13(3), 4188-4198.
102. Marulcu, İ., & Sungur, K. Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 2012, 12(1), 13-23.
103. Hacıömeroğlu, G., & Bulut, A. S. Integrative stem teaching intention questionnaire: A validity and reliability study of the Turkish form. 2016, 12(3), 654-669.
104. Akaygun, S., & Aslan-Tutak, F. Conceptions of Pre-Service Chemistry. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*. 2016, 4(1), 56-71.

105. Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P., & Thai, C. N. Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*. 2015, 91, 14-31.
106. Capobianco, B. M., Diefes-dux, H. A., Mena, I., & Weller, J. What is an engineer? Implications of elementary school student conceptions for engineering education. *Journal of Engineering Education*. 2011, 100(2), 304-328.
107. Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. The development of the STEM career interest survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*. 2014, 44(3), 461-481.
108. Mahoney, M. P. Students' attitudes toward STEM: Development of an instrument for high school STEM-based programs. 2010, 11s.
109. Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R., & Tseng, K. H. The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*. 2011, 21(2), 195-215.
110. Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*. 2013, 23(1), 87-102.
111. Becker, K., & Park, K. Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*. 2011, 12(5/6), 23.
112. Guzey, S. S., Harwell, M., & Moore, T. Development of an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*. 2014, 114(6), 271-279.
113. Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2015, 13(5), 1089-1113.
114. Karasar, N. Araştırmalarda rapor hazırlama (28. baskı). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık. 2015, 292s.

115. Creswell, J. W. *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Boston:Pearson.(2012).
116. Akter, S., Arslan, H. B., & Şimşek, M. Ortaokul Fen Bilimleri Ders Kitabı. Ankara: MEB Devlet Kitapları. Özgün Matbaacılık. 2017.
117. Üstündağ, M., Düzgünoğlu, H., Akyüz, F. (2017). Fenito Akıllı Test Kutusu 5.Sınıf. (Web: <http://www.akillidefter.com.tr/?a=frontpage>). (04.10.2017).
118. Kan, A. (2009). Ölçme Araçlarında Bulunması Gereken Nitelikler. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme (3.Baskı) içinde (23-80). Ankara. Anı Yayıncılık
119. Büyüköztürk, Ş. Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı. Pegem Akademi, Ankara, 2016, 213s.
120. TAN, Ş. Öğretimi Planlama ve Değerlendirme. PegemA Yayıncılık, Ankara, 2006, 524s.
121. Atılgan, H. Madde ve Test İstatistikleri. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, Anı Yayıncılık, Ankara, 2009, 468s.
122. Başer, N. Ders Geçme ve Kredi Sisteminde Lise Öğrencileri İçin Bir Matematik Başarı Testi Tasarımı ve Uygulanabilirliğinin Araştırılması.. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, İzmir, 1996, 278s. (Doktora tezi).
123. Şaşmaz Ören, F., Karatekin, P., Erdem, Ş., & Ormancı, Ü. Öğretmen Adaylarının Bitkilerde Solunum-Fotosentez Konusundaki Bilgi Düzeylerinin Kavram Karikatürleriyle Belirlenmesi ve Farklı Değişkenlere Göre Analizi. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi(KEFAD). 2012, 13(3), 155-174.
124. Knight, M., & Cunningham, C. Draw an engineer test (DAET): Development of a tool to investigate students' ideas about engineers and engineering. In ASEE Annual Conference and Exposition (Vol. 2004).
125. Chambers, D. W. Stereotypic images of the scientist: The draw a scientist test. *Science education*, 1983, 67(2), 255-265.
126. Lachapelle, C. P., Cunningham, C. M., & Lindgren-Streicher, A. Elementary teachers' understandings of engineering and technology. In Annual Conference & Exposition American Society for Engineering Education Chicago, Illinois. (2006). (Web: <https://peer.asee.org/200>). (15.03.2018).

127. Ergün, A. ve Balçın, M. D. Ortaokul Öğrencilerinin Mühendis Algılarının Çizim Tekniğiyle Belirlenmesi. Uluslararası Bilim ve Eğitim Kongresi 2018 (UBEK2018) özet kitabı. (2018). s.354.
128. Sözbilir, M. Nitel veri analizi. Retrived from. (2009). (Web: http://fenitay.files.wordpress.com/2009/02/1112-nitel-arac59ftc4b1rmada-veri_analizi.pdf on, 17, 2014.). (7.05.2018)
129. Engineering is Elementary (EIE). Engineering Design Process. (Web: <https://www.eie.org/overview/engineering-design-process>) (15.06.2018).
130. Herdem, K. & Ünal, İ. Analysis of Studies about STEM Education: A Meta-Synthesis Study. Educational Research in International Context. 2018, doi: 10.15285/maruaeabd.381417.
131. Doğanay K. Probleme Dayalı STEM Etkinlikleriyle Gerçekleştirilen Bilim Fuarlarının Ortaokul Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersi Akademik Başarılarına ve Fen Tutumlarına Etkisi. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Ana Bilim Dalı, Kastamonu, 2018, 136 s. (Yüksek Lisans Tezi).
132. Bursal, M., Buldur, S. ve Dede, Y. Alt sosyo-ekonomik düzeyli ilköğretim öğrencilerinin 4- 8. sınıflar fen ve matematik ders başarıları: cinsiyet perspektifi. Eğitim ve Bilim. 2015, doi: 10.15390/EB.2015.2913.
133. Ergün, A., & Balçın, M. D. Probleme Dayalı FeTeMM Uygulamalarının Akademik Başarıya Etkisi. Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi. 2019, 4(1), 40-63.
134. Büyükdede, M., & Tanel, R. İş- Enerji İtme ve Momentum Konularına Yönelik FETEMM Etkinliklerinin Kavramsal Anlama Üzerine Etkisi. Diyalektolog. 2018, (19), 379-395.
135. Konca Şentürk, F. FETEMM Etkinliklerinin Fen Bilimleri Dersindeki Kavramsal Anlama ve Bilimsel Yaratıcılık Üzerindeki Etkileri ve Öğrenci Görüşleri. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, Muğla, 2017, 225s. (Yüksek Lisans Tezi).
136. Gülhan, F. Fen - Teknoloji - Mühendislik - Matematik Entegrasyonunun (STEM) 5.Sınıf Öğrencilerinin Algı, Tutum, Kavramsal Anlama ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı, İstanbul, 2016, 312 s. (Doktora Tezi).

137. Pekmez, E., Yılmaz, H., Akşit, A. C. A., & Güler, F. İlköğretim Öğrencilerinin Fen-Teknoloji-Tasarım Süreci İle İlgili Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Bir Eğitim Modülü Uygulaması. *Ege Eğitim Dergisi*, 2017, 19(1), 135-160.



EKLER

EK.1. Akademik Başarı Testi

ADI SOYADI:

SINIFI: 5/c

AKADEMİK BAŞARI TESTİ

76

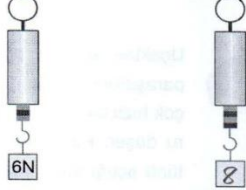
Sevgili öğrenciler, bu test yüksek lisans tez çalışmamda kullanmak için geliştirdiğim 25 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Test ile kuvvet ve kuvvetin ölçülmesi konusundaki akademik başarınızın ölçülmesi amaçlanmaktadır. Soruları dikkatli bir şekilde okuyarak doğru olduğunu düşündüğünüz seçeneği cevap anahtarına işaretlemeniz gerekmektedir. Yanlış yanıtlarınız doğruları götürmeyecektir. Teşekkür eder, başarılar dilerim. Erhan KÜLEKÇİ

- 1) I. Yazı yazılması
II. Araçların lastiklerinin aşınması
III. Yerde emekleyen bebeklerin kıyafetlerinin eskimesi
IV. Araç motorlarındaki parçaların zamanla aşınması
- Yukarıdaki olaylardan hangilerinde sürtünme kuvvetinin olumsuz etkilerine örnek verilmiştir?

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

Şekildeki K ve L dinamometreleri özdeşdir. K dinamometresine 6 N luk kuvvet uygulandığında dinamometrenin 3 bölümünün uzaması sağlanıyor.

- 2) K dinamometresi L dinamometresi



L dinamometresinin 4 bölme uzamasını sağlayan kuvvet kaç N'dur?

A) 2N B) 4N C) 6N D) 8N

- 3) Şekildeki dinamometre 0 - 90 N aralığında ölçüm yapabilmektedir. Bu dinamometre ile aşağıdaki cisimler ölçülmek isteniyor.



I. 100 N



II. 50 N



III. 25 N



Buna göre, verilen cisimlerden hangileri ölçüldüğünde dinamometre özelliğini kaybeder?

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

- 4) Mutfaktaki buzdolabının yerini değiştirmeye çalışan Ayşe hanım tek başına buzdolabını hareket ettiren zorlanmaktadır.

Ayşe hanımın buzdolabını daha kolay hareket ettirmesi için;

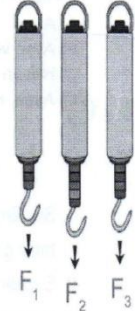
- I. Buzdolabının altına tekerlek koymalıdır
II. Buzdolabının altını yağlamalıdır
III. Buzdolabının altına halı sermelidir
- işlemlerinden hangilerini yapmalıdır?

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

- 5) Şekildeki özdeş dinamometrelerin ucuna F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetleri uygulandığında dinamometrelerin denge durumları şekildeki gibi olmaktadır.

Buna göre F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetlerinin büyüklük sıralaması hangisindeki gibi olur?

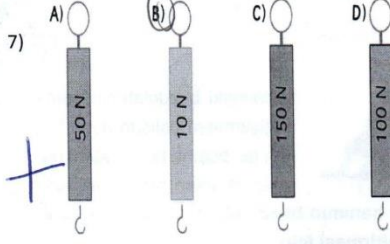
A) $F_2 > F_3 > F_1$
B) $F_1 = F_2 = F_3$
C) $F_1 > F_3 > F_2$
D) $F_3 > F_1 = F_2$



- 6) Kışın araçlara kış lastikleri takılır. Bu durumun nedeni aşağıdakilerden hangisi olamaz?

A) Sürtünme kuvvetini azaltır.
B) Kaymayı önler.
C) Durmayı kolaylaştırır.
D) Sürtünme kuvveti artırılır.

Her biri 10 eşit bölmeli olan aşağıdaki dinamometrelerden hangisi ile 3N luk bir kuvveti ölçmek daha uygundur?



Ayşe: Kuvvet ölçmek için kullanılan araçlara dinamometre denir.

Hasan: Kuvvet birimi Newtondur.

Elif: Dinamometreler cisimlerin esneklik özelliğinden yararlanılarak yapılmıştır.

8) Kuvvetin ölçülmesi ve özellikleri ile ilgili yukarıdaki öğrencilerin verdiği bilgilerden hangileri doğrudur?

- A) Ayşe
B) Ayşe ve Hasan
C) Hasan ve Elif
D) Ayşe, Hasan ve Elif

- I. Sürtünme kuvvetini için dişli ayakkabılar giyilir.
II. Sürtünme kuvveti yüzeyin cinsine ve bağlıdır.
III. Kışın karlı yollarda lastiklere takılan zincirler sürtünme kuvvetini

9) Sürtünme kuvveti ile ilgili yukarıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere gelmesi gereken ifadeler aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- | | | | |
|----------------|-------------------|----------|--|
| | | | |
| A) arttırmak | cismin ağırlığına | arttırır | |
| B) azaltmak | pürüzlülüğüne | azaltır | |
| C) arttırmak | cismin şekline | azaltır | |
| D) değiştirmek | eğimine | yok eder | |

10) I. Dağa tırmanmak
II. Bisikletin fren yapması
III. Koşmak
Yukarıdaki olaylardan hangilerinin gerçekleşmesi için sürtünme kuvveti gereklidir?

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

11) I. Gıcırdayan kapıların yağlanması
II. Bavulların alt kısımlarına tekerlek takılması
III. Kışın araba lastiklerine zincir takılması
IV. Futbolcuların dişli ayakkabılar giymesi
Yukarıdakilerden hangileri sürtünme kuvvetini azaltmak için uygulanan yöntemlerdendir?

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



Uçaktan atlayan paraşütcü, paraşütünü açmadığı sürece çok hızlı bir şekilde yere doğru düşer. Paraşütcü paraşütünü açtığı anda yavaşlar ve daha yavaş şekilde yere doğru iner.

12) Bu durumla ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Paraşütcüye sadece paraşüt açıldığı anda hava direnci etki eder.
B) Paraşüt açıldığı anda paraşütcüye etki eden hava direnci artar.
C) Paraşütün genişliği artarsa da paraşütcüye etki eden hava direnci değişmez.
D) Paraşütcüye etki eden hava direnci aşağı yöndedir.

13) I. Maddenin şeklini değiştirme
II. Hareketli cismin yönünü değiştirme
III. Cismin süratini değiştirme
IV. Maddenin cinsini değiştirme
Yukarıdakilerden hangileri kuvvetin etkilerindedir?

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

Aşağıdaki durumlardan hangisi kuvvetin doğadaki etkileri sonucu oluşmamıştır?

- 14) A) Deprem sonucu binaların yıkılması
B) Çığ düşen dağlardaki ağaç dallarının kırılması
C) Dolu yağın bölgedeki otomobil camlarının kırılması
D) Oduncunun balta ile odunları kırması

Günlük hayatta kullanılan bazı araçlarda sürtünme kuvvetinin artırılması istenirken bazı araçlarda da sürtünme kuvvetinin azaltılması gerekir.

15)



I
Paraşüt



II
Uzay Mekiği



III
Yat



IV
Manyetik Raylı Tren

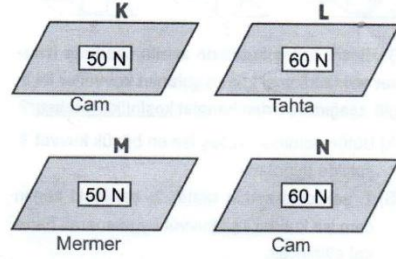
Yukarıdaki araçlardan hangilerinde sürtünme kuvvetinin azaltılması amaçlanmıştır?

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

16) Aşağıdaki olaylardan hangisinde kuvvetin diğer olaylardan farklı bir etkisi gözlenir?

- A) Oyun hamurundan top yapılması
B) Oduncunun odunları kırması
C) Hareket halindeki aracın fren yapması
D) Top çarpan camın kırılması

17) Sürtünme kuvveti, cismin ağırlığına ve cismin bulunduğu yüzeyin cinsine bağlıdır.

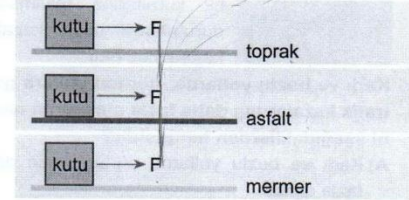


Sürtünme kuvvetinin, sadece cismin bulunduğu yüzeyin cinsine bağlı olduğunu ispatlamak isteyen bir öğrenci yukarıdaki düzlemlerden hangi ikisini kullanmalıdır?

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

Canan, özdeş kutuları toprak, asfalt ve mermer zeminde hareket ettirmek istiyor.

18)

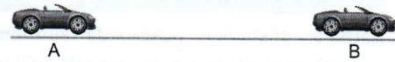


Canan'ın, kutuları hareket ettirmek için uyguladığı kuvvetlerin büyüklük sıralaması aşağıdakilerden hangisindeki gibi olmalıdır?

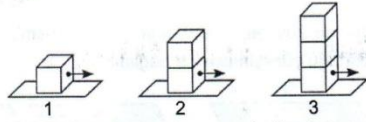
- A) Toprak > Asfalt > Mermer
B) Asfalt > Toprak > Mermer
C) Mermer > Asfalt > Toprak
D) Toprak > Mermer > Asfalt

Sürtülmeli bir yolda A noktasından B noktasına gelen bir araç için aracın hareket etmesini sağlayan kuvvet ile araca etki eden sürtünme kuvvetinin yönleri aşağıdaki seçeneklerden hangisindeki gibi olmalıdır?

19)



	Uygulanan Kuvvet	Sürtünme Kuvveti
A)	→	←
B)	↑	↓
C)	←	→
D)	→	→



- 20) Şekildeki özdeş kutuların zemin üzerinde hareket ettirilebilmesi için uygulanan kuvvetler ile ilgili aşağıdakilerden hangisi **kesinlikle yanlıştır**?
- A) Bütün zeminler özdeş ise en büyük kuvvet 3. şekilde uygulanır.
- B) 1. şekildeki zemin tahta, 2. şekildeki zemin cam ise kutular eşit kuvvet uygulanarak hareket ettirilebilir.
- C) Bütün zeminler özdeş ise 1. şekildeki kutuyu hareket ettirmek için uygulanan kuvvet, 3. şekildeki kutuyu hareket ettirmek için uygulanan kuvvetin iki katıdır.
- D) 2. şekildeki zemin tahta, 3. şekildeki zemin cam ise kutular eşit kuvvet uygulanarak hareket ettirilebilir.**



- 21) Kışın karlı yollarda araçların kontrol edilmesi zor olup trafik kurallarına uyulmadığı durumlarda trafik kazaları kaçınılmaz olur.
- Karlı ve buzlu yollarda, normal yollara göre trafik kazalarının daha fazla olmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?**
- A) Karlı ve buzlu yollarda sürtünmenin daha fazla olması
- B) Karlı ve buzlu yollarda sürtünme az olduğu için fren mesafesinin azalması
- C) Karlı ve buzlu yolların, normal yollara göre daha pürüzsüz ve kaygan olması**
- D) Karlı ve buzlu yollarda sürtünme fazla olduğu için fren mesafesinin artması

Aşağıdaki araçların üzerinde belirli bölgeler harflerle gösterilmiştir.



- 22) Harflerle gösterilen noktalarda sürtünme kuvvetlerinin artırılıp azaltılması ile ilgili verilenlerden hangisi **yanlıştır**?
- A) A'da hava direnci artırılmıştır.
- B) B'de hava direnci azaltılmıştır.
- C) C'de hava direnci azaltılmıştır.**
- D) D'de su direnci azaltılmıştır.

Özdeş demir bilyeler, içlerinde aynı yükseklikte farklı A, B ve C sıvıları bulunan kaplara aynı yükseklikten bırakılıyor.

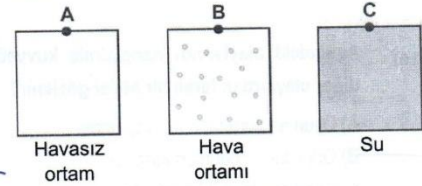


- 23) Demir bilyelerden ilk önce A sıvısındaki, en sonra da B sıvısındaki kabın tabanına ulaştığına göre yapılan deneye göre aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlış** olur?
- A) Kaplardaki A, B ve C sıvıları, demir bilyelere sürtünme kuvveti uygular.
- B) A sıvısının bilyeye uyguladığı sürtünme kuvveti en fazladır.
- C) B sıvısının direnci en fazladır.**
- D) C sıvısının uyguladığı sıvı direnci A sıvısınınkinden fazladır.

Hava ve sıvı direnci ile ilgili;

- 24) I. Hava içerisinde bulunan cisimlere hava direnci etki eder.
- II. Sıvı içerisinde bulunan cisimlere sıvı direnci etki eder.
- III. Suda yürümenin, yolda yürümeye göre daha zor olmasının nedeni su direncinin hava direncine göre daha fazla olmasıdır.
- İfadelerinden hangileri doğrudur?**
- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) II ve III
- D) I, II ve III**

Özdeş kapların içerisindeki ortamlarda aynı yükseklikten aynı anda bırakılan özdeş A, B ve C cisimlerinin kapların tabanlarına ulaşma süreleri $C > B > A$ oluyor.



- 25) Bu deney ile ilgili olarak aşağıdaki sonuçlardan hangisi **çıkartılamaz**?
- A) C küresine su direnci etki eder.
- B) B küresine hava direnci etki eder.
- C) A küresine sürtünme kuvveti etki etmez.**
- D) Suyun direnci havanın direncinden küçüktür.

EK.2. Akademik Başarı Testi Belirtke Tablosu

Bilişsel Alan	Kazanımlar	Bilgi	Kavrama	Uygulama	Toplam	
					Soru Sayısı	Yüzde
Kuvvetin Ölçülmesi	Kuvvetin büyüklüğünü dinamometre ile ölçer	8	3,5	2,7	5	20
	Kuvvetin cisimlere hareket kazandırmasına ve cisimlerin şekillerini değiştirmesine yönelik deneyler yapar.	13	14,16		3	12
Sürtünme Kuvveti	Sürtünme kuvvetine günlük yaşamdan örnekler verir.		10		1	4
	Sürtünme kuvvetinin çeşitli ortamlarda harekete etkisini deneyerek keşfeder.	19	1,6,18,21	17,20,23	8	32
	Günlük yaşamda sürtünmeyi artırma veya azaltmaya yönelik yeni fikirler üretir.		4,9,11,12,15,22		6	24
	Katı, sıvı ve gaz ortamların maddeye sürtünme kuvveti uygulayacağını farkeder		24,25		2	8
Toplam Soru Sayısı		3	17	5	25	
Yüzde		12	68	20	100	

EK.3. Kavramsal Anlama Testi

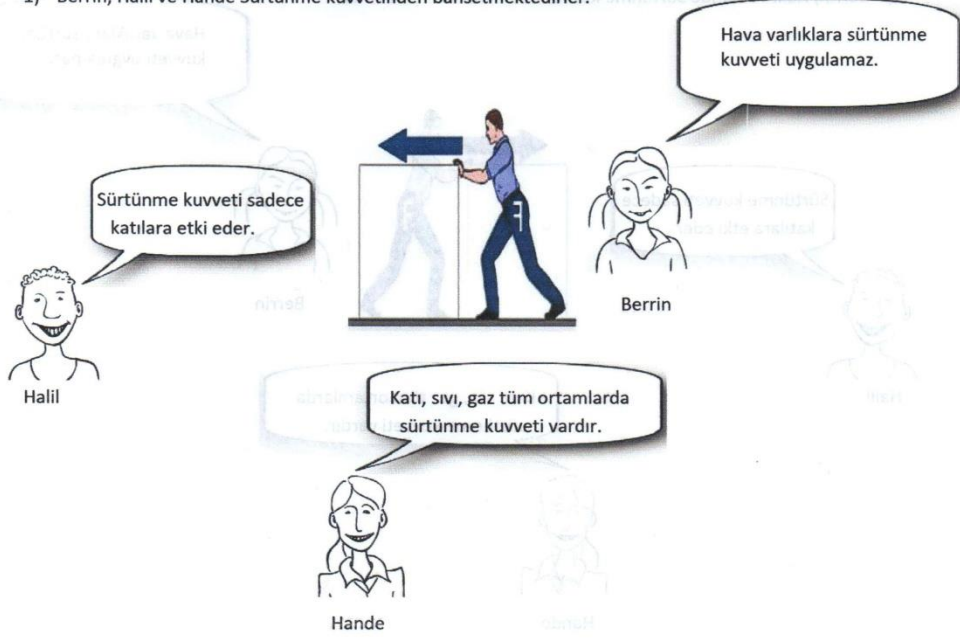
ADI SOYADI:

SINIFI:

KAVRAMSAL ANLAMA TESTİ

Sevgili öğrenciler, bu test yüksek lisans tez çalışmamda kullanmak için geliştirdiğim 8 sorudan oluşan bir testtir. Soruları dikkatli bir şekilde okuyarak, anlayarak cevaplarınızı kendi cümlelerinizle yazmanız gerekmektedir. Teşekkür eder, başarılar dilerim. Erhan KÜLEKCI

1) Berrin, Halil ve Hande Sürtünme kuvvetinden bahsetmektedirler.



Sizce kim doğru söylüyor? Doğru söylediğini düşündüğünüz ismin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz.

Berrin

Halil

Hande

Bu şekilde düşünmenizin sebebini açıklayınız.

Çünkü:

.....

.....

.....

.....

2) Birsen Hanım bebek arabasını itirmektedir. Çocukları Asya, Ada ve Can arasında aşağıdaki gibi bir diyalog geçmektedir.

Annem bebek arabasını toprak zeminde daha kolay hareket ettirir.



Can



Bence fayans zeminde daha kolay hareket ettirir.



Ada



Bence arabanın tekerleklerini çıkarırsak daha kolay hareket eder



Asya

Sizce kim doğru söylüyor? Doğru söylediğini düşündüğünüz ismin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz.

Asya

Ada

Can

Bu şekilde düşünmenizin sebebini açıklayınız.

Çünkü:

toprak zemin çok pürüzlüdür ama fayans zemin pürüzsüzdür.
Tekerlekleri çıkarırsak araba hareket etmeyebilir.

3)Ali oyuncak arabasıyla oynamaktadır. Ali arabasını halı üzerinde ve fayans zemin üzerinde itirmektedir. Ali'nin arabası hangi zeminde daha uzağa gider? Sebebinizi kendi cümlelerinizle açıklayınız.

Çünkü: halı yumuşak, daha pürüzlü, fayans pürüzsüz.
Fayans üzerinde arabası daha uzağa gider.

3



4)Fen Bilimleri dersinde Erhan Öğretmen öğrencilerine " Gemilerin uç kısmı neden sivri yapılmıştır?" diye sorar. İlayda söz hakkı isteyip cevap verir. Erhan öğretmen İlayda'ya

"Doğru cevap verdin seni tebrik ederim!" der.

Sizce İlayda ne cevap vermiştir? Açıklayınız.

1



Bence:

Sevdiğini ve daha dikkatini daha azo indirmek için yapılmıştır.

5) Ayşe bir dinamometre tasarlamak istemektedir. Bunun için yanda verilen şekildeki gibi bir boru, tutma ucu ve askı kancası kullanmıştır. Ayşe tutma ucu ile askı kancası arasında hangi özelliğe sahip malzeme kullanacağını bir türlü bulamamıştır. Ona tavsiyeleriniz nelerdir? Örnek vererek açıklayınız.

Plastik, yağ, kalem, kalem, kalem, yağ, yağ, yağ

1



6) Fen bilimleri öğretmeni Sinem Hanım laboratuvarında bir deney yapmıştır. Filiz, Kemal, Ferit ve Mehmet kendi aralarında öğretmenin yaptığı deneyle ilgili tartışmaktadırlar.

Dinamometreye asılan yük artarsa uzama miktarı azalır.

Kemal

Dinamometreye asılan yük artarsa uzama miktarı da artar

Filiz

Dinamometre ile cisimlerin kütlesi ölçülür

Ferit

Dinamometrenin taşıyabileceği ağırlıktan fazlasını asarsak dinamometre bozulabilir

Mehmet

Sizce hangisi / hangileri doğru söylüyor? Doğru söylediğini düşündüğünüz ismin/ isimlerin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz.

Kemal Ferit Filiz Mehmet

Bu şekilde düşünmenizin sebebini açıklayınız.

Çünkü: Dinamometreye asılan yük artarsa uzama miktarı da artar. Dinamometreye taşıyabileceği ağırlıktan fazlasını asarsak dinamometre bozulabilir.

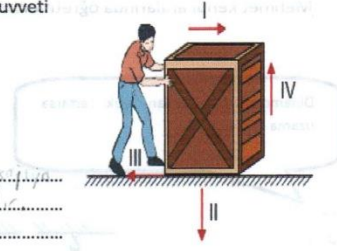
7) Hareket eden cisimle, temas ettiği yüzey arasında sürtünme kuvveti oluşur.

Ferdi, önündeki sandığı yanda verilen şekildeki gibi ittirirse sürtünme kuvveti hangi yönde olacaktır? Kendi cümlelerinizle açıklayınız.

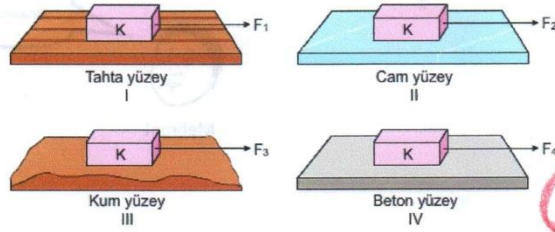
Bence sürtünme kuvvetiI..... yönünde olacaktır

Çünkü:

.....öndeki sandığı yanda verilen şekildeki gibi ittirirse sürtünme kuvveti hangi yönde olacaktır? Kendi cümlelerinizle açıklayınız.



8) Ahmet, K cismini 4 farklı ortamda hareket ettirecek kadar kuvvet uyguluyor.

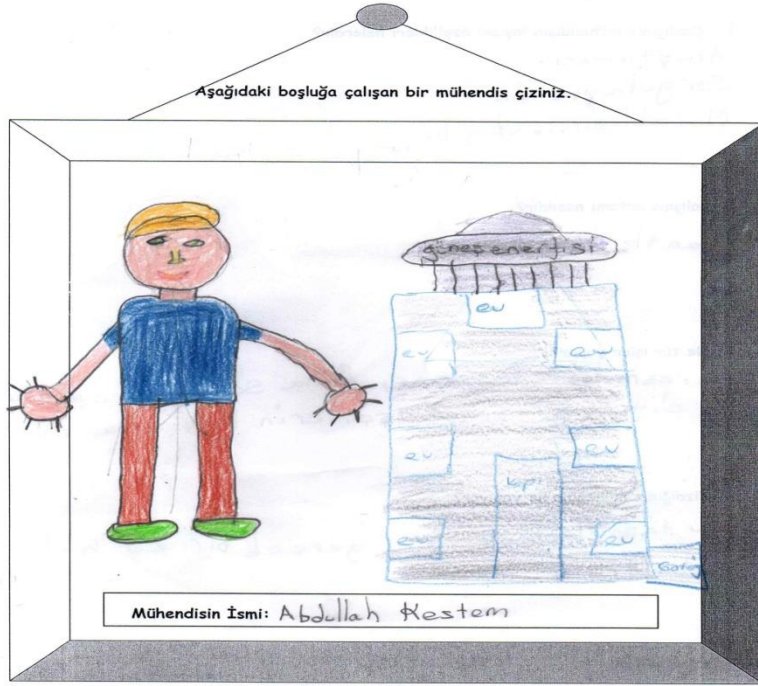


Sizce hangi yüzeyde uygulayacağı kuvvet en büyüktür? Sebebini kendi cümlelerinizle açıklayınız.

Çünkü:

.....Bence III'dür. Çünkü kum yüzeyde daha çabuk gidebilir.

EK 4. Bir Mühendis Çiz Testi (BMÇT)



Çizdiğiniz Mühendisi Tanımlayınız.

1. Çizdiğiniz mühendisin kişisel özellikleri nelerdir?

Araştırmacı,
Sorgulayıcıdır.
Meraklidir... vb gibi.

2. Çalışma ortamı nasıldır?

İnşaatlarda çalışır.

3. Ne tür işler yapar?

Ev resimlerini tasarlar, daha sağlam nasıl olur diye uğraşır. İşçilerin başında durur.

4. Çizdiğiniz mühendis ne yapıyor?

















Ev tasarladı ve onu gerçek bir ev haline getirdi.

EK .5. Teknoloji Nedir? Anketi

Teknoloji Nedir ?

16

Bunların hangilerinin bir teknoloji örneği olduğunu düşünüyorsunuz ?
Teknoloji olduğunu düşündüğünüz kutucuklara "X" işareti koyunuz.

 Ayakkabı <input checked="" type="checkbox"/>	 Metro <input checked="" type="checkbox"/>	 Hindiba Bitkisi <input type="checkbox"/>	 Cep Telefonu <input checked="" type="checkbox"/>
 Meşe Ağacı <input type="checkbox"/>	 Köprü <input checked="" type="checkbox"/>	 Televizyon <input checked="" type="checkbox"/>	 Kupa Bardak <input checked="" type="checkbox"/>
 Papağan <input type="checkbox"/>	 Fabrika <input checked="" type="checkbox"/>	 Bandaj <input checked="" type="checkbox"/>	 Ev <input checked="" type="checkbox"/>
 Güç Telleri <input checked="" type="checkbox"/>	 Bisiklet <input checked="" type="checkbox"/>	 Şimşek <input type="checkbox"/>	 Kitaplar <input checked="" type="checkbox"/>

Bir şeyin Teknoloji olup olmadığını nasıl anlarsınız ?

Eğer isimini yapıyorsa bunu insan eli
yapmışsa teknolojidir.

EK.6. Mühendis Nedir? Anketi

Mühendis Nedir ?

Mühendisler ne tip işler yapar ? Mühendislerin hangi tip işler yaptığını düşünüyorsanız o işin bulunduğu kutucuklara "X" işareti koyunuz.

15

 + Makineler Geliştirmek <input checked="" type="checkbox"/>	 + Yapıları denetlemek <input checked="" type="checkbox"/>	 + Fabrikalar Kurmak <input checked="" type="checkbox"/>	 + Binalar inşa etmek <input type="checkbox"/>
 + Makineleri kullanma <input type="checkbox"/>	 + Çiçekleri Düzenlemek <input type="checkbox"/>	 + Yapılan icatları okuma <input checked="" type="checkbox"/>	 + Suları temizlemek için yollar aramak <input type="checkbox"/>
 + Takım olarak Çalışmak <input checked="" type="checkbox"/>	 + Pizza Yapmak <input type="checkbox"/>	 + Kablo Döşemek <input type="checkbox"/>	 + Yemek Satmak <input type="checkbox"/>
 + Araba Tamir Etmek <input type="checkbox"/>	 + Bir şeyler Tasarlamak <input checked="" type="checkbox"/>	 + Diş Temizlemek <input type="checkbox"/>	 + Çocukları Eğitmek <input type="checkbox"/>

Mühendislerin özellikleri nelerdir ?

Makine mühendisleri makineleri yapmadan önce
maket olarak yaparlar ve özelliklerini
belirlerler ondan sonra yaparlar

EK.7. Ders Planı (Paraşüt Tasarlama)

Uygulama: Paraşüt Tasarlıyoruz

Sınıf: 5. sınıf

Ünite: Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme

Konu: Fiziksel Olaylar

Önerilen Süre: 4 ders saati

Kazanımlar:

Fen Bilimlerine ait kazanımlar:

1. Kuvvetin büyüklüğünü dinamometre ile ölçer.
2. Sürtünme kuvvetinin çeşitli ortamlarda harekete etkisini deneyerek keşfeder.
3. Günlük yaşamda sürtünmeyi artırma veya azaltmaya yönelik yeni fikirler üretir
4. Basit araç gereçler kullanarak bir dinamometre modeli tasarlar
5. Sürtünme kuvvetine günlük yaşamdan örnekler verir.

Diğer FeTeMM disiplinlerine ait kazanımlar:

Matematik:

1. Uzunluk ölçme birimlerini tanır; metre-kilometre, metre-desimetre-santimetre-milimetre birimlerini birbirine dönüştürür ve ilgili problemleri çözer.
2. Zaman ölçme birimlerini birbirine dönüştürür.

Mühendislik:

1. Mühendislik ve tasarım ilişkisini ifade eder.
2. Mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir ürün tasarlar.

Teknoloji Tasarım:

1. Farklı teknolojileri kullanarak tasarımını arkadaşlarına sunar.
2. Tasarım oluşturulurken kullanıcı, malzeme, uygulama ve çevre faktörlerinin önemini açıklar.
3. Tasarımı için taslak çizimler yapar.
4. Ergonomik bir ürün tasarlar.
5. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.

Yöntem ve Teknikler: Araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenme, işbirlikli öğrenme, soru-cevap tekniği, probleme dayalı FeTeMM eğitimi

Araç ve Gereçler (Her bir grup için):

- ✓ Poşet
- ✓ Pergel, Cetvel
- ✓ Makas (keskin uçlu olmayan)
- ✓ Keçeli kalem
- ✓ Bant ve oyun hamuru
- ✓ İp

Süreç:

Hazırlık:

Ders sırasında kullanılacak videoların veya görsellerin öğretmen tarafından önceden taşınabilir bir diske kaydedilmesi ve bu diskten sınıftaki etkileşimli tahta ya da bilgisayara aktarılması tavsiye edilir.

Ders esnasında kullanılacak akıllı tahta, projeksiyon gibi teknolojik araçların çalışıp çalışmadığı ve kullanılacaksa internet bağlantısının olup olmadığı mutlaka kontrol edilmelidir.

Ders akışı:

Sınıfta öğretmen A4 boyutunda bir kağıdı yere paralel olacak şekilde bırakır ve kağıt yere süzülerek iner. Öğretmen öğrencilere "sizce kağıt neden süzülerek indi?" sorusunu sorar. Doğru cevap öğrencilerden gelmezse, öğretmen yanıt vermeden öğrencilere aşağıdaki (Ek-8) senaryoyu dağıtır. Gruplar senaryoyu okuduktan sonra kendi aralarında senaryonun altındaki soruları tartışmaları istenir. Tartışmadan sonra grup üyelerinden soruları cevaplamaları istenir. Ardından aşağıdaki açıklamalar yapılır.

Açıklama (Explain):

Öğrencilere aşağıdaki açıklamalar yapılır.

Sürtünme Kuvveti

Kuvvet ile cisimleri hareket ettirir, hızlandırır ve ya yavaşlatırız. Bazı durumlarda ise kuvvet cisimlerin hareketini engeller veya zorlaştırır. Bu kuvvet, cismin kendi özelliğinden veya temas ettiği yüzeyin özelliğinden kaynaklanır. Pürüzlü olan

yüzeyle cisimlerin hareket etmesini zorlaştırırken, az pürüzlü yüzeyler hareketi kolaylaştırır. Örneğin; buzlu bir zeminde(az pürüzlü) kaymak kolayken, toprak bir zeminde (pürüzlü) kaymak çok daha zordur.



Cisimler ile temas ettikleri yüzey arasında oluşan, cismin hareketini zorlaştıran ya da engelleyen ve cismin hareket yönüne ters yönde etki edene kuvvete **sürtünme kuvveti** denir. Pürüzlü yüzeylerde hareket eden cisimler bir süre sonra durur. Bunun sebebi cisim ile yüzey arasındaki sürtünme kuvvetidir. Futbol sahasında hareket eden bir topun bir süre sonra yavaşlayarak durması, sallanan salıncağın bir süre sonra yavaşlayıp durması sürtünme kuvvetinin bir sonucudur.

Hava Ortamında Sürtünme Kuvveti

Havada hareket eden cisimlere hava tarafından uygulanan dirence **hava direnci** ya da **hava sürtünmesi** adı verilir. Havanın uyguladığı sürtünme kuvvetinin büyüklüğü havayla temas eden yüzeyin büyüklüğüne bağlıdır. Havayla temas eden yüzey büyüdükçe sürtünme kuvveti de artar. Bu durum da cisimlerin havada hareket etmesini engeller ve zorlaştırır.



Paraşütlerin geniş olmasının nedeni, havayla temas eden yüzeyi arttırarak sürtünme kuvvetini arttırmak ve paraşütün yere daha yavaş inmesini sağlamaktır.

Sıvı Ortamda Sürtünme Kuvveti

Sudaki cisimlerin su ile temas ettikleri noktada su tarafından hareketi zorlaştıran bir etki vardır. Bu etkiye **su direnci** ya da **su sürtünmesi** denir. Bu durum tüm sıvılar için geçerlidir.

Suda yaşayan balık gibi hayvanların da vücut yapıları ve pulları sürtünme kuvvetini azaltarak hareketlerini kolaylaştırır.



Gemilerin ön kısımlarının “V” şeklinde yapılmasının nedeni, su ile temas yüzeyini azaltarak sürtünme kuvvetini azaltmaktır. Su sürtünmesini azaltmak için dalgıçlar özel kıyafetler giyerler. Sürat tekneleri de daha süratli yol alabilmek için sürtünme kuvvetini azaltacak şekilde tasarlanırlar. Yüzücüler suya atarken ellerini birleştirerek atarlar. Bu da temas yüzeyini azaltarak sürtünme kuvvetini azaltır.

Derinleştirme (Elaborete)

Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme” ünitesiyle ilgili öğrencilere eğitici videolar (www.eba.gov.tr, www.morpakampus.com) izlettirilebilir. Gruplardan senaryonun çözümüne ilişkin çeşitli kaynaklardan (internet, kitaplar vb.) araştırma yapmaları, gerekli malzemeleri okula getirmeleri ve bir paraşüt tasarımları istenir. Tasarladıkları paraşütler aynı yükseklikten bırakıldığında hangi grubun paraşütünün ne kadar süre havada süzülmesi sorulabilir. Bu süreyi dakikaya ve saate çevirmeleri istenebilir. Öğrencilerden mühendislik dizayn sürecine uygun şekilde nasıl tasarladıkları hakkında bilgi alınabilir.

Değerlendirme (Evaluate)

Gruplar tasarımlarını sınıfta sunarlar. Tasarlama sürecinde nelere dikkat ettiklerini ifade etmeleri istenir. En iyi tasarım seçilen paraşüt sınıfta sergilenir. Öğrencilerin tasarımlarını geliştirmelerine olanak tanınır.

EK.8. Probleme Dayalı Öğrenme Senaryosu (Paraşüt Tasarlama)

BÖLÜM 1

İREM'İN TATİL HEDİYESİ PARAŞÜT

Günlerden Cuma günüydü. Karne günü gelmişti. İrem takdir belgesini alarak sevinçle anne ve babasına gösterdi. Annesi Arzu Hanım ve Babası Mert Bey, İrem'in bu başarılı karnesine karşılık onu tatile Fethiye'ye götürmeye karar verdiler. Ertesi gün yola çıktılar. Güzel geçen yolculuktan sonra nihayet Fethiye'ye vardılar. Kalacakları otele yerleştikten sonra Babadağ'a doğru yürümeye başladılar. Bu sırada İrem Babadağ'da havada paraşütle atlayan insanları gördü. Aklında birden birkaç soru belirdi. Babasına "Babacım paraşütle atlayan insanlar neden yere hızlı bir şekilde düşmüyorlar?" "Paraşütler neden bu kadar büyük?" "Paraşütleri kimler yapıyorlar?" diye sordu.



Sorularının cevabını babasından alan İrem kendisi de bir paraşüt tasarlamayı planladı.

Babasına "Baba en son beraber bir uçurtma yapmıştık, şimdi de beraber bir paraşüt yapalım olur mu?" diye sorar. Babası kızına gülümseyerek "Tabii ki kızım yapalım, bu da benim sana ikinci tatil hediyem olsun" der.

- 1- Sizce Mert Bey paraşütle atlayan insanlar neden yere hızlı bir şekilde düşmüyorlar? Sorusuna ne cevap vermiştir? Açıklayınız.

"Hava direnci olduğu için ve paraşütün kendine göre bir yapısı vardır." Demiş olabilir.

- 2- Mert Bey paraşütler neden bu kadar büyük? Ve paraşütleri kimler yapıyorlar? Sorularına ne cevap vermiştir?

"Paraşüt ne kadar büyük olursa o kadar iyi sözütür." Demiş olabilir.

- 3- Hava içinde hareket eden cisimlere bir kuvvet uygulanır mı? Bu kuvvetin adı ne olabilir?

Havada olan bir cisme kuvvet uygulanır. Bu kuvvetin adı HAVA DİRENCİ'dir.

- 4- Paraşütler havada uzun süre kalabilmeleri için nasıl tasarlanırlar?

Paraşüt uzun süre havada kalması için üst bölümü büyük bir şekilde tasarlanır ve ipe tutulur.

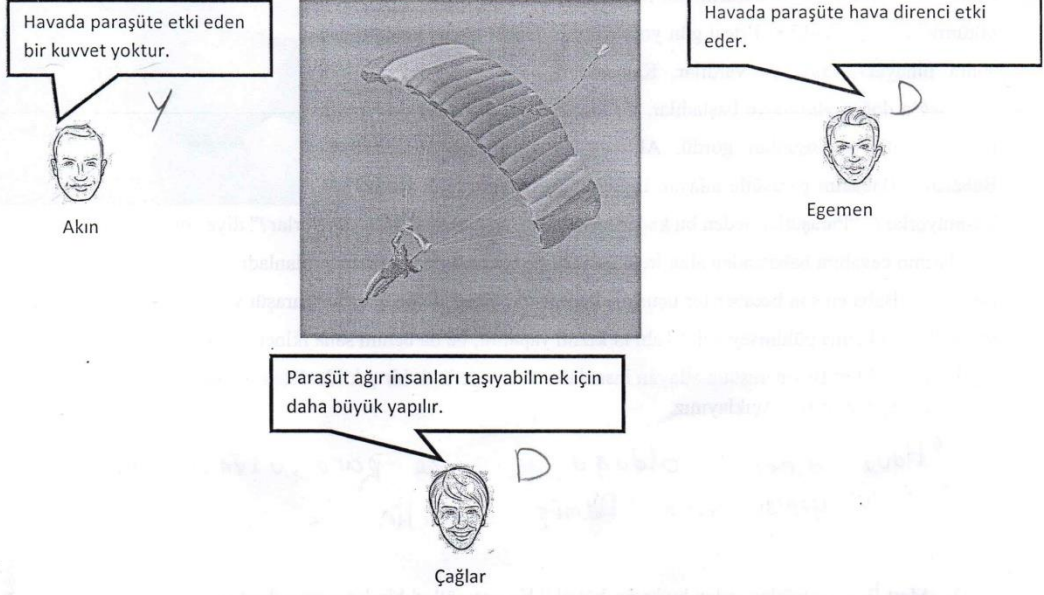
- 5- Paraşütün havada istenilen yöne gitmesi için ne yapıyor olabilir?

Sağ, sola eğilme hareketi ve öne, arkaya eğilme hareketi yapılır.

Kavram Karikatürü

BÖLÜM 2

Akın, Çağlar ve Egemen kendi aralarında tartışmaktadır.



Sizce kim doğru söylüyor? Doğru söylediğini düşündüğünüz ismin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz.

Akın

Egemen

Çağlar

Bu şekilde düşünmenizin sebebini açıklayınız.

Çünkü:

.....Egemen ve Çağlar doğru söylüyor diye düşünüyorum
.....Çünkü Egemen ve Çağlar işaretlediler.
.....
.....
.....

EK.9. Ders Planı (Araba Tasarlama)

Uygulama: Araba Tasarlıyoruz

Sınıf: 5. sınıf

Ünite: Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme

Konu: Fiziksel Olaylar

Önerilen Süre: 4 ders saati

Kazanımlar:

Fen Bilimlerine ait kazanımlar:

6. Kuvvetin büyüklüğünü dinamometre ile ölçer.
7. Sürtünme kuvvetinin çeşitli ortamlarda harekete etkisini deneyerek keşfeder.
8. Günlük yaşamda sürtünmeyi artırma veya azaltmaya yönelik yeni fikirler üretir
9. Basit araç gereçler kullanarak bir dinamometre modeli tasarlar
10. Sürtünme kuvvetine günlük yaşamdan örnekler verir.

Diğer FeTeMM disiplinlerine ait kazanımlar:

Matematik:

3. Uzunluk ölçme birimlerini tanır; metre-kilometre, metre-desimetre-santimetre-milimetre birimlerini birbirine dönüştürür ve ilgili problemleri çözer.

Mühendislik:

3. Mühendislik ve tasarım ilişkisini ifade eder.
4. Mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir ürün tasarlar.

Teknoloji Tasarım:

6. Farklı teknolojileri kullanarak tasarımını arkadaşlarına sunar.
7. Tasarım oluşturulurken kullanıcı, malzeme, uygulama ve çevre faktörlerinin önemini açıklar.
8. Tasarımı için taslak çizimler yapar.
9. Ergonomik bir ürün tasarlar.
10. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.

Yöntem ve Teknikler: Araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenme, işbirlikli öğrenme, soru-cevap tekniği, probleme dayalı FeTeMM eğitimi

Araç ve Gereçler (Her bir grup için):

- ✓ Pet şişe
- ✓ Makas (keskin uçlu olmayan)
- ✓ bol miktarda pipet veya kürdan (tekerlek bağlantısını sağlamak için)
- ✓ Bant ve oyun hamuru
- ✓ Dikdörtgen prizma şeklinde kutu

Süreç:

Hazırlık:

Öğretmen, sınıfa getirdiği oyuncak arabayı öğretmen masasında ittirerek “arabanın ilerlemesine ve durmasına sebep olan etmenler nelerdir?” sorusu heterojen gruplara sorar ve böylelikle öğrencilerde merak uyandırır.

Ders sırasında kullanılacak videoların veya görsellerin öğretmen tarafından önceden taşınabilir bir diske kaydedilmesi ve bu diskten sınıftaki etkileşimli tahta ya da bilgisayara aktarılması tavsiye edilir.

Ders esnasında kullanılacak akıllı tahta, projeksiyon gibi teknolojik araçların çalışıp çalışmadığı ve kullanılacaksa internet bağlantısının olup olmadığı mutlaka kontrol edilmelidir.

Ders akışı:

Öğretmen derse başlarken öğrencilere bir takım sorular yöneltebilir. Bu sorulardan bazıları:

- ✓ Ağacın yaprakları neden hareket eder?
- ✓ Eskiciler aldıkları eşyaları hangi araçla tartarlar?

Soruların doğru cevapları öğrencilerden gelmezse, öğretmen yanıt vermeden öğrencilere aşağıdaki (Ek-10) senaryo dağıtılır. Grupların senaryoyu okuduktan sonra kendi aralarında senaryonun altındaki soruları tartışmaları istenir. Tartışmadan sonra grup üyelerinden soruları cevaplamaları istenir. Ardından aşağıdaki açıklamalar yapılır.

Açıklama (Explain):

Öğrencilere aşağıdaki açıklamalar yapılır.

Kuvvetin Ölçülmesi

Kuvvet hayatımızın hemen her yerinde karşımıza çıkar. Topa vururken, yazı yazarken, kitabın sayfalarını çevirirken, çivi çakarken, hamur açarken bilerek ya da bilmeyerek kuvvetin etkilerinden yararlanırız. Eğer kuvvet olmasaydı bu saydıklarımızı ve buna benzer hiçbir işi gerçekleştiremezdik. Duran bir cismi hareket ettirebilen, hareket halindeki bir cismi durdurabilen, cisimlerin hızını, yönünü ve şeklini değiştirebilen etkiye **kuvvet** denir. Kuvvet “**F**” harfi ile gösterilir. Uyguladığımız kuvvetin büyüklüğünü bilmek, kuvvetin tanımında belirtilen etkilerin ne ölçüde gerçekleşeceğini tahmin edebilmemizi sağlar. Örneğin büyük bir cismi hareket ettirebilmek için gerekli olan kuvvet küçük bir cismi hareket ettirebilmemiz için gerekli olan kuvvetten büyüktür.



Kuvvetin Büyüklüğü

Kuvvetin büyüklüğünü ölçmek için kuvvetin şekil değiştirme etkisinden yararlanılarak yapılan ve **dinamometre** adı verilen araçlar kullanılır.

Dinametreler esnek yaylar kullanılarak yapılır.

Kuvvet bu esnek yayların şeklinin değişmesine (uzamasına) neden olur. Yaydaki uzama miktarına göre ölçeklendirilmiş olan dinamometre üzerindeki göstergeye bakarak kuvvetin büyüklüğü ölçülmüş



olur. Her dinamometrenin ölçebileceği kuvvetin büyüklüğü birbirinden farklıdır. Hatta her kuvveti basit dinamometreler kullanarak ölçemeyiz. Dinamometrelerin belirli bir hassasiyet dereceleri vardır. Dinamometrelerin hassasiyetleri yayın cinsine(yapıldığı maddeye), kalınlığına ve uzunluğuna bağlıdır Bazı dinamometreler ile sadece büyük kuvvetleri ölçebilirken, bazı dinamometreler ile de sadece küçük kuvvetleri ölçebiliriz. Çünkü her yayın bir esneklik sınırı vardır. Bu sınır aşıldığı zaman yay esneklik özelliğini kaybeder ve eski haline dönemez. Dolayısıyla sağlıklı ölçüm yapamaz hale gelir. Bu nedenle her dinamometrenin üzerinde ölçebileceği en

küçük ve en büyük değer gösterilir. Dinamometrelerde ölçülen kuvvetin birimi **Newton**'dur ve kısaca "N" harfi ile gösterilir.

Derinleştirme (Elaborete)

Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme" ünitesiyle ilgili öğrencilere eğitici videolar (www.eba.gov.tr, www.morpakampus.com) izlettirilebilir. Gruplardan senaryonun çözümüne ilişkin çeşitli kaynaklardan (internet, kitaplar vb.) araştırma yapmaları, gerekli malzemeleri okula getirmeleri ve bir araba tasarımları istenir. Tasarladıkları arabaların kaç santim ilerlediği ve ardından bu uzunluğun metre ve milimetre cinsinden değeri sorulabilir. Öğrencilerden mühendislik dizayn sürecine uygun şekilde nasıl tasarladıkları hakkında bilgi alınabilir.

Değerlendirme (Evaluate)

Gruplar tasarımlarını sınıfta sunarlar. Tasarlama sürecinde nelere dikkat ettiklerini ifade etmeleri istenir. En iyi tasarım seçilen araba sınıfta sergilenir. Öğrencilerin tasarımlarını geliştirmelerine olanak tanınır.

EK.10. Probleme Dayalı Öğrenme Senaryosu (Araba Tasarlama)

BÖLÜM 1

AYŞE VE CAN'IN ARABA MERAKI

Ayşe beşinci sınıfa gidiyordu. Ayşe'nin bir de Can adında sekizinci sınıfa giden bir abisi vardı. Ayşe, Can ile birlikte oyuncak arabalarla oynamayı çok sevdi. Öyle ki Ayşe'nin bilgisayar oyunu oynamaya fırsatı kalmazdı. Yine bir gün Ayşe ve Can babalarının onlara hediye olarak aldığı uzaktan kumandalı oyuncak araba ile oynuyorlardı. Gözleri birden televizyona takıldı. Televizyonda bir araba fabrikası ve burada çalışan birçok insanı gördüler.

Ayşe: "Baksana Abi, ne kadar büyük makineler var, şunlar arabanın kapısı mı acaba?"

Can: "Evet Ayşe, arabaların kapıları ve diğer parçaları hareket eden stantlardan geçiyor."

Ayşe: "Burada çalışan bu insanların mesleği ne acaba? Araba tamircisi olabilirler mi?"

Can: "Tamirci olduklarını sanmıyorum Ayşe. Ama emin de olamadım şimdi."

Ayşe: "Keşke şu an biz de o fabrikada olabilseydik, bütün merak ettiklerimizi oradaki insanlara sorardık değil mi Abi?"

Can: "Evet Ayşeciğim, anne ve babama söyleyelim belki bizi bir araba fabrikasına götürürler, en son arabalar filmine gitmiştik beraber, ne çok eğlenmiştik değil mi?"

Ayşe: "Evet abiciğim."

Can: "Aklıma müthiş bir fikir geldi. Neden biz de kendi arabamızı yapmıyoruz ki? Okulda öğretmenimize ve arkadaşlarımıza da gösteririz. Ne dersin? Hadi sıva bakalım kolları, acaba arabamızı yapmak için hangi malzemeleri kullanabiliriz?"

1. Ayşe ve Can araba yapımına geçmeden önce ne yapmış olabilirler?

Bizlere sormuş olabilirler sonra hayal edebilirler ve sonra plan yapabilirler.

2. Ayşe ve Can'ın televizyonda izledikleri araba fabrikasında çalışan insanların meslekleri ne olabilir?

Araba mühendisi olabilirler.

3. Etrafınızda gördüğünüz bütün arabalar (motorlu araçlar) birbirinin aynı mıdır? Eğer farklı araçlar gördüyseniz bu araçların birbirinden ne gibi farklarının olduğunu yazar mısınız?

Hayır aynı değildir. Bazı araçlar küçük bazıları büyüktür. Örneki traktör daha büyük moto, daha küçük.

4. Sizce etrafınızda gördüğümüz araçların neden birbirinden farklı özellikleri vardır?

Ağırlıkları aynı olmadığından.

Kullanım şekilleri aynı olmadığından.

Örneki Motorun üstü açık arabanın üstü kapalı.

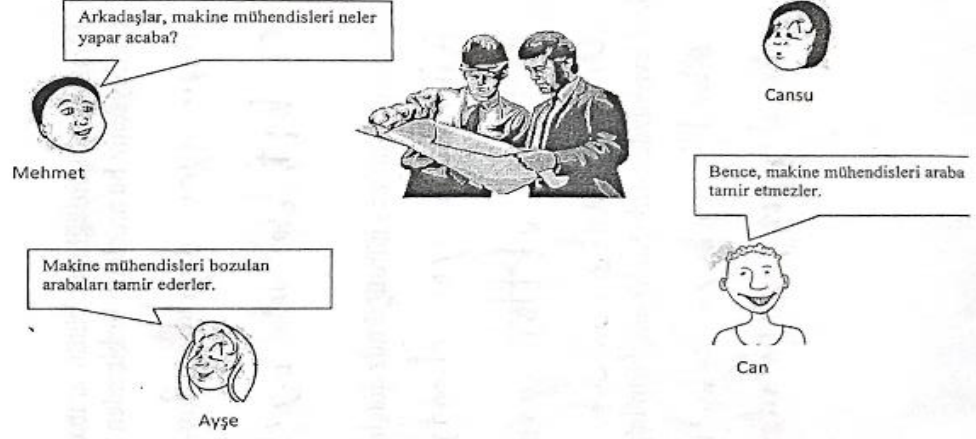
5. Çevrenizde gördüğünüz araçların hareket etmesini sağlayan nedir? Açıklayınız.

Aküdür aküyü çalıştıran elektriktir.

Benzinli motorlarda çalışır.

BÖLÜM 2 Kavram Karikatürü

Kavram Karikatürü 1

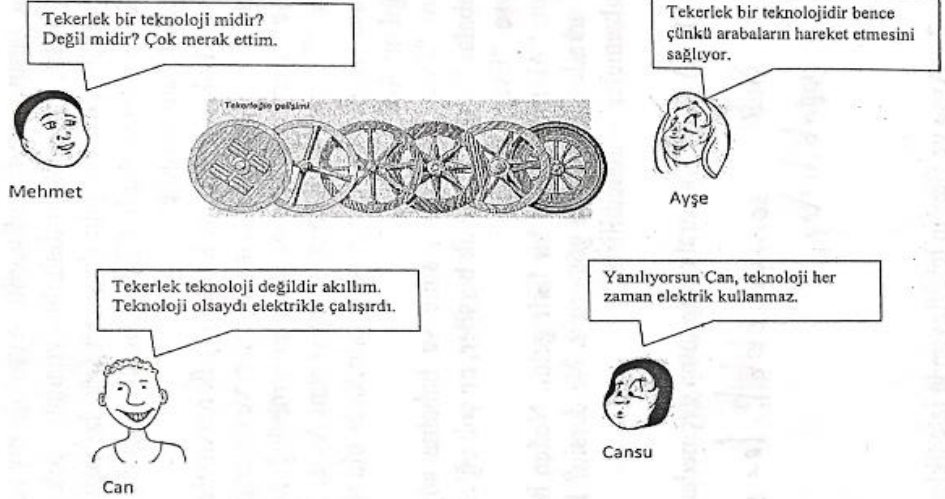


Sizce kim/kimler doğru söylüyor? Doğru söylediğini düşündüğünüz ismin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz.

Ayşe Cansu Can Mehmet

Bu şekilde düşünmenizin sebebini açıklayınız.

Çünkü: Makine mühendisleri araba tasarlar ve yaparlar.
Araba tamirinde tamirciler yaparlar.



Sizce kim/kimler doğru söylüyor? Doğru söylediğini düşündüğünüz ismin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz.

Ayşe Cansu Can Mehmet

Bu şekilde düşünmenizin sebebini açıklayınız.

Çünkü: Arabalar bir teknolojidir çünkü arabaların hareket etmesini sağlar. Her teknolojik ürün elektrikle çalışmak diye bir şey yok.

EK.11. Öğrencilerin Geliştirmiş Oldukları Tasarımlara İlişkin Görseller

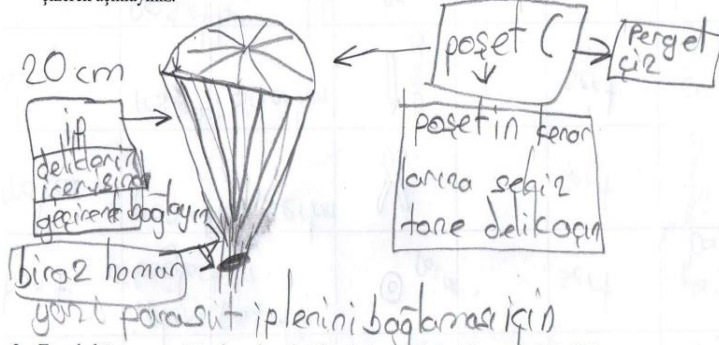






EK.12. Öğrencilerin Mühendislik Tasarım Sürecine İlişkin Doldurmuş Oldukları Çalışma Kağıtları

1. Siz de arkadaşlarınızla bir paraşüt tasarlamak istiyorsunuz. Ne tür bir paraşüt tasarlamak istersiniz? Hangi malzemeleri kullanırsınız? Yazarak ve çizerek açıklayınız.



2. Tasarladığımız paraşütün havada rahat hareket etmesini sağlayan nedir? Sizin paraşütünüzle çevrenizde gördüğünüz paraşütler arasındaki farklar nelerdir?

Çevremizde gördüklerimiz paraşütler daha büyük benim yaptıklarımıza küçük

rahat hareketi sağlayan poşet hamur.

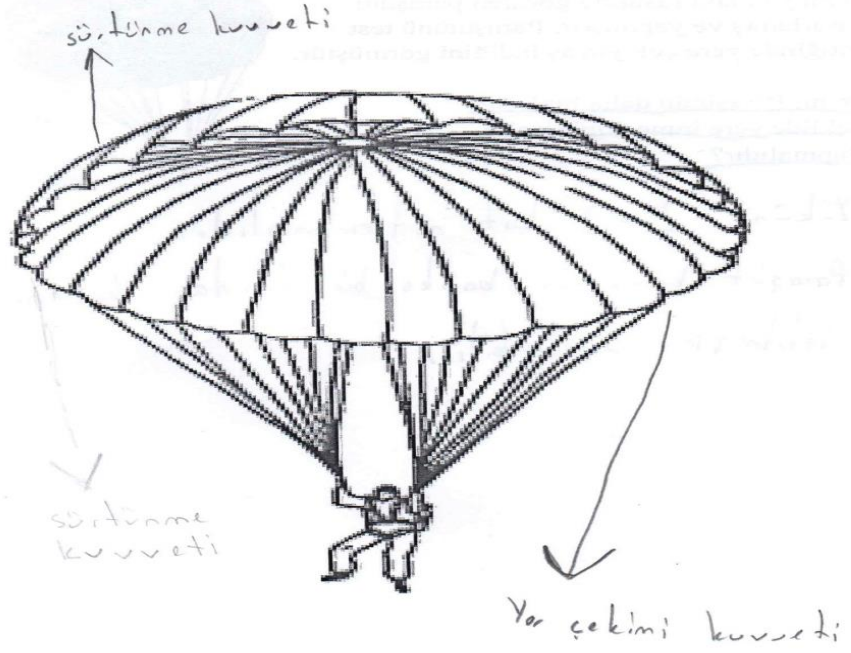
3. Tasarladığımız paraşütü yüksek bir yerden bıraktığımızda fark ettiğiniz aksaklıklar oldu mu? Olduysa bunları giderdiniz mi? Giderdi iseniz neler yaptınız? Tasarımınızın son şekli iyi çalıştı mı? Açıklayınız.

Bir aksaklık olmadı harika!

4. Paraşüt tasarlarken kullandığımız malzemelerin isimlerini, bu malzemeleri paraşütün hangi parçalarında kullandığınızı ve malzemelerin bazı özelliklerini aşağıdaki tabloya yazınız.

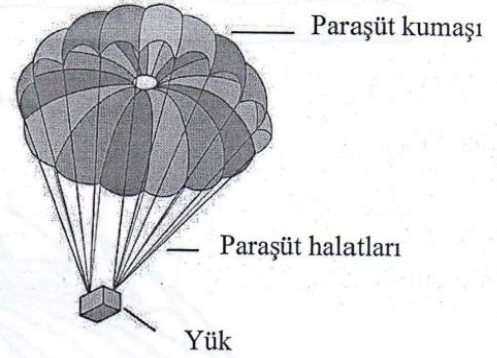
Kullandığımız Malzeme	Malzemeyi Paraşütün Hangi Parçası Olarak Kullandınız?	Geometrik Şekli	Ağırlığı	Sağlamlığı	Neden bu malzemeyi kullandınız?	Tasarımınızda bu malzeme iyi çalıştı mı?
ip	Poşete bağladım	kare		yumuşak	birbirlerine bağlanıp rahat düşer	Evet!
poşet	ipleri bağladım	○ daire		yumuşak	Paraşüt üstü olunduğu	Evet!
hamur	ipleri birleştirdim	○ daire		yumuşak	Paraşüt tamamlandı diye	harika!
bant	ipleri poşete bağlarken	⊙ daire		sert	paraşüt birbirini bağlasın diye	Evet!
makas	poşeti keserken	✂		sert	düzensiz ayarlıyala diye	Evet!
kalem	poşeti çizerken	↑ daire		sert	çizimi yapalım diye	harika!
Pergel	poşette yuvarlak edebilmek için	⊖		sert	tam tamına olsun diye	Evet!

Aşağıdaki resimde gördüğünüz paraşüte etki eden kuvvetleri çizerek gösteriniz. Çiziminizde okları kullanınız.



İrem yandaki resimde görülen paraşütü tasarlamış ve yapmıştır. Paraşütünü test ettiğinde yere çok yavaş indiğini görmüştür.

İrem, Paraşütün daha hızlı bir şekilde yere inmesi için neler yapmalıdır?



Yükünü 2-3 kat arttırmalıdır,
Paraşüt kumaşını başka bir türden kullanabilir,
Halatları uzatabilir.

EK.13. Araştırma İzni



T.C.
AKHİSAR KAYMAKAMLIĞI
İlçe Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 87409107-605.01-E.5228367
Konu : Araştırma İzni

17.04.2017

HASAN ACAR ORTAOKULU MÜDÜRLÜĞÜNE

- İlgi : a) Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün 07/03/2012 tarih ve 3616 sayılı 2012 / 13 No'lu genelgesi.
b) Manisa Valiliğinin 10/04/2017 tarihli ve 4718793 sayılı Oluru.
c) Manisa Valiliği İl Millî Eğitim Müdürlüğü' nün 06/04/2017 tarihli ve 4865331 sayılı yazısı.

İlgi (c) yazı ve eklerinde; Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı Öğrencisi Erhan KÜLEKÇİ' ye ait "Kavram Karikatürü Destekli Probleme Dayalı Fen, Teknoloji, Mühendislik, ve Matematik Etkinliklerinin Beşinci Sınıf Fen Bilimleri Öğretimi Üzerindeki Etkileri" konulu tez çalışması için Müdürlüğüne bağlı Şehit Hasan Acar Ortaokulu öğrencilerine yönelik bir araştırma yapmak istediği bildirilmiştir.

Söz konusu çalışmanın, 2016-2017 eğitim öğretim yılında, eğitim-öğretimi aksatmadan, yazımız ekinde bulunan onaylı formların kullanılması koşuluyla, gönüllülük esasına dayalı olarak uygulanması ilgi (a) Genelge doğrultusunda, ilgi (b) Olur ile uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Hüseyin KIRKAŞ
Müdür a.
Şube Müdürü

Ek:
1-Onay (1 sayfa)
2-Ölçekler (17 sayfa)

Adres: Tahir Ün Cd. Hükümet Konağı Akhisar
Elektronik Ağ: akhisar.meb.gov.tr
e-posta: akhisar45@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: Temel Eğitim B - A. ÇİM
Tel: 0-236 - 412 29 30
Faks: 0-236- 412 29 32

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <http://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden ab12-e33c-3c24-b354-00f0 kodu ile teyit edilebilir.

EK.14. Yüksek Lisans Tezi Orjinallik Raporu

	T.C . MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM FORMLARI	Doküman Kodu	FR-009
	Yüksek Lisans Tezi Orjinallik Raporu	Yayınlanma Tarihi	27.01.2017
		Revizyon No/Tarih	.../...
		Sayfa	1/1

Sayın Juri Üyesi,

ÖĞRENCİNİN KİMLİK BİLGİLERİ

Adı ve Soyadı : Erhan KÜLEKÇİ
Anabilim Dalı/ Bilim Dalı : Matematik ve Fen Bil.Eğt. / Fen Bilgisi Eğt.
Danışman Öğretim Üyesi : Dr..Öğr.Üyesi Ayşegül ERGÜN

TEZ BAŞLIĞI: Kavram Karikatürü Destekli Probleme Dayalı Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Etkinliklerinin Beşinci Sınıf Fen Bilimleri Öğretimi Üzerindeki Etkileri

Yukarıda bilgileri verilen M.C.B.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Erhan KÜLEKÇİ' ye ait olan ve Dr.Öğr.Üyesi. Ayşegül ERGÜN danışmanlığında tamamlanan yüksek lisans tezine ait Turnitin Orjinallik Raporu ekte olup, tezin benzerlik oranı % 23 olarak tespit edilmiştir.



Fen Bilimleri Enstitüsü
Müdürlüğü

EK 1. Turnitin Tez Orjinallik Raporu (pdf dosyası)

Not: Alınan benzerlik raporu, tezin kapak sayfası, Giriş, ana bölümler ve Sonuç kısımları için olup, tezin kaynakça kısmı çıkarılmış, alıntılar dahil tutulmuş, beş kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları ise hariç tutulmuştur.

Hazırlayan Mehmet Akın	Onaylayan Kenan Dost
---------------------------	-------------------------

EK.15. Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Komisyon Raporu

T.C.

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

FEN BİLİMLERİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KOMİSYON RAPORU

Toplantı tarihi : 17/02/2017

Toplantı saati :15⁰⁰

Sayı : 2017/1

Gündem

1- - Prof. Dr. Şenay AYDIN tarafından incelenen ve uygun görülen Yavuş TALAŞ tarafından komisyonumuza sunulan " Alaşehir Yöresi Bağlarında Çiftçilerin Demirli Gübre Kullanımı ile Toprak Yapısı ve Demirli Gübre Kullanımı Arasındaki İlişkileri Belirlemeye yönelik Bir Araştırma " başlıklı Anket Çalışmasının etik açıdan uygunluğuna karar verildi.

2. Prof. Dr. Tuncer TAŞKIN tarafından incelenen ve uygun görülen Erhan KÜLEKÇİ tarafından komisyonumuza sunulan " Kavram Karikatürü Destekli Probleme Dayalı Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Etkinliklerinin Beşinci Sınıf Fen Bilimleri Öğretimi Üzerindeki Etkileri " başlıklı Anket Çalışmasının etik açıdan uygunluğuna karar verildi.

(İmza)

Prof.Dr.Yüksel ABALI

Başkan

(İmza)

Doç.Dr.Nevzat ONAT

Başkan.Yrd.

(İmza)

Prof.Dr.Tuncer TAŞKIN

Üye

(İmza)

Prof.Dr.Tahsin BABACAN

Üye

(İmza)

Prof.Dr.Necdet BİLDİK

Üye

(İmza)

Prof.Dr.Neriman BAĞDATLIOĞLU

Üye

(İmza)

Doç.Dr.B. Gültekin SINIR

Üye

(İmza)

Müh.Dr. Ayla SAYILIR

Raportör

6. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Erhan KÜLEKÇİ
Doğum Yeri ve Yılı : Karşiyaka / 1987
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili :İngilizce
E- Posta : erhankulekci87@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Karşiyaka – Şemikler Lisesi, 2004
Lisans : Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü, 2008
Yüksek Lisans : Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilgisi Eğitimi, 2019

Mesleki Deneyim

Akhisar - Başlamış Ceyhan Karasoy Ortaokulu : 2010 – 2012
Akhisar - Atatürk 100. Yıl Ortaokulu : 2012 – 2016
Akhisar – Şehit Hasan Acar Ortaokulu : 2016 – 2018
Aliağa – Şehit Ahmet Özsoy İmamhatip Ortaokulu : 2018 – 2019
Bayraklı – Cemil Atlas Ortaokulu : 2019 – Halen

Yayımları

Külekci, E. Ergün, A. Beşinci Sınıf Öğrencileri İçin Probleme Dayalı Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Etkinliği Geliştirme Çalışması, EJERCONGREGES 2017, 11-14 Mayıs, 2017, Denizli (Bildiri Özetleri Kitabı, 736-737 s.).

Külekci, E. Ergün, A. Ortaokul Öğrencilerinin FeTeMM Meslek Alanları İlgi Düzeylerinin Belirlenmesi, International Conference on Education in Mathematics, Science, Technology (ICEMST), 19-22 Mayıs, 2016, Bodrum (Bildiri Özetleri Kitabı, 105 s.).

