



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**STEM UYGULAMALARININ ÖĞRENCİLERİN AKADEMİK
BAŞARI, BİLİMSEL SÜREÇ VE YAŞAM BECERİLERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Fatma TAŞTAN AKDAĞ

Danışman

Prof. Dr. Tohit GÜNEŞ

DOKTORA TEZİ

Aralık, 2017

TELİF HAKKI

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 12 ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Fatma

Soyadı : Taştan Akdağ

Bölümü : Fen Bilgisi Eğitimi

İmza :

Teslim Tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : STEM Uygulamalarının Öğrencilerin Akademik Başarı, Bilimsel Süreç ve Yaşam Becerileri Üzerine Etkisi

İngilizce Adı : Effect of STEM Applications on Academic Achievement, Scientific Process and Life Skills

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Fatma TAŞTAN AKDAĞ

İmza:

KABUL VE ONAY

Fatma Taştan Akdağ tarafından hazırlanan “STEM Uygulamalarının Öğrencilerin Akademik Başarı, Bilimsel Süreç ve Yaşam Becerileri Üzerine Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi** Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Tohit Güneş

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, OMÜ

Başkan: (Unvanı Adı Soyadı)

(Anabilim Dalı, Üniversite Adı)

Üye: (Unvanı Adı Soyadı)

(Anabilim Dalı, Üniversite Adı)

Üye: (Unvanı Adı Soyadı)

(Anabilim Dalı, Üniversite Adı)

Üye: (Unvanı Adı Soyadı)

(Anabilim Dalı, Üniversite Adı)

Bu tezin **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi** Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans/ Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Tarihi: __/__/____

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

(İmza ve Mühür)

TEŐEKKÖRLER

Bana güvenen, daima yanımda olan, zor anlarımda desteklerini esirgemeyen; doktora sürecine başlamam için yüreklendiren annem Elmas Taştan'a, her türlü maddi manevi varlığını esirgemeyen kahramanım babam Tefvik Taştan'a, fedakâr eőim İbrahim Akdağ' a ve biricik yavrularım Azra Ece ve Ahmet Tefvik'e çok teşekkür ediyorum, iyi ki varsınız. Değerli danışman hocam Tohit Güneş'e bilgi ve deneyimlerini paylaőarak gelişimime katkı sağladığı, her daim yanımda olarak yolumu aydınlattığı ve yüreklendirerek bu aşamaya gelmemi sağladığı için teőekkürü bir borç biliyorum. Tez izleme komisyonu üyeleri değerli hocalarım sayın Doç.Dr. Süleyman Yaman ve sayın Doç.Dr Güner Tural'a da süreçteki katkıları ve destekleri için teşekkür ederim.

STEM UYGULAMALARININ ÖĞRENCİLERİN AKADEMİK BAŞARI, BİLİMSEL SÜREÇ VE YAŞAM BECERİLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Doktora Tezi

Fatma Taştan Akdağ

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Aralık 2017

ÖZ

Bu çalışmada, STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) uygulamalarının fen bilgisi öğretim programına entegrasyonunun öğrencilerin akademik başarı, bilimsel süreç ve yaşam becerileri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla hazırlanan STEM uygulamaları 7. Sınıf ortaokul öğrencileri ile Elektrik Enerji Ünitesi çerçevesinde yürütülmüştür. Uygulamalar 8 haftalık süreçte gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın pilot uygulaması Samsun ilinde bir ortaokulda öğrenim gören 15 7. Sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Asıl uygulama ise Samsun ilinde bir ortaokulda öğrenim gören 28 7. Sınıf öğrencisi ile sürdürülmüştür. STEM uygulama sürecinde nicel verileri nitel verilerin desteklediği, deneysel karma desen yaklaşımı kullanılmıştır. Nicel verilerin toplanmasında Bilgi testi, Bilimsel Süreç Becerileri Testi ve Mühendislik Bilgi Testi, Öğrenci Tasarım Formu, Grup Kılavuzları ve Araştırmacı Grup Süreç İzleme Formu kullanılmıştır. Elde edilen verilerin Spss 17 istatistik programı ile analiz edilmiştir. Nitel verilerin toplanmasında ise veri kaynağı olarak Öğrenci Görüşleri, Öğrenci Günlükleri ve Araştırmacı Gözlemleri kullanılarak içerik analizi yaklaşımı ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre veriler yorumlanmıştır. Araştırma sonucunda STEM'in öğretim programına entegrasyonu ile yürütüldüğü sürecin öğrencilerin akademik başarılarını, bilimsel süreç becerilerini ve mühendislik bilgi düzeylerini arttırdığı belirlenmiştir. STEM eğitimi sürecinde öğrencilerin mühendislik bilgi düzeylerinin arttığı ve mühendislikteki temel amaçları ortaya koyabildikleri görülmüştür. Uygulamalar sonucunda öğrencilerin Fen-Mühendislik-Teknoloji kavramları arasındaki ilişkiyi ortaya koyarken Mühendislik için Fen'in önemini ifade edebildikleri saptanmıştır. Ayrıca öğrencilerin işbirliği, organizasyon, fikirlere saygı gibi yaşam becerilerinin arttığı belirlenmiştir. Öğrenciler tarafından STEM

uygulamalarının yaparak yaşayarak öğrenme açısından çok yararlı ve eğlenceli olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca STEM uygulama süreçleri öğrencilerin motivasyonlarını, öğrenme ve öğrendiklerini uygulayarak bir şeyler üretme isteklerini artırmıştır. Araştırma sonucunda STEM uygulamaların, öğrencilerde öğrenme, disiplinler arası bilgi transferi, bilgiyi kullanma, tasarlama ve ürün oluşturma gibi önemli özellikleri geliştirebileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca uygulamaların öğrencilerin meslek seçimi konusunda farkındalık oluşturmalarında yararlı olacağı düşünülmektedir. STEM uygulama sürecinin öğrenciler üzerinde oluşturduğu etkide öğrencilerin kendi uygulamalarının yanı sıra öğretmeninde önemli rol oynadığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler : STEM, Fen Eğitimi, Enerji

Sayfa Sayısı : 194

Danışman : Prof. Dr. Tohit GÜNEŞ

EFFECT OF STEM APPLICATIONS ON ACADEMIC ACHIEVEMENT, SCIENTIFIC PROCESS AND LIFE SKILLS

Ph.D. Dissertation

Fatma Taştan Akdağ

ONDOKUZ MAYIS UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

December 2017

ABSTRACT

The purpose of this study is to find out the effect of the integration of STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) applications in the curriculum of science on students' academic success, scientific process and life skills. STEM applications prepared for this purpose have been carried out within the scope of Energy unit with 7th graders. The pilot study was conducted with 15 7th graders in a secondary school of the province of Samsun. The study was conducted with 28 7th graders in a secondary school of the province of Samsun. During the STEM application process, an experimental mixed design, in which quantitative data were supported by qualitative data, was used. In the collection of quantitative data, Information Test, Scientific Process Skills Test, Engineering Knowledge Test, Student Design Form, Group Guides and Researcher Group Process Monitoring Form were conducted. The data obtained were analyzed with SPSS 17 statistical program. In the collection of qualitative data, students' opinions and researcher's observations were used and analyzed with content analysis approach. The data were interpreted according to analysis results. At the end of the research, it was found that the process conducted with the integration of STEM to the curriculum had positive contributions to students' academic success, scientific process skills and engineering knowledge levels. It was found that students' perceptions of engineering changed positively and they were able to produce the basic purposes in engineering. As a result of the applications, it was observed that the students could express the significance of science for engineering while showing the associations between science-engineering-technology concepts. In addition, it was found that students' life skills such as cooperation, organization and respecting ideas also increased. Students stated that STEM applications were very useful and fun in terms of learning by doing and experiencing. In addition, STEM application processes increased students'

motivation and their desire to learn and to produce something by applying what they learn. As a result of our study, it was concluded that STEM applications could develop important characteristics in students such as learning, transferring interdisciplinary knowledge, using knowledge, designing and producing. It is also thought that the applications will be useful for students in developing awareness about choice of profession. It was found that the effects of STEM application process on students played an important role on teachers as well as students' own practices.

Key Words : STEM, Science Education, Energy

Number of Pages :194

Advisor : Prof. Dr. Tohit GÜNEŞ

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI.....	II
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	III
KABUL VE ONAY	IV
TEŞEKKÜRLER	V
ÖZ.....	VI
ABSTRACT	VIII
İÇİNDEKİLER	X
TABLOLAR LİSTESİ.....	XIII
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
I. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı	5
1.2 Problem	6
1.2.1 Alt Problemler	6
1.3 Araştırmanın Önemi.....	7
1.4 Araştırmanın Sınırlılıkları	9
1.5 Araştırmanın Varsayımları.....	9
1.6 Tanımlar	10
İKİNCİ BÖLÜM	11
II. KURAMSAL ÇERÇEVE.....	11
2.1 STEM'in Ortaya Çıkışı	11
2.2 STEM ve STEM Disiplinleri	12
2.2.1 STEM	12
2.2.2 Fen Bilimleri	12
2.2.3 Teknoloji	13
2.2.4 Mühendislik	13
2.2.5 Matematik.....	14
2.3 FETEMM, STEAM VE STEM+A	14
2.4 Fen Eğitimi ve STEM	15
2.5 STEM Eğitiminin Faydaları	16

2.6 STEM'in Ortaokul Müfredatına Entegrasyonu	17
2.7 Literatür Taraması	20
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	35
III. YÖNTEM.....	35
3.1 Araştırmanın Modeli	35
3.2 Araştırmanın Deseni.....	35
3.3 Çalışma Grubu	35
3.4 İşlem Basamakları	36
3.5 Veri Toplama Araçları	37
3.5.1 Nicel Veri Toplama Araçları	37
3.5.2 Nitel Veri Toplama Araçları.....	42
3.5.3 Süreçte Kullanılan Phet ve Algodoo Yazılımları	42
3.6 Verilerin Analizi.....	43
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	45
IV. BULGULAR.....	45
4.1 Bilgi Testinden Elde Edilen Bulgular.....	45
4.2 Mühendislik Bilgi Testi Bulguları	45
4.3 Bilimsel Süreç Becerileri Testine Yönelik Bulgular	55
4.4 Öğrenci Tasarım Formlarından Elde Edilen Bulgular	56
4.5 Grup Kılavuzlarından Elde Edilen Bulgular	57
4.6 Araştırmacı Grup Süreç İzleme Formundan Elde Edilen Bulgular.....	58
4.7 Öğrenci Görüşleri	65
4.7.1 Öğrenci Günlüklerinden Elde Edilen Bulgular	65
4.7.2 Tasarım Mülakat Formundan Elde Edilen Bulgular.....	68
4.8 Araştırmacı Gözlemlerine Yönelik Bulgular	71
4.8.1 Uygulamalara Yönelik Bulgular.....	72
4.8.2 Süreçte Zamana Bağlı Kaydedilen Veriler.....	75
BEŞİNCİ BÖLÜM	78
V. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	78
5.1 Tartışma	78
5.1.1 Akademik Başarı.....	78
5.1.2 Mühendislik Bilgi Düzeyi	80

5.1.3 Bilimsel Süreç Becerileri	86
5.1.4 Öğrencilerin Bireysel Tasarımları	88
5.1.5 Öğrenci Gruplarının Tasarımları	91
5.1.6 Öğrencilerin Yaşam Becerileri	94
5.1.7 Öğrenci Görüşleri	96
5.1.8 Araştırmacı Gözlemleri	99
5.2 Sonuç	103
5.3 Öneriler	107
KAYNAKÇA	109
EKLER.....	120



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1 Bilgi Testine Yönelik Puanlama Anahtarı	37
Tablo 2 Mühendislik Bilgi Testi Puanlama Tablosu	38
Tablo 3 Tasarım Formu Değerlendirme Kriterleri	40
Tablo 4 Grup Klavuzu Değerlendirme Kriterleri	41
Tablo 5 Bilgi Testi Puanları İlişkili Örneklemeler İçin T Testi Sonuçları.....	45
Tablo 6 Mühendislik Bilgi Testi İlişkili Örneklemeler İçin T Testi	46
Tablo 7 Mühendislik Bilgi Testi Ön Test Verileri	47
Tablo 8 Mühendislik Bilgi Testi Son Test Puanlarına Ait Veriler.....	51
Tablo 9 Bilimsel Süreç Becerileri İlişkili Örneklemeler İçin T Testi Sonuçları.....	55
Tablo 10 Bilimsel Süreç Becerileri Ortalama Puan Tablosu.....	55
Tablo 11 Öğrenci Tasarım Formu Ortalama Puanları	56
Tablo 12 Öğrenci Tasarım Formları Tekrarlı Ölçümler İçin Tek Faktörlü ANOVA	57
Tablo 13 1., 2., 3. Grup Klavuz Puanları.....	58
Tablo 14 4., 5., 6. Grup Klavuz Puanları.....	58
Tablo 15 1. Grup Süreç Gelişim Puanları	59
Tablo 16 2. Grup Süreç Gelişim Puanları	60
Tablo 17 3. Grup Süreç Gelişim Puanları	61
Tablo 18 4. Grup Süreç Gelişim Puanları	62
Tablo 19 5. Grup Süreç Gelişim Puanları	63
Tablo 20 6. Grup Süreç Gelişim Puanları	64
Tablo 21 Grup Süreç İzleme Formu Ortalama Puanları.....	65
Tablo 22 Öğrenci Günlüklerinden Elde Edilen Veriler.....	65
Tablo 23 Tasarım Mülakat Formu Verileri	69
Tablo 24 Süreç Gözlemlerine Yönelik Gözlemleri Veriler.....	71

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Mühendislik Tasarım Döngüsü..... 19



SİMGELER VE KISALTMALAR

FETEM	Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik
GHA	The Global Humanitarian Assistance (Küresel Beşeri Sermaye Raporu)
MDO	Massachusetts Department of Education (Massachusetts Eğitim Departmanı)
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
NAE	National Academy of Engineering
NAGB	National Assessment Governing Board
NCES	National Center for Education Statistics
NGSS	Next Generation Science Standards
NRC	National Research Council
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)
PCM	Parallel Curriculum Model (Paralel Öğretim Programı Modelinde)
PISA	Programme for International Students Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)
PKAL	Project Kaleidoscope
STEM	Science, Technology, Engineering, Mathematics
TDK	Türk Dil Kurumu
TTKB	Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı

BİRİNCİ BÖLÜM

I. GİRİŞ

Gelişmiş ülkelerde bilimsel bilgi birikiminin artışının sağlanması ve bu bilgilerin farklı disiplinlere transfer edilerek ürüne dönüştürülmesi temel amaç olarak ortaya çıkmaktadır. Dolayısı ile bu ülkeler eğitim sistemlerinin de bu amaca uygun hale getirmeye çalışmaktadırlar. Tüm dünyada artan nüfus ve daha iyi bir yaşam sürmek isteyen insanların ihtiyaçlarının çeşitlenmesi, inanılmaz hızlı bir tüketim ve bunu karşılamak için olağan üstü bir ekonomik rekabete neden olmaktadır. Gelişmiş ve daha güçlü ekonomiye sahip ülkelerin üretimde bir numara olmak için yaptıkları eğitim çalışmaları da rekabeti farklı kulvarlara taşımaya başlamıştır. Üretim ve pazarlamanın lider bir ekonominin en önemli şartı haline gelmesi ile yeni nesil nitelikli insan özellikleri de bilgi üretebilen, ihtiyaçlara göre mevcut olanı yeniden tasarlayabilen ve her türlü bilgiyi üretime ve dolayısıyla paraya dönüştürebilen değişim ve dönüşüm becerilerine sahip bireyler şeklinde farklılaşmıştır.

Geçmişte ekonomileri yönlendiren sanayideki gelişmeler için insan gücü iken, günümüzde insan kaynakları yani beşeri sermaye olarak adlandırılan nitelikli bireyler ön plana çıkmaktadır. Nitelikli insan, bilgili, bilgisini kullanabilen, iletişim becerileri yüksek, insan ilişkilerinde saygılı, sorunlar karşısında çözüm üretebilen, yenilikçi ve yaratıcı bireylerdir. 2016 yılında Dünya Ekonomik Forumu'nun yayınlamış olduğu Küresel Sermaye Raporu'nda beşeri sermayenin ülkelerin ekonomik başarıları açısından uzun vadede fark yarattığı belirtilmektedir (GHA Report, 2016). Günümüzde beşeri sermaye ile ilgili çalışmalar incelendiğinde bu çalışmalarda eğitimden de önemli ölçüde bahsedildiği görülmekte (Atik, 2006, 20; Eser & Gökmen, 2009) ve genel olarak bireylerin eğitim ile kazandığı bilgi, beceri, iletişim, bilgi transferi, yaratıcılık gibi yeterlilikler olarak ifade edilmektedir. Atik'e (2006) göre beşeri sermaye üretime katılan işgücünün sahip olduğu pozitif değerler bütünü olarak ifade edilirken Dünya Ekonomik Forumu'nun yayınladığı GHA'da ise beşeri

sermaye iş gücünün sahip olduğu ve üretim sürecinde kullanabilecekleri yetenek ve becerilerinin toplamı olarak ele alınmaktadır (GHA Report, 2009).

Beceri gelişiminin bir kısmı bireylerin sosyal yaşamlarındaki deneyimleriyle, bir kısmı da okullardaki formal öğretim yoluyla sağlanmaktadır. Ekonomideki gelişmenin ön koşulunun planlı bir eğitim olduğunun fark edilmesi ile özellikle son on yılda eğitim uzmanları ve siyasetçilerin iş birliği ile teknolojinin kaynağı olan fen bilimleri müfredatlarında değişiklikler yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Çünkü fen bilimlerinden elde edilen bilgiler teknolojiyi, teknoloji de ekonomiyi geliştirmekte olup, kalkınmanın en önemli faktörünün nitelikli fen eğitimi olduğu anlaşılmıştır. Teknoloji, mühendislik ve matematiğin birlikte işe koşulduğu yaratıcılığı, inovasyonu, iş bölümü ve sosyalleşmeyi arttıracak bütünleştirme ve koordinasyon yaklaşımı olan Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (STEM) ortaokul seviyesinde öğretim programına entegre edilmelidir. Çünkü ortaokul öğrencilerin zihinsel gelişim ve becerileri gelişiminin en fazla olduğu seviyedir.

Amerika'da başlayan ve buradan tüm dünyaya yayılan bu yenilik ve değişim Türkiye'deki eğitimciler ve yöneticiler tarafından da kabul görmüş ve 2016 yılında Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (MEB-YEĞİTEK) tarafından STEM Türkiye raporu sunulmuştur. Bu raporda STEM eğitimi ile öğrencilerin okul dersleri ile gerçek yaşam arasında bağlam oluşturmalarının ve gelecek nesillerin gelişen teknolojiyi anlamanın yanı sıra teknolojik gelişmelerin aktörleri olmalarının da hedeflendiği belirtilmektedir (MEB, 2016).

Ekonomik ve teknolojik gelişmenin fen, matematik ve mühendislik eğitiminden geçtiğini bilen ülkeler eğitim sistemlerinde ciddi değişikliklere gitmiş ve bu değişime devam etmektedirler (Yıldırım, 2016). Teknolojinin temeli olan bilimin okullardaki karşılığı fen bilimleri olduğuna göre, fen bilimleri öğretim programlarında bu becerilerin de kazandırılabilmesi biçimde düzenlenmesi önemlidir. Bu amaçla Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematiğin entegre edildiği bütünsel bir yaklaşımın kullanılması gerekliliği ile STEM uygulamaları yaygınlaşmaya başlamıştır.

Günümüzün teknolojik ve bilimsel gelişmeleri ile birlikte ülkeler büyük ekonomilere sahip olmak amacıyla inovasyona yatırım yapmaktadırlar. İnovasyon, yani yenilik hayatın her anında mevcut olan her türlü bilgi, beceri ve disiplinleri içeren bir

kavramdır. Tüm dünyada ortak bir görüş olarak yeniliğin Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarındaki ilerlemelerle sağlanabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle ülkelerin 21. yüzyılda ekonomik büyüme hedeflerine ulaşmaları için işgücünden ziyade yenilikçi zihinlere ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzün ihtiyacı olan yenilikçi bireylere sahip olmanın yolunun STEM eğitimi ile sağlanabileceği düşünülmektedir. Bu konudaki çalışmaların ilk olarak başladığı Amerika'da Ulusal Akademik Araştırmalar Konseyi'nin (NRC) 2011 yılında yayınlanan raporunda STEM'in öğrencilere yaşam becerileri kazandırmada etkili olduğu ve öğrencileri bilgiye dayalı yeni ekonomi bakış açısına sahip becerilerle donanımlı olarak yetiştirilmesine katkı sağladığı ifade edilmektedir.

Türkiye'de 2017-2018 eğitim öğretim yılında uygulamaya konulan fen bilgisi öğretim programı incelendiğinde bilimsel gelişmelere paralel olarak öğrencilerin bilgilerini mühendislik ve üretim için kullanılabilmesi konusunda yeniliklere yer verilmiştir. Bilgilerin günlük yaşamda kullanılabilmesine yönelik uygulamaların ise artırılması gerekmektedir. Ayrıca öğretim programında öğrencileri mühendislik ve tasarım konusundaki yönlendirmeler beklentilerin altında kalmıştır. İhtiyacımız olan öğrencilere sadece kitabi bilgilerle bilgi yüklemek yerine öğrenme süreçlerinde daima aktif oldukları, bilgi ve becerilerini kullanmalarını ve yaratıcı yönlerini fark ederek gerçek fen ve matematiğin ne olduğunu keşfetmelerini sağlayacak eğitim yaşantıları sunmaktır. Hazırlanacak daha kapsamlı içeriklerle öğrencilere bilimin gerçek yaşamdan kopuk bilgi kümeleri olmadığı, bilimin yaşamın içinden ihtiyaçlar ve beklentiler doğrultusunda geliştiği ve her bireyin bilime katkı sağlayacak potansiyel taşıdığı fark ettirilmelidir.

STEM yaklaşımında Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik ayrı ayrı ve farklı konular şeklinde sunulmak yerine bütünleşik olarak gerçek yaşam bağlamları oluşturacak şekilde ele alınarak müfredata entegre edilmelidir (Hom, 2014). STEM eğitiminde Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin biri öğretilirken diğerlerinin de bağlamlar oluşturacak biçimde düzenlenerek öğretime katılması önemlidir (Moore, Stohlmann, Wang, Tank & Roehrig, 2013).

Ulusal Araştırma Konseyi'nin (NRC) 2012'de yayınlanan raporunda ise öğrencilerin mevcut bilgi ve becerilerini düzenleyerek yeniden inşa etmelerini, merak duygularını

uyandırıp dünyanın nasıl işlediğine dair fikirler oluşturmalarını sağlamanın STEM eğitiminin amaçları arasında yer aldığı belirtilmektedir. Ayrıca mühendislik tasarım ve uygulamaları ile öğrencilerin bilim ve mühendisliğe yönelik daha bilimsel ve tutarlı bakış açısına sahip olabilmeleri için rehberliğin önemli olduğu ifade edilmektedir.

Tüm ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de öğrencilerin yenileştirme ve iyileştirme becerilerine sahip bireyler olarak yetiştirilebilmesi için okul ve üniversite sıralarından itibaren çalışmalara başlanması gerekmektedir(Çorlu, Adıgüzel, Ayar, Çorlu & Özel, 2012). Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu toplantısında ulusal düzeyde de Vizyon 2023 projesi olarak adlandırılan strateji belgelerinde de benzer şekilde yenileştirme ve iyileştirme becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesi hedefi ifade edilmektedir (TÜBİTAK, 2004). Bu belgelerde Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik eğitiminin Türkiye’nin kendi bünyesine uygun olarak tekrar değerlendirilip ele alınması ve ona göre düzenlenmesi gerektiği ortaya konulmaktadır (Çorlu, Adıgüzel, Ayar, Çorlu & Özel, 2012). Benzer biçimde Amerika’da kurulmuş olan Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi Topluluğu (CoSTEM), bu alanlara ilgi duymayan gençlere ulaşmak ve üniversite düzeyinde de eğitim ortamları tasarlayarak STEM ile ilgili çalışmalarını arttırmayı sağlayacak bir strateji oluşturmayı hedeflemekte ve Amerika Eğitim Bakanlığı da eğitimcilere bu bağlamda STEM destek programları sunmaktadır (Hom, 2014).

Corlu (2012) çalışmasında fen bilgisi öğretim programının STEM ile uyumlu hale getirilmesinin ve STEM’in müfredatla entegrasyonuna ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir. Bununla birlikte Fen Bilimleri programının STEM ile uyumlu hale getirilmesi ve STEM’i oluşturan disiplinlerin birbiri ile uyumlu hale getirilmesi, öğretmenlerin bunların ayrı ayrı farkına varması ve uygulayabilme özellikleri kazanmasının önemlidir. Ayrıca bütünleştirilmiş STEM eğitiminin her bir STEM disiplininin tüm özelliklerini barındıramayacağını da bilinmesi gerekmektedir (NRC, 2011).

STEM eğitimi herhangi bir konunun anlatılmasında sınırlandırılmış tek bir disipline göre ele alınmanın yerine o konunun farklı disiplinler açısından da ele alınarak disiplinler arası bir yaklaşım ile öğretilmesi için gerekli bir uygulama olup bunun

ortaokul düzeyindeki öğretmenler tarafından yapılması gerekmektedir (Venville, Rennie & Wallace, 2012). Amerika’da STEM Eğitimi teşvik etmek amacıyla bir çok çalışma başlatılmıştır (Klahr, Triona & Williams, 2006; Nugent, Barker, Grandgenett, & Adamchuk, 2010; Pecan & Humston, 2012; Sirinterlikci, Zane & Sirinterlikci, 2009)

İleri teknoloji ürünü küresel ekonomide geleceğin bireylerinin bilim konusundaki bilgi ve becerilerini arttırmak için öğrencilerin STEM aktiviteleri ile yaşam bağlamları kurabilme dönemi olan ortaokul müfredatında STEM çalışmalarına odaklanılmıştır (DeJarnette, 2012). Yeni Nesil Fen Standartları’nda (Next Generation Science Standards (NGSS)) 2013 yılında yer alan ifadeye göre yeni nesil öğrenci becerileri olarak kritik düşünme ve iletişim becerilerini ele almakta ve bilim insanlarının ya da mühendislerin sahip oldukları bilişsel, sosyal ve fiziksel öğrenme becerileri buna göre değerlendirilmektedir.

Gelecek nesillerin bu günkü koşullardan çok daha farklı koşullarda ve standartlarda yaşayacakları, büyük çoğunluğunun eğitim gördükleri meslekler dışında mesleklere yönelecekleri ve bu günün çocuklarına göre çok daha karmaşık problemlerle karşılaşacakları tahmin edilmektedir. Amerikan Çalışma Bakanlığı (U.S Department of Labour) (2013) da Amerika’da yaşayan ortaokul çağlarındaki öğrencilerin %65’inin henüz hiç bilinmeyen bir mesleğe sahip olacakları için 21. yüzyıl bilgi birikimine ihtiyaçları olduğunu belirtmektedir. Bu nedenlerden dolayı 21. yüzyılın gerektirdiği yaratıcılık, yenilik, işbirliği, fikirlere saygı gibi becerilerin kazandırılmasına yönelik STEM müfredat entegrasyonu önemli ve gereklidir.

STEM müfredat entegrasyonu ile yürütülen sekiz haftalık çalışmada; açık uçlu akademik başarı testi, bilimsel süreç becerileri testi, mühendislik bilgi testi, grup süreç izleme formu, tasarım mülakat formu, grup kılavuzları ve formları, araştırmacı gözlemleri ile öğrencilerin süreç boyunca gelişimleri izlenmiş ve araştırma problemlerinin cevapları aranmıştır.

1.1 Araştırmanın Amacı

Güçlü olmak için sanayide büyümeyi hedefleyen ülkeler 2000’li yıllarda bilimsel gelişmeyi ve teknoloji üretimini sağlayacak inovasyonlara yatırım yapmakta ve böylece daha büyük ekonomilere sahip olarak güçlü olmaya çalışmaktadırlar. Tüm

dünyada ortak bir görüş olarak inovasyonun Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarındaki ilerlemelerle sağlanabileceği düşünülmektedir. Günümüzde birçok kurumda insanlar yerine makinalar görev yapmaktadır. Bu nedenle ülkeler işgücünden ziyade yenilikçi zihinlere ihtiyaç duymaktadır. Günümüzün ihtiyacı olan yenilikçi bireylere sahip olmanın yolu ise yenilik kavramının fen öğretim sürecindeki yansımaları olarak değerlendirilebilecek STEM eğitiminden geçmektedir. Bu konudaki çalışmaların ilk olarak başladığı Amerika’da Ulusal Araştırma Konseyi (NRC)’nin 2011 yılında yayınlanan raporunda STEM’in öğrencileri yaşam bağlamındaki becerileri kazandırmada etkili olduğu ve öğrencileri bilgiye dayalı yeni ekonomi bakış açısına sahip becerilerle donanımlı olarak yetiştirilmesine katkı sağladığı ifade edilmektedir. NRC’de (2011) öğrencilerin Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerine olan ilgilerini erken yaşlarda fark edilerek bu alanlara yönlendirilmelerinin önemi dile getirilmektedir. Benzer biçimde Ulusal Eğitim İstatistikleri Merkezi (NCES, 2013) de ortaokul eğitiminin geleceğe yönelik güçlü bir STEM işgücünün oluşturulmasında kritik bir rol oynadığını belirtilmektedir.

STEM’in öğretim programına entegrasyonunun uygulamaya geçilmesinin önemi nedeni ile araştırmada fen bilgisi öğretim programına ve bu programda yer alan kazanımlar ile eklenen yeni kazanımlara uygun olarak hazırlanmış STEM uygulamalarının etkisinin saptanması amaçlanmıştır. 8 hafta boyunca yürütülen çalışmada öğrencilere 21. yy gerektirdiği becerileri kazandırmak, mühendislik bilgi düzeylerini artırmak, tasarım ve üretime yönelik farkındalık yaratmak ve akademik başarılarını arttırmak amaçlanmıştır.

1.2 Problem

7. Sınıf Elektrik Enerjisi Ünitesi çerçevesinde yapılan STEM uygulamaların öğrencilerin akademik başarı, bilimsel süreç ve yaşam becerileri üzerine etkisi nedir ve uygulamalarla ilgili öğrenci görüşleri nelerdir?

1.2.1 Alt Problemler

1. STEM uygulamaları Elektrik Enerjisi Ünitesi’nde akademik başarıyı etkilemekte midir?
2. STEM uygulamaları öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerinde etkisi var mıdır?

3. STEM uygulamaları öğrencilerin mühendislik bilgi düzeylerinde bir gelişmeye neden olmuş mudur?
4. STEM uygulamaları sürecinde öğrencilerin bireysel tasarımlarında bir farklılık var mıdır?
5. STEM uygulamaları sürecinde öğrencilerin grup tasarımlarında bir farklılaşma olmuş mudur?
6. STEM uygulamaları sürecinde öğrencilerin yaşam becerilerinde bir farklılaşma var mıdır?
7. STEM uygulamaları süreci ile ilgili öğrencilerin görüşleri nelerdir?

1.3 Araştırmanın Önemi

Eğitim ve öğretimin temel amacı bireylere bilinçli ve planlı olarak bilgi aktarmak, beceri kazandırmak ve bunlara paralel olarak istenen düzeyde davranış değişikliği oluşturmaktır. Bu amaçla öğretim programları Milli Eğitim Bakanlığı tarafından dünyada ve Türkiye’de gerçekleşen teknolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel gelişmelerle paralellik gösterecek biçimde şekillenerek günümüz ihtiyaçları doğrultusunda sürekli olarak yenilenmektedir. Okullardaki planlı eğitimlerde asıl hedef bireylerin yaşadıkları toplumla bağlarını güçlendirecek çağın gerektirdiği bilgi ve donanımına ulaşmalarını sağlamak; yani bireyleri yaşamlarında karşılaştıkları problemlerle baş edebilecek yeterliliklere ulaştırmak olarak ifade edilebilmektedir.

Bilimsel ve teknolojik gelişmelerle birlikte inanılmaz derecede artan bilgi artışı: bir taraftan yaşamı kolaylaştırmakta, diğer taraftan ise bilgilerin uygulanabilir şekilde ayrıştırılmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle bu bilgi yığını içerisinde ihtiyaca yönelik olanları ayrıştırıp kullanabilmek önemli hale gelmiştir. Bilgi miktarı az olan 20. yüzyılda eğitimdeki hedef öğrenciye bilginin kazandırılması olarak ifade edilmekte iken günümüzde; bilgiye ulaşma yollarını bilen, bilgisini karşılaştığı farklı durumlara uygulayabilen, problemlerle baş edebilecek deneyimlere sahip, karmaşık problemlere çözüm üretme yetisinde, girişken, fikir üretebilen, iletişim becerisine sahip, araştıran, sorgulayan ve bütünsel düşünebilen bireyler yetiştirmektir.

Alışlagelmişin dışındaki bu beklentiler alışılmışın dışında bir eğitim yaklaşımı olan STEM'i gerektirmektedir.

Teknolojinin kaynağı fen, fen ile ortaya konulan mühendislik tasarım süreçleri ve bunları hesaplamak için kullan matematik bilgi ve becerilerine sahip bireyler yetiştirmek son yıllarda ülkelerin siyasi hedefleri arasında yer almaktadır. Bu beceriler Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik disiplinlerinin günümüz ihtiyaçlarına yönelik olarak bir arada kullanılmasını gerektiren STEM eğitiminin kazandırmayı hedeflediği becerilerle paralellik göstermektedir.

Son yıllardaki olağanüstü teknolojik gelişmeler temel ihtiyaçların dışında lüks olarak değerlendirilen ihtiyaçların da değişmesine ve gelişmesine neden olmaktadır. Özellikle iletişim, sanal alem ve içerisindeki uçsuz bucaksız bilgiye ulaşmayı sağlayan teknolojik araç gereçler çeşitlenerek temel ihtiyaçlar olarak değerlendirilmektedir. Bu durumda yaratıcı fikirler üretebilen, teknolojiyi iyi düzeyde kullanabilen ve böylece üretime katkı sağlayabilen bireylerin oluşturduğu toplumlar daha güçlü hale gelmektedir. Sanayideki gelişmenin temeli olan üretimin aktörlerinden en önemlisi olan mühendislikteki zihinsel becerilerin üniversitelerde gerçekleştirilen eğitimlerle belli bir yaştan sonra kazandırılmasının zor olduğu görülmektedir. Bu nedenle geleceğin toplumunu oluşturacak bireylerin zihinsel gelişiminin hızlı olduğu yaşlardan itibaren bu yönde bir eğitimden geçirilmesinin gerekmektedir. Bu nedenle geleceğin yetişkinlerinin yaratıcı düşüncelerini, tasarım yapabilmelerini, problemlere farklı bakış açılarıyla bakabilmelerini ve yaşam problemlerini kolay bir şekilde çözebilecek yeterliliğe sahip bir donanımla yetiştirilmelerini sağlayacak eğitimin ortaokul yıllarında gerçekleştirilmesi önemlidir.

İçinde bulunduğumuz milenyum çağında bilimde ve teknolojiye gelişmeler artan bir ivme ile devam ederken bilim ve teknolojiye gelişmelere paralel olarak ülkelerin güç yarışında etkili olan faktörler de değişmektedir. Hedefimiz güçlü, üreten ve kendine yetebilen bir ülke olmak ise önce eğitimde reformlara gitmemiz gerekmektedir. Ülkemizde yapılan akademik çalışmalar incelendiğinde Türkiye'de STEM ile ilgili yüksek lisans ve doktora çalışmalarının çok kısıtlı olduğu görülmektedir. Ayrıca yapılan STEM çalışmaları incelendiğinde Mühendisliğe

yönelik yeterince çalışmanın bulunmadığı görülmektedir (Çevik, 2017). Son birkaç yıldır ders dışı faaliyet olarak uygulanan STEM çalışmalarına rastlamak mümkünken STEM'in öğretim programına entegre edildiği ders içi az sayıda çalışmaya rastlanmaktadır.

2017-2018 eğitim öğretim yılında ortaya konulan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda 'Yaşam Becerileri'nin (Analitik düşünme, karar verme, yaratıcı düşünme, girişimcilik, iletişim ve takım çalışması) yanı sıra 'Mühendislik ve Tasarım Becerileri' (Yenilikçi (inovatif) düşünme) de ifade edilmeye başlanmıştır. 2017 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda her sınıf düzeyinde son ünite olarak ele alınan 3 haftalık Uygulamalı Bilim / Fen ve Mühendislik Uygulamaları Ünitesi'ne yer verilmiştir. Ünite tanıtımı "Bu ünite de öğrencilerden; daha önceki ünitelerde ele alınan konulara ilişkin problemlerin farkına varmaları, problemleri tanımlamaları, alternatif çözüm yollarını belirlemeleri, bu çözüm yollarını karşılaştırmaları, en uygun olanı belirlemeleri, bir ürün ortaya çıkarmaları ve bu ürünü en etkili şekilde sunmaları beklenmektedir. Ünite sonunda ortaya çıkacak ürünlerin bilim şenliği gibi etkinliklerle sunulması önerilmektedir." şeklinde yapılmıştır. Mühendislik uygulamalarını da içeren STEM yaklaşımına yer verilmemiştir. Çalışma Elektrik Enerjisi Ünitesi kapsamında gerçekleştirilen Öğretim Programı-STEM entegrasyonunun STEM'in öğretimde kullanılabilirliği açısından önemlidir.

1.4 Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırma Samsun ilinde ortaokul 7. Sınıfta öğrenim gören 28 öğrenci ile sınırlıdır.
2. Araştırma 2015-2016 Eğitim Öğretim yılı 2. Dönemi 8 haftalık süreç ile sınırlıdır.
3. Araştırma 7. Sınıf Fen Bilimleri dersi Elektrik Enerjisi ünitesi ile sınırlıdır.

1.5 Araştırmanın Varsayımları

Araştırmaya katılan öğrencilerin veri toplama araçlarına objektif cevap verdikleri varsayılmıştır.

1.6 Tanımlar

21. Yüzyıl Becerileri: 21. Yüzyılda bireylerin sahip olmaları gereken ve işbirliği, yaratıcılık, iletişim, problem çözme, analitik ve algoritmik düşünme gibi sıralanmakta olan becerilerdir (P21, 2015).

Bağlam: TDK (2017) tarafından ‘Herhangi bir olguda olaylar, durumlar, ilişkiler örgüsü veya bağlantısı’ şeklinde tanımlanmaktadır. Bireyler kendi yaşantılarında yer alan, zihinlerindeki şemalarla örtüşen bilgileri daha kolay bir biçimde öğrenmektedirler. Öğrenciler okul yaşantıları ile edindikleri bilimsel bilgiler ile gerçek yaşamlarının ilişkisini fark ettiklerinde merak ve motivasyon ile birlikte başarı kendiliğinden gelecektir.

Bilimsel Süreç Becerileri: Gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, deney yapma gibi bilim insanlarının çalışmalarında kullandıkları becerileri kapsamaktadır (MEB, 2017, s.7).

Mühendislik Ve Tasarım Becerileri: Bu alan, fen bilimlerini matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirmeyi sağlayarak, problemlere disiplinler arası bakış açısıyla, öğrencileri buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırarak, öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri kullanarak ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırılabilirler konusunda stratejileri geliştirmesini kapsamaktadır (MEB, 2017, s.7)

STEM: Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematiğin birlikte ele alındığı bütünleştirme ve koordinasyon yaklaşımıdır.

Tasarım: Bir araştırma sürecinin çeşitli dönemlerinde izlenecek yol ve işlemleri tasarlayan çerçeve, tasarı, çizim, dizayn. Bir sanat eserinin, yapının veya teknik ürünün ilk taslağı şeklinde ifade edilmektedir (TDK, 2017).

Yaşam Becerileri: Bu alan; bilimsel bilgiye ulaşılması ve bilimsel bilginin kullanılmasına ilişkin analitik düşünme, karar verme, yaratıcılık, girişimcilik, iletişim ve takım çalışması gibi temel yaşam becerilerini kapsamaktadır (MEB, 2017, s.7)

İKİNCİ BÖLÜM

II. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1 STEM'in Ortaya Çıkışı

Eğitimin verilen bilgiler doğrultusunda davranış geliştirme süreci olduğunu göz önüne aldığımızda günümüzün eğitim anlayışında bu davranışın daha çok bilgiyi ürüne dönüştürme yolunda olduğu ve ekonomik kaygıların ön plana çıktığı görülmektedir. Bu çerçevede son yıllarda ürün oluşturmaya yönelik teknolojik gelişmelerle birlikte Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik gibi disiplinler arası içeriğe sahip program oluşturulmakta ve uygulanmaya konulmaktadır. Bu uygulamalara yönelik olarak STEM eğitimi yaklaşımı oluşturulmuştur. Çünkü STEM fenden elde edilen bilgiler kullanılarak ürün oluşturmaya yönelik tasarımları ve tasarımların yaşama dönüştürülmesi gibi farklı süreçleri birleştiren bir uygulama şeklidir. 1990'lı yıllarda Amerikan Ulusal Bilim Vakfı(NSF) tarafından Fen-Teknoloji-Mühendislik ve Matematik disiplinlerini birlikte ifade eden bu disiplinlerin İngilizce baş harflerinden oluşan SMET kısaltmasıyla kullanılmış, daha sonra bu kısaltma ilk defa 2001 yılında Amerika Ulusal Bilim Vakfı tarafından değiştirilerek STEM olarak ortaya çıkmıştır (Sanders, 2009). Hindistan ve Çin'deki ekonomik büyüme devam ederken Fen-Teknoloji-Mühendislik ve Matematiği birlikte işe koşan STEM eğitim yaklaşımı paralelinde 2005 yılında Amerika Virginia Üniversitesinde teknoloji eğitimi programı açılmıştır. 2010 yılında Amerikan Başkanı Obama'nın Beyaz Saray konuşmasında geleceğin lider ekonomisi hedefinin ülkelerin Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarında yaptığı başarılı eğitime bağlı olduğunu belirtmesiyle Amerika'da STEM ile ilgili çalışmalar hız kazanırken, dünyada STEM yaklaşımı yankı bulmuştur. Tüm dünyada eğitimde gerçekleştirilecek yeniliklere ihtiyaç duyulmaktayken STEM dikkatleri üzerinde toplamıştır.

2.2 STEM ve STEM Disiplinleri

2.2.1 STEM

STEM Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik entegrasyonu ile fen derslerini yaşamla daha fazla ilişkilendirmenin yolu olarak sunulan bütünleştirme ve koordinasyon yaklaşımıdır.

Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik disiplinlerinin günümüz ihtiyaçlarına yönelik olarak bir arada kullanılmasını gerektiren STEM eğitimi ile 21. Yüzyılın gerektirdiği becerin kazandırılabilceği öngörülmektedir. STEM'i eğitimciler farklı şekillerde açıklamaktadırlar. STEM eğitimi herhangi bir konunun anlatılmasında sınırlandırılmış tek bir disiplin yerine o konunun farklı disiplinler açısından da ele alınarak disiplinler arası bir yaklaşım ile öğretilmesi için gerekli bir uygulamadır (Venville, Rennie & Wallace, 2012). STEM eğitimi ile öğrencilerin okul derslerini yaşamla ilişkilendirmeleri, geleceğin yetişkinlerinin teknolojinin doğasını anlamının yanı sıra teknolojik gelişmelerde rol almaları da hedeflenmektedir (MEB-YEĞİTEK, 2016). STEM eğitimi öğrencilerin günlük hayatta kullandıkları araçların nasıl çalıştığını anlamalarını sağlarken teknoloji kullanımını geliştirmektedir (Bybee, 2010).

Günümüzde dünyanın gündeminde olan ve eğitim politikalarının merkezinde bulunan problem çözme, yenilik ve işbirliği gibi kavramlar STEM eğitiminin bünyesinde toplanmaktadır. STEM eğitimde iyi tasarlanmış öğretim programları ile birlikte, çeşitlendirilmiş materyallerle öğrencilere aktif olacakları yaşantılar sunulmaktadır. Öğrencilerin yaratıcı olmaları, yeni problemlere yönelik farklı çözüm önerileri geliştirmeleri ve işbirliği içerisinde tasarımlar ortaya koymalarının yanı sıra fikirlerini akranlarına sunmaları da beklenmektedir. Bu beklentiler STEM çalışmalarının merkezinde yer alan Fen Bilimleri ile sağlanmaktadır.

2.2.2 Fen Bilimleri

STEM'i oluşturan harflerden S harfi Science, yani Fen'i temsil etmektedir. Fen Bilimleri genel olarak yaşam bilimleri ve doğa bilimleri olarak ele alınmakta iken şimdiye kadar birçok araştırmacı tarafından çeşitli Fen Bilimleri tanımları yapılmıştır. Örneğin; Fen bilimleri, bilginin tabiatını düşünme, mevcut bilgi birikimini anlama ve yeni bilgi üretme sürecidir (YÖK/Dünya Bankası, 1997).

Hançer, Şensoy ve Yıldırım (2003) fen bilimini bir doğa bilimi olarak ele alarak insanların yaşadıkları çevreyi anlayıp yorumlama, bu karmaşık çevrede bir düzenlilik arama düşüncesini etkileyen bilgi ve becerilerin özüdür şeklinde tanımlamıştır. Bununla birlikte fen bilimlerinin öğretiminde ise hedef, öğrencilerin yaşam düzeneklerindeki olaylar ile bilimsel bilgiler arasında bağlam kurmaktır.

2.2.3 Teknoloji

STEM içerisinde yer alan ‘T’ harfi Teknolojiyi temsil etmektedir. TDK (2017) tarafından Teknoloji “Bir sanayi dalı ile ilgili yapım yöntemlerini, kullanılan araç, gereç ve aletleri, bunların kullanım biçimlerini kapsayan uygulama bilgisi, uygulayım bilimi” şeklinde tanımlanmaktadır. Ayrıca Teknoloji; fen bilimlerinden elde edilen bilgiler kullanılarak insan yaşamını kolaylaştıracak ürünler elde etmek üzere üretime dönük tasarımların yapıldığı bir disiplindir. Yani teknoloji hep fenle birlikte düşünülmesi gereken bir alan olup ortaya konulan ürünler günümüzün gerçeklerini belirleyici nitelik kazanmıştır. Fen bilgisi de, öğrenciye, teknoloji ile ilgili olumlu davranışlar kazandıran bir bilimdir. Bu nedenle fen bilgisi eğitiminin temel amaçlarından birisi de, her an hızla değişen ve gelişen fen çağına ayak uydurabilecek ve en son teknolojik buluşlardan her alanda yararlanabilecek bireyler yetiştirmek ve teknolojik tüm buluşlarda ve gelişmelerde bilimin gerekli olduğunu öğretmektir.

STEM içerisindeki ‘T’ harfi ile ilgili yaygın kavram yanılgıları mevcuttur. Buradaki teknoloji bilgiyi işleme anlamında yer almaktadır. Fakat yapılan eğitim uygulamalarında bilgisayar gibi teknolojik araçlar kullanmak olarak algılanarak hata yapılmaktadır (Sanders, 2009).

2.2.4 Mühendislik

STEM içerisinde yer alan E(Engineering) harfi Mühendisliği temsil etmektedir. Mühendislik; TDK (2017) tarafından “yol, köprü, yapı, makine, gemi ve uçak yapımı vb. ile maden, su, elektrik işleri gibi bayındırlık ve zanaatla ilgili teknik çalışmalardan birini konu edinen meslek” şeklinde tanımlanmaktadır. Ulusal Yönetim Değerlendirme Kurulu ((NAGB) National Assessment Governing Board) (2010) tarafından hazırlanan "Teknoloji ve Mühendislik Okuryazarlığı Çerçevesi" raporunda mühendislik, insan yapımı dünyanın tasarlanması süreci olarak ifade

edilmektedir. Teknoloji kullanılarak elde edilecek ürüne ulaştıran yolu ifade eden kavram ise Tasarım'dır ve Mühendisliğin en önemli ögesidir.

STEM Mühendislik uygulamaları ile öğrenciler Fen, Matematik ve Teknolojiyi birlikte kullanarak problemi tanımlamakta, olası çözümleri aramakta, modelleme yapmakta ve çözümlerini analiz etmektedir (Katehi, Pearson & Feder, 2009). Bu nedenlerle Mühendislik uygulamalarında tasarım çok önemlidir. Mühendislik, hayatı kolaylaştırmak, daha güvenli ve eğlenceli hale getirmek için bilimsel bilgileri ve matematiksel prensipleri kullanarak çeşitli sistemleri tasarlama, geliştirme ve ürün oluşturma sürecidir. Mühendis ise bu aşamaların gerçekteşmesi için fikir üreten, yöneten veya herhangi bir aşamasında katkı yapan kişidir. Bununla birlikte Fen Bilimleri Mühendisliğin temelini oluşturan bilgilerin kaynağıdır.

2.2.5 Matematik

TDK (2017) sözlüğüne göre Matematik "Aritmetik, cebir, geometri gibi sayı ve ölçü temeline dayanarak niceliklerin özelliklerini inceleyen bilimlerin ortak adı" olarak tanımlanmaktadır. Matematik; Fizik, Kimya, Biyoloji, Astronomi ve Jeoloji gibi bilim dallarında soyut kavramları somut olarak ifade etmek için kullanılan dil olarak ifade edilmekte, dolayısı ile bilimler üstü olarak kabul edilen bir alan olarak ele alınmaktadır. Ayrıca fen bilimlerindeki olguları, kanunları ifade ederken formüller ve grafiklerden sıkça yararlanılmakta ve bu durumda yine matematiğe başvurulmaktadır. Bu nedenle her türlü eğitim öğretim çalışmasında Matematik gerekli olduğundan dolayı STEM içerisinde de yer alması kaçınılmazdır.

2.3 FETEMM, STEAM VE STEM+A

STEM Türkiye'de Fen-Teknoloji-Matematik ve Mühendislik kelimelerinin Türkçe baş harflerinden oluşturulan FETEMM ile de ifade edilmektedir. FETEMM olarak ifade edilmesinin nedeni kavramları dilimize uyarlama çabaları olarak görülmektedir. Fakat zaman içerisinde evrensel kullanımının STEM olması nedeni ile Türkiye'de de hem bilimsel çalışmalarda hem de Milli Eğitim Bakanlığı tarafından STEM olarak ifade edilmeye başlanmıştır.

Eric Schmidt (2011) sanat ve bilimi birlikte ele alınması gerektiği fikrini ortaya atmış ve STEM yerine STEAM(A=Art(Sanat)) kullanılmasının daha doğru olduğunu belirtmiştir. Süreç içerisinde aynı amaçla STEM'i STEM+A, STEMA şeklinde

kullananlar da olmuştur (Akbaba, 2017; Batı, Çalışkan & Yetişir, 2017). STEM in STEAM olarak ifade edilmesinin birinci gerekçesi sanat(Art) ile daha geniş bir öğrenci kitlesinin dikkatini çekmek ve elde tutmak, ikinci gerekçesi ise sanatla işbirliği yapılarak öğrencilerin; deney, inovasyon, yaratıcılık, problem çözme gibi daha geniş STEM alanlarındaki becerilerini geliştirmektedir (Watson & Watson, 2013). Türkiye’de özel okullar 2016 itibarı ile STEAM yaklaşımı adı altında Fen Eğitimi vermeye başlamıştır. Mühendislikte oluşturulan ürünlerin estetik olarak da tüketiciye hitap etmesi önemli ve gereklidir. Bu nedenle Mühendislik’te sanat olmazsa olmaz bir disiplin olduğuna göre sanatın STEM içerisinde yeni bir boyut olarak ele alınmasının gerekliliği tartışmaya açıktır.

2.4 Fen Eğitimi ve STEM

Fen Bilimleri Eğitimi çocuğun çevresindeki çekici ve şaşırtıcı zenginliğin eğitimidir. Çocuğun yediği besinin, içtiği suyun, soluduğu havanın, vücudunun, beslediği hayvanın, bindiği arabanın, kullandığı elektriğin, ışığın, güneşin eğitimidir. Bu anlamda fen bilgisi eğitimi; çocuğun ilgi ve ihtiyaçları, gelişim düzeyi, istekleri, çevre imkanları göz önüne alınarak, uygun yöntem ve tekniklerle yapılması gereken, kolay, somut bir eğitimidir (Gürdal, 1988). Fen bilgisi eğitimi çocuğun çevresini tanıması, anlaması ve sevmesine katkıda bulunur, yaratıcı düşünme becerisi kazandırır. Öğretmeni, ailesi ve arkadaşları ile daha etkili bir iletişim kurarak sosyalleşmesine yardım eder. Fen eğitimi ile birlikte çocukların uygulama becerileri artar ve problem çözme yetenekleri gelişir. Böylece, diğer konuları öğrenmeleri kolaylaşır ve yaratıcılıkları da artar.

Fen yaşamın kendisi olduğu için eğlenceli iken STEM ile fen aktiviteleri yapmak Fen’i daha da eğlenceli hale getirmektedir. Eğlence öğrencilerin kağıt üzerindeki anahtar niteliğindeki bilgileri daha kalıcı olarak öğrenmeleri için oldukça iyi bir yoldur. Öğrenciler eğitim sistemi içerisinde farklı yollardan gitmeyi denemeye, yeni fikirler ile inovasyona, hayal gücünü kullanarak inşa etmeye, zihinlerindeki soru işaretlerini yok edecek şekilde gözlem yapmaya, yeni fikirleri keşfetmeye, problemlerle baş ederek çözüm üretmeye ve içindeki yaratıcılığı ortaya koymaya teşvik edilmelidir. Bu sayede öğrenciler daha fazla neler yapabileceklerini keşfetmek için limitlerini zorlayacaklardır. Bu süreçte yaşamdaki STEM’i keşfederek hayran

olacak ve 21. yy'ın hedefleri arasında yer alan üretim toplumu hedefine bir adım daha yaklaşılabacaktır.

STEM 21. yy da sanayi ve teknolojide meydana gelen gelişmelere ve bununla birlikte mesleklerde meydana gelen hızlı değişime karşın her bireyin karşılaştığı problemlere somut çözümler geliştirebilecek yeterliliklerle donanmış bir üretim bakış açısına sahip olması hedefi ile günümüz beklentilerine çözüm olarak ortaya çıkmıştır. STEM problemin belirlenmesi ve çözümüne dönük düşünce odaklıdır. STEM sadece fen bilimlerine uygulanan, teknolojinin temelini oluşturan Fen Bilimleri dersi için ortaya atılmış bir yaklaşımdır (Brophy, Klein, Portsmore, & Rogers, 2008). Bu nedenle fen eğitiminde öğrencilerin geleneksel öğretimin yerine, yaparak yaşayarak, keşfederek yaratıcılıklarını ortaya koyarken, öz güvenlerini de arttıracak STEM, bütünlük öğrenme yaklaşımının öğretim programına entegre edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte son yıllarda gelişmiş ülkelerde STEM ile ilgili çalışmalar hızla yayılmaya başlamış (Alliance, 2011; Bybee, 2010; Gonzalez & Kuenzi, 2012; Morrison, 2006), Türkiye'de ise yeni başlayan çalışmalar hızla artmakta (Bozkurt, 2014; Marulcu & Sungur, 2012; Yamak, Bulut & Dünder, 2014; Yıldırım, 2013) ve hızla yaygınlaşmaya başlamaktadır.

2.5 STEM Eğitiminin Faydaları

STEM süreçleri ile öğrencilere STEM disiplinlerinin ve STEM mesleklerinin tanıtılmasının yanı sıra 21. yüzyılın gerektirdiği birçok becerinin de kazandırılması sağlanmaktadır.

STEM'e yönelik eğitimin faydaları Morrison (2006) tarafından aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

1. Bireylerin sorun çözme becerilerinin geliştirilmesi,
2. Bireylerin bilgi ve becerilerini kullanarak mühendisliğe yönelik yaratıcılıklarının gelişimine katkı sağlaması,
3. Bireylerin mantıklı düşünmelerine katkı sağlaması,
4. Bireylerde özgüven gelişimini desteklemesi,

5. Teknoloji kavramının daha iyi anlaşılmasını sağlamasıdır.

Akbaba (2017) ise Morrison(2006)'ya ek olarak STEM'in faydalarını aşağıdaki gibi sıralamıştır:

1. Öğrencilerde eleştirel düşünmeyi sağlaması,
2. Bireylerde yaratıcılığın gelişimini sağlaması,
3. STEM eğitimiyle disiplinler arası bakış açısını kazandırması,
4. Bilgilerin önceki bilgilerle ilişkilendirilmesine fırsat sağlayarak kalıcılığın artırılması,
5. STEM süreçlerinde bireylerin eğlenerek öğrenmelerinin sağlanması,
6. Üst düzey düşünme becerilerinin kazandırılması,
7. STEM'in mühendislik dizayn yapma ve prototip geliştirmeye olanak vermesi,
8. Bloom taksonomisine ait üst düzey basamaklara hitap etmesidir.

2.6 STEM'in Ortaokul Müfredatına Entegrasyonu

STEM'in müfredata entegrasyonu ile STEM disiplinleri arasındaki ilişki kurularak öğrencilerin yaşam düzeneklerinde karşılaştıkları problemlere kalıcı çözümler geliştirmeleri hedeflenmektedir. STEM müfredat entegrasyonunun önemli ve gerekli olduğuna dair çok sayıda çalışmaya rastlanmaktadır (English & Mousoulides, 2009; Lachapelle, Phadnis, Jocz & Cunningham, 2012; Wendell, Watkins & Johnson, 2016).

Türkiye'de günümüze kadar Fen ve Mühendislik entegrasyonu ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır. Ancak 2017 yılında yayınlanan Fen Bilimleri dersi öğretim programında 'Uygulamalı Bilim' ünite başlığı altında Fen ve Mühendislik Uygulamaları konusuna yer verilmiştir. Bu konu ile ilgili 4. Sınıf düzeyindeki kazanımlar MEB Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda (2017) aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

“F.4.8.1.1. Günlük hayattan bir problemi tanımlar.

F.4.8.1.2. Problem için muhtemel çözümler üretir ve bunları karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer.

F.4.8.1.3. Ürünü tasarlar ve sunar.”(s.24).

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda yer alan bu kazanımlar incelendiğinde mühendislik tasarım uygulamalarına yönelik oldukları görülmektedir. Ayrıca bu kazanımlar ile mühendisliğe yönelik çalışmalara yer verilmesinin de öğretmenden beklendiği görülmektedir. Bu beklentiye destekler biçimdeki Fen Teknoloji ve Mühendisliğe yönelik ifadeler yine MEB (2017) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda aşağıdaki gibi yer almaktadır:

“Bunlara yönelik uygulamalarda amaç, öğrencilerin mühendislik ve bilim arasındaki bağlantıyı kurmalarına, disiplinler arası etkileşimi anlamalarına ve öğrendiklerini yaşantısal hâle getirerek dünya görüşü geliştirmelerine yardımcı olmaktır. Ülkemizin bilimsel araştırma ve teknolojik gelişme kapasitesini, sosyoekonomik kalkınmasını ve rekabet gücünü artırmak için öğrencilerin fen ve mühendislik uygulamalarını deneyimlemeleri önem arz etmektedir” (s. 11).

STEM müfredatı entegrasyon çalışmalarında dersin yürütülmesinde bir çok yöntem kullanılmıştır. En çok kullanılan yöntemler 5 E modeli ve Proje Tabanlı Öğretim yöntemidir (Dass, 2015; Han, Capraro ve Capraro, 2014; Yıldırım, 2017). Bu yöntemlerin yanında Mühendislik Tasarım sürecinin kullanıldığı birçok çalışmaya da rastlanmaktadır (Bozkurt, 2014; English & King, 2015; Ercan, 2014; Wendell, 2010).

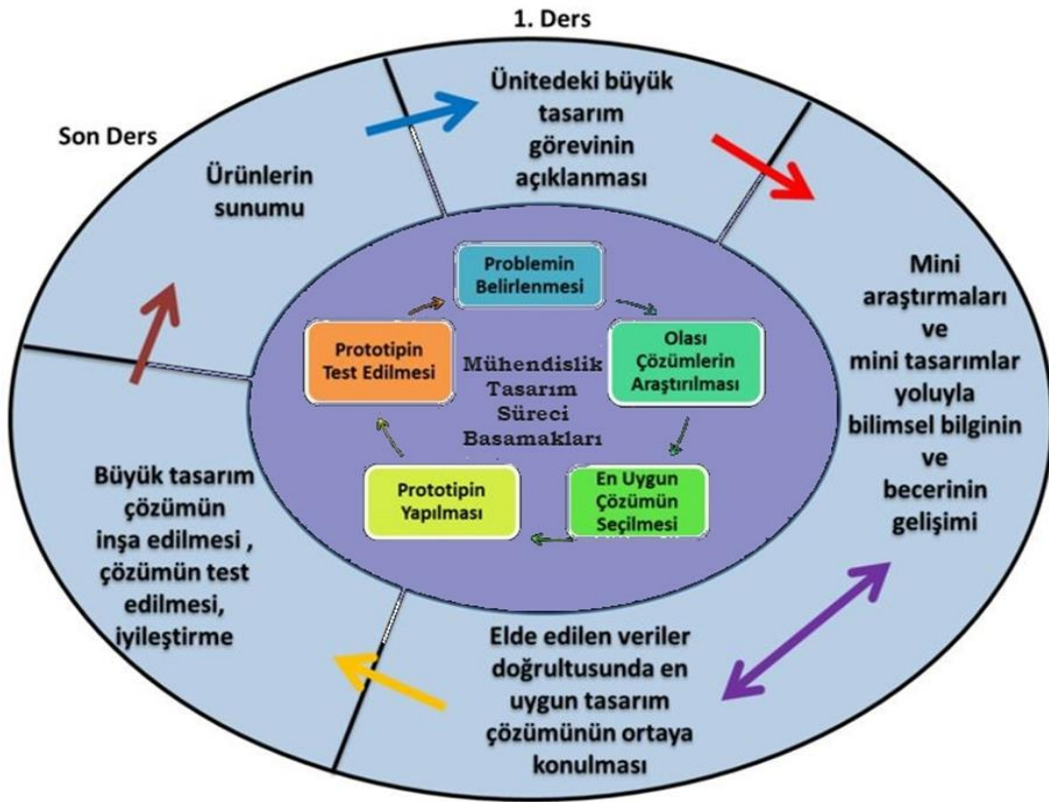
STEM eğitiminde kullanılan yöntemlerden biri olan 5 E modeli Giriş(Engage), Keşfetme(Explore), Açıklama(Explain), Derinleştirme(Elaborate) ve Değerlendirme(Evaluate) aşamalarından oluşmakta ve adını bu aşamaların İngilizce baş harflerinden almaktadır. Dass (2015) STEM eğitimi ile ilgili çalışmasında 5 E modelinin STEM eğitimi için öğretmene yol gösterme ve bir çerçeve çizmesi açısından uygun olduğunu ifade etmektedir.

Proje Tabanlı Öğrenme Yöntemi; Planlama, Geliştirme, Yürütme ve Rapor aşamalarını içermektedir. Proje Tabanlı Öğretimde öğrencilerin kazandıkları bilgi ve becerileri yaşam problemlerinin çözümü için transfer ederek yeni durumlarda

kullanabilmelerini sağlamayı amaçlamaktadır (Akdeniz, 2004, s.144). Han vd., (2014) çalışmalarında Proje Tabanlı Öğretimin STEM'e uygunluğunu ve STEM süreçlerinde kullanılabileceğini belirtmektedirler.

Mühendislik Tasarım Temelli Fen eğitiminde hedeflenen öğrencilere bilgi ve beceri kazandırmanın yanı sıra mühendisliğin doğasını anlama, ürün oluşturma ve mühendislik mesleğine yönelik olumlu tutum sergilemelerini sağlamaktır (Bybee, 2011). Tasarım Temelli Fen eğitimini STEM araştırmalarında kullanan araştırmacılar da bulunmaktadır. STEM çalışmalarının sonuçları değerlendirildiğinde tasarım temelli uygulamaların STEM için uygunluğu ifade edilmektedir (Hyness vd., 2011; Wendell vd., 2010).

Şekil 1 Mühendislik Tasarım Döngüsü



(Wendell vd., 2010; Ercan, 2013)

STEM uygulama sürecinin problemin belirlenmesi, olası çözümlerin araştırılması, en uygun çözümün belirlenmesi, prototipin yapılması, prototipin test edilmesi

şeklindeki aşamaları takip edecek biçimde sürdürülür ve öğretmen her aşamada bir rehber görevi üstlenir.

Wendell vd., (2010, s.7)'nin çalışmalarında ünite bazında program hazırlamaya yönelik önerdikleri adımlar sekiz madde halinde sıralanmaktadır:

1. Öğretim programına uygun 8-10 özel Fen ve Mühendislik kazanımı belirlenir.
2. Hedeflere ve fen çalışmalarına yönelik kapsamlı bir mühendislik problemi ortaya konulur.
3. Öğrencileri problemin çözümüne yönlendirecek yaşantılar sunacak bir dizi aktiviteler planlanır.
4. 8-10 ders süresince öğretmen ve öğrenciler tarafından izlenecek adımları içeren ders planı ve rehber kılavuz hazırlanır.
5. Öğrencilerin araştırmalarını yürütmelerine yardımcı olacak araçlar ve talimatlar hazırlanır.
6. Seçtiğiniz düzeyde bir sınıf ile pilot çalışma yapılır.
7. Pilot çalışma süresince geri bildirim alınır.
8. Hazırlamış olduğunuz ders planları ve klavuzları yeniden düzenlenir.

2.7 Literatür Taraması

Corlu (2012) doktora tezinde giderek daha fazla bilgi temelli bir ekonomide, ülkelerin gelecekteki refahının yenilikçi zihniyetlerde yattığını belirtmektedir. Yeniliğin STEM eğitiminin amacı olması ile birlikte müfredat entegrasyonunun STEM eğitiminde bir temel oluşturacağını belirtmektedir. STEM disiplinlerinin entegrasyonu, öğretmenlerin her STEM disiplininin öğrencilerin bireysel farklılıklarını göz önünde bulundurarak yenilik kapasitelerini geliştirmelerine yardımcı olacağını ifade etmektedir. Başarılı STEM eğitimi için, hizmet içi öğretmenlere mesleki gelişim fırsatları sunma ve mevcut öğretmen hazırlama programlarını yeniden yapılandırma ihtiyacı bulunduğunu belirtmektedir. Çalışmada 21. yüzyıldaki toplumların refah yolculuğunun şu andaki ve gelecekteki öğretmenleri

STEM konularına entegre bir yaklaşımla öğretmeye hazırlayan öğretmen eğitimi ile sağlanacağını belirtmektedir.

English, Hudson ve Dawes (2013) üç yıllık STEM temelli çalışmalarında mühendislik kavramlarını orta okul müfredatına dahil etmenin, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmede etkili olabileceğini ifade etmektedirler. Çalışmalarında 8. sınıf öğrencileri ile basit makineler konusu kapsamında yaptıkları mançınık tasarımı sürecinde öğrencilerin mühendislik bilgi ve anlayışlarını incelemeyi amaçlamışlardır. Süreçte öğrencilerin mançınık tasarımları, oluşturmaları, test etmeleri ve değerlendirmeleri zorunlu kılınmıştır. Öğrencilerin mançınık tasarımında basit makineler konusu ışığında mühendislik tasarımlarının çeşitli yönlerini nasıl ve ne kadar kullandıkları incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre süreçte öğrencilerin basit makinelerin eldeki kaynaklarla nasıl oluşturulacağı ve makinelerin karmaşık bir makine oluşturmada nasıl etkileşime girdiğini anlamaları sağlanmıştır. Fiziksel materyalleri soyut kavramlarla ilişkilendirme yeteneği ve çalışmalarında tasarım kısıtlamaları konusunda bir farkındalık ortaya çıkmıştır. Ayrıca kavramların test edilmesi için bir prototip yerine fiziksel materyallerin sınırlamalarına rağmen "mükemmel" bir mançınık yaratma çabası ve motivasyonu gözlenmiştir. Öğretmen görüşmelerinden elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin bilgi ve beceri açısından süreçte gelişmeler sağladıkları vurgulanmaktadır. Çalışmada ortaokul öncesi yıllarda mühendislik eğitiminin tanıtılması için çalışmalar yapılması önerilmektedir.

Wendell, Watkins ve Johnson (2016) yaptıkları çalışmada mühendislik tasarımı sürecinde öğretmenlerin STEM öğretim sürecinde hangi davranışları sergilediklerini incelemişlerdir. Çalışmada, mühendislik öğretiminde sürecin an be an değerlendirilmesinin ve öğrencilerin kararlarının yakından incelenmesinin önemli olduğunu belirtmektedir. Burada duyarlı öğretme kavramının devreye girdiği, yani öğretmenin süreçteki davranışlarının öğrencilerin söyledikleri ve yaptıkları ile şekillenmesini temel alındığı ifade edilmektedir. Öğretmenin sınıflarda neler olacağını önceden belirleme, öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmalarını, yorumlamalarını, öğrenci yorumlarına pedagojik kararlara dayanarak cevap vermelerini ve mantıksal değerlendirmeler yapmalarını gerektirmektedir. Bu nedenle duyarlı öğretme, öğretim için özellikle yararlı bir yaklaşım olma potansiyeline

sahiptir. Çalışmada mühendislik tasarım sürecinde öğrenciler yanlış tanımlanmış sorunlara yeni ölçüt ve kısıtlamalar kullanarak çözümler ararken, öğretmenler de öğrencilerin süreçteki ihtiyaçlarına cevap verebilmesi gerektiği belirtilmektedir. Çalışmada öğretmenlerin sadece disiplin bilgisine sahip olmaları ve süreçte öğrencilerini mühendisliğe yönlendirmelerinin yeterli olmadığı vurgulanmaktadır. Öğretmenler öğrencilerinin çalışmalarını üretken yönleriyle nasıl inceleyeceklerini öğrenmelerinin önemli olduğu belirtilmektedir. Farklı disiplinlerin hedeflerini gerçekleştirirken mühendislik fikirleri, süreçleri ve perspektifleri ve ortaya çıkabilecek gerginliklerin dengelenmesinde öğretmen rolünün çok önemli olduğunu ifade etmektedir.

English ve Mousoulides (2011) ilk ve ortaokul öğrencileri ile yaptıkları çalışmada mühendislik süreçlerinde öğrencilerin küçük gruplar halinde çalışarak: bir çözüm modeli üretmek için yorumlanması, farklılaştırılması, sıralanması ve koordine edilmesi gereken karmaşık veriler sunulduğunu ve süreçte öğrencilerin, gerekli içeriğin öğretmenine veya ders kitabının dışında kendi matematik ve fen kavramlarını ortaya çıkardığı belirtilmektedir. Ayrıca, öğrencilerin bu etkinlikleri gerçekleştirirken yaşadıkları matematik ve fen bilgisi içeriği, müfredatta sınıf düzeyinde geleneksel olarak öğretilenlerden farklı olduğu, çünkü gerçekçi durumlarla baş etmek için farklı miktar ve işlem türlerinin gerektiği ifade edilmektedir. Örneğin, gerçekçi matematiksel durumlarda ihtiyaç duyulan miktar türleri, yığınları, olasılıkları, frekansları, dereceleri ve vektörleri içerirken, gereken işlemler büyük veri kümelerini sıralama, organize etme, seçme, ölçme ve dönüştürmeyi içerdiği için modelleme problemlerinin standart sınıftaki problem çözme görevlerinden daha zengin öğrenme deneyimleri sunduğu vurgulanmaktadır. Çalışmadaki birçok öğrenci sorunun çözümünde zorluklar yaşasa da öğrenciler, anlamlı, gerçek dünya vaka incelemeleri olarak sunulduğunda, karmaşık çevre modelleme problemlerine başarıyla katılabilmiş ve tatmin edici bir şekilde çözebilmişlerdir. Sonuç olarak, genç öğrenciler için mühendislik eğitimi, yeni ve çok gerekli bir araştırma alanı olduğu vurgulanmakta ilk ve ortaokul müfredatlarının, öğrencileri temel mühendislik fikirleri ve ilkelerine tanıtmak için ideal fırsatlar sunduğu ifade edilmektedir. Genç bilim adamlarının, mühendisliğin dünyasını nasıl

şekillendirdiğini ve toplumumuzun ihtiyaçlarının çoğunu desteklediğini öğrenmek için güçlü bir merak ve düşünce geliştirmesinin önemi ortaya konulmuştur.

Kärkkäinen ve Vincent-Lancrin (2013) STEM'de teknoloji ve işbirliği eğitiminde ortaya çıkan yenilikleri sundukları çalışmalarında teknoloji kullanımının gerçek zamanlı biçimlendirici değerlendirmeyi ve bazı becerileri kolaylaştırdığını ifade etmektedirler. Öğrencilerin öğrenme düzeyini belirlemeyi kolaylaştıran ve öğretimin kişiselleştirilmesini destekleyen değerlendirmelerin teknoloji kullanımıyla gerçekleştiğini belirtmektedirler. Böylece öğretmenlerin öğrencilerin öğrenmesini olduğu gibi izlemelerine olanak tanıyıp gerçek zamanlı biçimlendirici değerlendirme fırsatı sunmaktadır. Ayrıca aktif sınıf tartışmalarına daha fazla öğrencinin katılımı sağlanarak öğretimi öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına göre ayarlama fırsatı sunmaktadır. Bunların yanında kendilerini düşük performanslı olarak gören öğrenciler için güvenli bir ortam sunarak arkadaşlarıyla tartışmalara ve işbirliğine yeniden katılmalarını sağlamaktadır. Beceri gelişiminin izlenmesini ve edinilmesi gereken becerilerin tanımlanmasını da kolaylaştırmaktadır. Çeşitli eğitim düzeyindeki diğer disiplinler için umut veren bir model olarak STEM eğitiminde teknoloji ile işbirliğini artmakta, esneklik, kültürel çeşitlilik, kendi kendine öğrenme fırsatları sunulmakta, öğrenci etkileşimi ve katılımını, öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirmektedir. Eğitimle ilgili oyun, çevrimiçi laboratuvarlar, teknoloji destekli işbirliği, gerçek zamanlı biçimlendirici değerlendirme ve beceri temelli değerlendirmenin STEM eğitimini farklı şekillerde geliştirebileceği belirtilmektedir. Çalışmada gelişim alanlarını çeşitli öğretim ve öğrenme ortamları, çeşitli ve yeterli değerlendirme, geliştirilmiş öğrenci öğrenimi, öğrenci etkileşimi, katılım ve motivasyon, geliştirilmiş üst düzey beceriler şeklinde sıralamaktadır.

Mills (2013) çalışmasında STEM kariyer tercihini tahmin etmek ve öğrencilerin STEM kariyerlerine yönelik algılamalarındaki değişiklikleri saptamak üzere Texas'daki iki ortaokulda okuyan öğrencilerle çalışmıştır. Çalışmada öğrencilerin matematik algılarının, bilim-teknoloji algılamalarının, motivasyon, yaratıcı eğilimler ve STEM kariyerine yönelik tutumlarının ne derece olduğu belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma bulguları öğrencilerin STEM içeriği, motivasyon hissi, yaratıcılık ve okul hakkındaki tutumlarını ölçmek ve STEM kariyer ilgisini belirlemek için önerilen modelin STEM kariyer ilgi alanındaki değişkenliklerini

önemli ölçüde açıklayabildiğini ortaya koymuştur. Bu çalışma aynı zamanda cinsiyetin modellerdeki faktörlerin önemini belirlemede rol oynadığını da göstermektedir. STEM kariyerlerinde yaratıcı eğilimlerin erkek çocuklar için modellemenin önemli faktörlerinden biri olarak gösterilirken, matematik algısı STEM'in kızlar arasındaki kariyer ilgisinin en belirleyici faktörü olduğunu ortaya çıkarmıştır. Teknolojinin erkek çocuklar için önemli bir faktör olduğunu, buna karşılık kızlar için bilimin daha önemli olduğunu belirtilmektedir.

Sullivan (2016) doktora çalışmasında STEM teknoloji ve mühendislik konusundaki cinsiyet klişesini değiştirmek için robotik kullanımını araştırmıştır. Çalışmada çocuk grubuna KIWI robot kitleri ile yedi hafta boyunca uygulama grubunun mühendislik çalışmaları yaptırılarak öntest ve sontest ile teknoloji ve mühendislik konusundaki tutum ve fikirleri üzerinde etkisi araştırılmıştır. Ön testte elde edilen bulgulara göre çocukların teknoloji ve mühendislik konularında cinsiyet kalıpları oluşturmaya başladığı belirtilmektedir. Süreç sonunda ise kız çocukların da mühendisliğe ilgi duymaya başladıkları ve mühendislik çalışmalarına olumlu tutum geliştirdikleri belirtilmektedir. Buna ek olarak, erkek öğrenciler ön testte mühendislikten daha fazla keyif alacaklarını belirtirken robotik müfredatını tamamladıktan sonra erkek ve kız çocukları arasında anlamlı fark bulunmadığı ifade edilmektedir. Robotik uygulamaları kadın öğretim ekibi tarafından gerçekleştirildiğinde erkek öğrenciler ve kız öğrencilerin performansları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ancak, bir erkek öğretim ekibi tarafından öğretildiğinde, erkeklerin ileri bir programlama görevinde kızlardan anlamlı derecede iyi performans gösterdiği ortaya konulmuştur. Çalışmada teknoloji ve mühendislik konusundaki erkeksi yanlılıklarla erken nesil müdahalelerin önemine de değinilmektedir.

Nadelson, Pfiester, Callahan ve Pyke (2015) yaptıkları çalışmada öğrencilerin STEM tasarım derslerinde başarılı olabilmeleri için gerekli en önemli faktörün öğretmenin öğretimsel başarısı olduğunu belirtmektedirler. Bir tasarım ödevinin gerçekleştirilebilmesi için yaşamla ilişkilerin kurulması ile sorunun çözümü için öncelikle içerik bilgisinin ve deneyimin önemini vurgulamaktadırlar. Çalışmada bir tasarım dersinin öğretimsel başarısının doğrudan öğrenci öğrenme kapasitesi ile ilişkili olduğunu savunulmaktadır. Her öğrencinin yüksek seviyede tasarım yapmasını beklemenin doğru olmayacağı, her öğrencinin kendi bilgi ve deneyimine

göre tasarımlar yapabileceği, süreçte deneyimleri ve bilgi düzeyi arttıkça daha üst düzeyde tasarımlar yapabilecekleri ifade edilmektedir. Öğrencilerle başlangıçta alt düzey tasarım dersleri yürütmenin öğrencinin mühendislik tasarım sürecinin adımlarını öğrenmesine yardımcı olmak için gerekli olabileceğini hatta öğretmenlerin de tasarım dersleri almaları gerektiğini ifade etmektedirler. Araştırmada mühendislik tasarımını öğretmek için öğretmen kapasitesini arttırmayı amaçlayan öğretmen eğitimleri yapılmasının gerekliliğine vurgu yapılmaktadır.

Brophy, Klein, Portsmore ve Rogers (2008) bir meslek olarak mühendisliğin, teknolojinin her yerde kullanılmasını ve toplum içinde şeffaf olmasının yanı sıra genç öğrencilerin ilgisinin ve teknolojinin nasıl çalıştığının anlaşılmasının zorluğuyla karşı karşıya olduğunu ifade etmektedirler. Çalışmada mühendislik eğitiminin tasarım, sorun giderme ve analiz faaliyetleri yoluyla gerçek dünya problemlerini çözmek için STEM bilgisini anlama ve kullanma ile ilgili çok çeşitli bilgi ve becerileri edinmeyi destekleyebileceği ifade edilmektedir. Mühendisliğin müfredata entegre edilmesinin önemine değinilmekte, sınıflarda mühendislik eğitimine girilmesinin STEM öğrenmeyle ilgili çeşitli fırsatlar sunarken, öğretmenlerin bilgi ve mesleki gelişimiyle ilgili sorunlar, müfredat standartları ve yüksek bahisli değerlendirmeler gibi kurumsal zorlukları da beraberinde getirdiği belirtilmektedir. Çalışmada tasarım öğrenme döngüsünü meydan okuma, fikir üretme, derinlemesine inceleme, araştırma ve yeniden inceleme, test etme ve sunum yapma şeklinde ifade etmektedirler. STEM tasarım temelli çalışmalar ile öğrencilerin; doğal ve yapay karmaşık sistemlerin nasıl çalıştığını bileceği, davranış ve fonksiyonlarını değerlendirebileceği ve açıklayabileceği, sistemlerin nasıl çalıştığına dair zihinsel modeller geliştirebilecekleri, karar verme becerilerini geliştirebilmek için deneyler tasarlayıp uygulayabilecekleri, fikirlerini diğer öğrencilerle paylaşmayı öğrenebilecekleri, geometrik ve mekânsal akıl yürütme becerilerini kazanabilecekleri, diyagramları kullanarak bir sistemin yapısını ifade edebilecekleri, fikirlerini ve çalışmanın sonuçlarını hesaplamalar ve grafiklerle matematik kullanarak ifade edilebileceği, sentez yaparak hedeflere yönelik çözüm geliştirebilecekleri, tasarımın kriterleri karşılayıp karşılamadığını değerlendirecek denemeler yapma başarısı sergileyebilecekleri belirtilmektedir.

Dorie, Cardella ve Svarovsky'nin (2014) çalışmaları ebeveynleriyle etkileşen çocukların tasarım düşüncesini kazanması ile ilgilidir. Çalışmada olayların birbirinden ayrılmasının ve işlerin nasıl yürüdüğünü bulmanın çocukluğun bir parçası olduğu ve mühendislik düşüncesinin önemli öncüleri olduğu belirtilmektedir. Küçük çocuklar okul dışı zamanlarının büyük çoğunluğu ebeveynleriyle birlikte geçirdiği; ebeveynlerin küçük çocukların mühendislik ve bilimdeki ilgisini ve merakını etkilemekle kalmadığı, aynı zamanda öğrencilerin bilimsel akıl yürütme becerilerini geliştirmelerinde yardımcı olabildikleri belirtilmektedir. Çocukların, mühendislik tasarım sürecinde problemin farkına vararak; fikir üretme, değerlendirme ve gözden geçirme gibi diğer mühendislik tasarım modellerine benzer şekillerde girdiklerini görülmüştür. Ayrıca, çocukların hem öngörülü hem de yansıtıcı davranışlarla meşgul olduklarını ve sıklıkla soruna bağlamda bulunmaları dikkat çekmiştir. Bununla birlikte, çocukların mühendislik düşüncesine girme biçimlerinin yetişkinlerin yaptıklarına benzer biçimde olduğu ifade edilmektedir.

Mann ve Mann (2016) üstün zekalı çocuklarda mühendislik tasarımı üzerine çalışmışlardır. Çalışmada üstün zekalı çocukların ilgi alanlarında öğrenmeye karşı ısrarlı olduklarını ifade etmektedirler. Tüm öğrencilerin, sorgulamaya dayalı mühendislik tasarım faaliyetleri için fırsata sahip olmalarına rağmen, yetenek seviyesi yüksek ve üstün yetenekli öğrencilere yönelik programların bulunmadığı vurgulanmaktadır. STEM alanlarından en az birinde yüksek beceriye sahip öğrencilerin problem çözme egzersizlerinden oluşan çalışma sayfası tabanlı müfredatla mühendislik tasarım etkinlikleri yapmalarının yararlı olabileceği belirtilmektedir. Bu amaçla adım adım yapılan problem çözme çalışmaları, keşifler ve nihai ürünlerin iyileştirilmesi için tekrarlamalar yapmak için sınıf düzeyindeki müfredatın, ek zaman kazanma nedeni ile sıkıştırılabileceği öne sürülmektedir. Mühendislik mesleğini tercihlerine bakıldığında üstün zekalı öğrencilere az rastlandığı, ilginç bir şekilde üstün zekalı öğrencilerin çoğunluğunun tıp fakültesine başvurduğu belirtilmektedir. Mühendislik mesleğine dikkat çekmek ve yönlendirmek için üstün zekalı öğrencilerle çalışılması gerektiği belirtilmektedir. Çalışmada mühendisliğin iyimser ve yenilikçi bir meslek olduğu ve insanların hayatlarını doğrudan etkilediği ifade edilmektedir. Matematik ve fen becerilerine ihtiyaç duyulan araçlara rağmen, yaratıcılığın, işbirliğinin ve iletişimin mühendislikteki

diğer özelliklerle aynı derecede önemli olduğu ve dünyayı değiştirme imkânı arayan çocuklar için mühendisliğin önemli bir yol olarak önerilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Cunningham ve Hester (2007) çalışmalarında öğrencileri gerçek dünya mühendislik deneyimleriyle meşgul etmenin, matematik, fen ve diğer içerik alanlarını canlandırabileceğini ve öğrencileri ilgili uygulamaları göstererek matematik ve fen kavramlarını öğrenmeye motive edebileceğini ifade etmektedirler. STEM süreçlerinin mühendislik problem çözme becerilerini geliştirmenin yanı sıra sorun çözme, yineleme ve alternatif çözüm üretimini de geliştireceği belirtilmektedir. Çalışmada mühendisliğin, proje tabanlı öğrenmeyi de kullanabildiği, uygulamalı yapılar içerdiği ve çocukların üç boyutta işlev görme yeteneklerini yani modern dünyada zenginleşmek için önemli olan tüm becerileri içerdiği vurgulanmaktadır.

Mann, Mann, Strutz, Duncan ve Yoon (2011) çalışmalarında Mühendisliğin K-6 Müfredatına Entegrasyonunu değerlendirmişlerdir. K-6 eğitim programlarıyla örtüşen STEM mühendislik uygulamaları yapmanın, fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin yeteneklerini keşfretmek ve geliştirmek için fırsatlar sunarken, zihnin tüm disiplinlerde değerli olan kavramlar, beceriler ve alışkanlıklar geliştirmek için fırsatlar yarattığı belirtilmektedir. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin (STEM) yetenekleri keşfretmek ve geliştirmek için bir yol olarak ilkokul sınıflarına entegre edilmesinin önemli olduğu belirtilmektedir. Mühendislik konseptlerinin, becerilerinin ve kariyer seçimlerinin çeşitli perspektiflerinin, birçok yetenekli öğrenciye doğal olarak uygun olduğu ifade edilmektedir. K-6 müfredatında bir çok mühendislik kavramının zaten dahil edilmiş olduğu ancak mühendislik olarak tanınması ve tartişılması gerektiği belirtilmektedir. Mühendislikle ilgili alanlardaki yeteneklerin, matematik ve fenden daha güçlü olduğu; iletişim, okuryazarlık, ekip çalışması ve liderlik yeteneklerinin mühendislik tasarım projelerinin başarısı için de kritik öneme sahip olduğu belirtilmektedirler. Sınıfta mühendislik varlığını artırmak için, mühendislik kavramlarını tasvir eden müfredat kaynakları sağlayan birçok organizasyon bulunduğu Mühendislik tasarım sürecini, yetenekli ve otantik bir etkinlikle kullanarak, yetenekli eğitim uygulamasından alınan pedagoji ile birleştirmenin, farkındalığı arttırarak öğrenme fırsatları sunarken mühendislik kavramlarını güçlendirmeye yardımcı olacağı belirtilmektedir. Yetenekli öğrencilerin

geleneksel uygulamalarla becerilerini fark etmeyeceklerini, tasarım etkinliklerinin kendi alanlarındaki yeteneklerini sergileme fırsatı sunacağı vurgulanmaktadır. Gelecekte gençlerin seçebilecekleri birçok alan bulunduğu ve mühendisliğin, bunu teşvik eden bir kariyer olduğu, çok disiplinli olmanın öğrencilere kendi güçlü alanlarını keşfetmek için bir fırsat sağladığını, mühendisliğin diğer alanları bağlayıcı aynı zamanda, her seviyede kucaklayabilen mekansal bir konu olduğu ifade edilmektedir. Mühendislik kavramlarını bütünleştirmenin ve doğru terminolojiyi kullanmanın, uygun kavramları bağlam içinde göstermenin, öğretim stratejileri ve mühendislik tasarım deneyimleri ile öğrencilerin mühendislik bilincini artırarak çalışmalarında ve kariyer seçimlerinde etkili olacağı belirtilmektedir. Bunu yaparken yetenekli öğrencileri Mühendislik işgücü, eğitim ve kariyer planları hakkında bilgilendirerek, toplumun gelecekteki ihtiyaçlarını karşılamak için daha iyi bilgilendirilmiş gelecek vatandaşları yetiştirmenin önemi vurgulanmaktadır.

Gülhan ve Şahin (2016) STEM entegrasyonunun beşinci sınıf öğrencilerinin fen alanındaki kavramsal anlamalarını arttırdığı, mühendislikle ilgili algılarını geliştirdiği ve STEM alanındaki mesleklere karşı ilgilerini genel anlamda arttırdığı sonucuna varılmıştır. STEM'in fen alanındaki kavramsal anlama, içerik bilgisi veya başarıyı geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. STEM işgücünün ortaokul öğrencilerinin STEM kariyerleriyle ilişkili olduğu, STEM eğitiminin amacının öğrencileri STEM mesleklerinin işleyişini anlamalarını sağlayarak, ilgili meslekleri seçme konusunda olumlu tutum sergilemeleri olarak ifade edilmektedir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda öğretmenlere yapılan öneriler şunlardır: Derslerde diğer disiplinlerle de bağlantılar kurularak, disiplinler arası vurgu artırılmalıdır. Yıl içerisinde yapılan ödevlerde tasarımlar, projeler, grup çalışmaları, elle yapılan modeller daha çok kullanılmalıdır. Öğrencilerin STEM alanlarıyla ilgili kariyer algılarının geliştirilmesi için derslerdeki etkinliklere gömülü olarak mesleklerle ilgili bilgiler verilmelidir. Böylece meslek bilgileri yalnızca son sınıfta düşünülen bir kavram olmaktan çıkarılmalı, öğrencilerin eğitim hayatlarının tamamına yayılmalıdır.

Vallera (2016) doktora çalışmasını 95 dördüncü sınıf öğrencisi ve dört öğretmen ile yürütmüştür. Çalışma kapsamında STEM entegre tarımsal okuryazarlık müfredat modülü ve değerlendirme materyalleri kullanmıştır. Süreçte öğrenciler sekiz proje

tabanlı performans görevini tasarlamışlar ve öğrencilere bilgi ve tutum ölçekleri uygulanmıştır. Süreçte deney ve kontrol grubu birlikte değerlendirilmiştir. Veriler analiz edildiğinde deney grubunun bilgi birikiminin daha yüksek düzeyde olduğu ve daha olumlu tutum ve inançları olduğu belirtilmektedir.

Yildiz (2013) çalışmasında STEM alanlarına yönelik K-12 öğrenci ilgilerini artırmak amacıyla geliştirilen Mobil Yenilenebilir Enerji Eğitimi projesinde fen ve mühendislik eğitimini teşvik etmek için bir dizi eğitim etkinliği sunmuştur. STEM süreçleri sonucunda öğrencilerin yenilenebilir enerji alanlarını incelemek, başkalarına danışmanlık yapmak ve çalışmalarını etkili bir şekilde yönetmek için yeni keşfedilen becerilerini uygulayabilecekleri ve mesleğe yönelik profesyonel beceriler kazanabileceklerini belirtilmektedir. Mühendislik eğitiminde henüz emekleme aşamasında olunmasına rağmen, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) akademisyenlerinin ve orta öğretim okullarındaki programların yanı sıra mühendislik alanındaki gelişmelerin yaygınlaşmaya başladığı ifade edilmektedir. Çalışmada yenilenebilir enerji ile ilgili yaz kampları ve atölye çalışmalarının, özellikle öğretim araçları ve ekipmanlarının eksik olduğu kırsal alanlarda STEM eğitimini ve öğrenci ilgisini artırdığı ifade edilmiştir. Çalışmayı tamamlayan öğretmenlerin enerji konseptlerini yenilenebilir enerji projeleri ile dersliklerinde uygulayabildikleri ve öğrencilerin yenilenebilir enerji alanlarına uygulanan matematik, fen ve mühendislik teknolojisi arasındaki temel ilişkileri anlayacakları bir ortam yarattığını ifade etmektedirler.

Estapa ve Tank (2017) çalışmalarında bir sınıf öğretmeni, öğrenci ve bir mühendisten oluşan üçlü grupların STEM kavramlarını müfredata entegre etmek için bir mühendislik tasarım bağlamını nasıl kullandıklarını belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmacılar içerik analizi yaklaşımı kullanarak STEM entegrasyonunu mesleki gelişim atölyesi, ders planı, sınıf oluşturulması ve ders sonrası yansıtma olmak üzere dört aşamalı öğrenme sürecinde analiz etmişlerdir. Sonuçlar, grupların STEM kavramlarının entegrasyonunu sağladıklarını ve STEM disiplinlerini kullanabildiklerini ortaya koymaktadır. Ancak gözlemlenen derslerin çoğunun üçlü grupların STEM kavramlarının minimal entegrasyonu ile deneyim kazandıklarını gösterdiği ifade edilmektedir. Bu nedenle çalışmada STEM içeriğinin öğretmenler

tarafından öğrenilmesi ve entegrasyon için pedagojik uygulamaların desteklenmesinin önemli bir ihtiyaç olduğuna vurgu yapılmaktadır.

Lachapelle vd., (2011) çalışmalarında STEM uygulamaları ile ilgili öğretmen değerlendirmelerinde öğrencilerinin bilim ve mühendislik içeriğini öğrendiklerini ve günlük yaşamda mühendisliği ve mühendislik mesleğini daha iyi tanıdıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerin süreçte öğrencilerinin problem çözme, eleştirel düşünme ve iletişim becerilerinin arttığını, takım çalışması becerilerinin güçlendiğini belirttikleri ifade edilmiştir. Sürecin öğrenciler için çok ilgi çekici olduğunu ve öğrencilerin uygulamalı etkinliklere katılmasının öğrenmeyi teşvik etmesine yardımcı olabileceğini düşündüklerini belirtmişlerdir. Süreçte dil sanatları ve matematik ile bütünleşme yapıldığı, çapraz disiplin bağlarını en üst düzeye çıkarma hedefinde başarılı olduğu belirtilmektedir. Çalışmada öğretmenlerin sürecin disiplinlerarası yapısını takdir ettikleri, öğrencilerinin aktif katıldıkları aktivitelerle meşgul olduklarını ve günlük yaşamlarında mühendislik ile bağlantı kurduklarını belirtmişlerdir. Buna ek olarak, değerlendirme sonuçları STEM'in ve geleneksel fen müfredatının bir kombinasyonu ile öğrenen öğrencilerin mühendislik ve fen kavramlarını tek başına fen müfredatını öğreten öğrencilerden daha iyi öğrendiklerini ortaya koymaktadır. Çalışma sonuçlarında mühendisliğin ilköğretim müfredatının fen ve mühendislik bilgi düzeyi değerlendirilmesinde orta ve yüksek etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur.

DiFrancesca, Lee ve McIntyre (2014) mühendislik tasarımı ile ilgili yaptıkları çalışmada STEM disiplinlerinden mühendisliğin öğretimde kullanımına ilişkin bir değerlendirme yapmışlardır. Çalışmalarında öğrencilerin ulusal ve uluslararası sınavlarda (PISA) diğer uluslara göre düşüş gösterdiklerini vurgulamaktadırlar. Öğrencilerin STEM alanlarında daha iyi bir öğretime maruz kalmalarının gerekliliğini belirtmektedirler. Ayrıca STEM hedeflerinden en önemlisinin STEM kariyerlerine olan ilgiyi arttırmak olarak ifade etmektedirler. Öğretmenlerin öğretim süreçlerinde STEM'in iki bileşeni olan fen ve matematik öğretimine odaklandıklarını ifade etmektedirler. Öğretmen yetiştirme programlarında mühendislik bileşeninin ihmal edildiğini; oysa mühendislik bilgi ve becerilerinin günlük yaşam problemlerini çözmeye çok önemli bir rol oynadığını belirtmektedirler. STEM öğretiminin

öğretmen eğitimi ile başlamasının gerekliliğini vurgularken öğretmen yetiştirme programı ile ilgili önerilerde de bulunmaktadır.

Barker, Grandgenett, Nugent ve Adamchuk (2010) fen, mühendislik ve mühendislik alanlarındaki kavramların öğretilmesinde GPS / GIS teknolojileri ile eğitsel robotik çalışmaları yapmışlardır. Çalışmalar yaz kamplarında yaşları 10-14 arasında değişen toplam 147 öğrenci ile sürdürülmüştür. Robotik, CBS ve GPS cihazları öğrencileri düşünmeye yönlendiren eğitim araçları olarak olumlu sonuçlar verdiği belirtilmektedir. Öğrencilere uygulanan STEM içerik bilgisi öntest ve sontest puanları arasında sontest lehine anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. STEM'in mühendislik alan bilgilerini edinmede önemli etkisi olduğu sonucunu ortaya koymaktadırlar.

English ve King (2015) çalışmalarını küçük çocuklarda tasarım düşüncesi üzerine literatürden uyarlanmış beş mühendislik tasarım süreci (problem kapsamlama, fikir üretme, tasarım ve inşaat, tasarım değerlendirme, yeniden tasarım) çerçevesi ile yürüttüklerini belirtmektedirler. Çalışmada bir uzay problemi ile dördüncü sınıf öğrencilerinin gelişmelerinin nitel verileri değerlendirilmiş ve öğrencilerin farklı model tasarımlarını yapabildikleri ifade edilmiştir. Tasarımlarında ve yeniden tasarlamalarda öğrencilerin üç boyutlu çizimlerinde süreç içerisinde artan bir başarı gözlemlendiği ifade edilmektedir. Öğrencilerin süreçte çizimlerin yanı sıra hesaplamalar, ölçümler yaptıkları ve her bir tasarım sürecini başlatma tekniklerini geliştirerek fen ve matematiği birlikte kullanma başarısı sergiledikleri belirtilmektedir. Öğrencilerin kısıtlamalar konusunda bir farkındalık kazandığı ve tasarım yaratmada mümkün olanı göz önünde bulundurarak başarılı sonuçlara vardıkları belirtilmektedir. Çalışmada sürecin genç öğrencilerin erken mühendislik potansiyelini ortaya çıkarmada başarılı olduğu, öğrencilerin STEM disiplin bilgilerini uygulayarak başarılı tasarımlar yapabildikleri vurgulanmıştır. İlkokul öğrencilerine yönelik tasarım süreçleri ile zengin problemler deneyimler yaratmanın ve öğrenim analizlerine göre erken mühendislik eğitiminin geleceğin mühendislerini yetiştirmedeki önemine vurgu yapılmaktadır.

Kendall ve Wendell (2012) çalışmalarında gönüllü 31 ortaokul öğretmeni ile dört farklı fen ünitesinde mühendislik entegrasyonu ile dersler yürütmüşlerdir.

Çalışmanın sonucunda katılımcı öğretmenlerin mühendislik tabanlı müfredat ile öğrencilerinin fen öğretimine daha çok ilgi duyduklarını, problem çözme yaklaşımlarına daha dikkatli olduklarını ve bilim ve mühendisliğin açık uçlu doğasını daha iyi kullandıklarını belirttikleri ifade edilmektedir. STEM geçmişi olmayan öğretmenlerin öğrencileri ile mühendislik yapmakta kendilerini güvende hissettirdiklerini ve LEGO araçları için matematik dersinde yeni kullanım alanları bulduklarını belirtmektedirler. Öğretmenler, mühendislik temelli fen müfredatını bu şekilde sınıfta kullanmayı seçmiş, üniversite desteği sona erdikten sonra bile ertesi yıl mühendisliğe dayalı müfredatın uygulanmasına devam etme konusuna istekli olduklarını belirtmektedirler. Öğretmenlerin mühendislik temelli fen müfredatını başarılı gördükleri, öğretmenlerin fen algılarındaki değişimin programın bir sonucu olduğunu belirtilmektedir. Ayrıca çalışmada öğrencilerin süreçte fen öğretimi ile daha çok meşgul olduklarını, problem çözme yaklaşımlarında daha dikkatli olduklarını ve bilim ve mühendisliğin açık doğasının farkına vardıkları ortaya konulmuştur.

Capobianco, Diefes-dux, Mena ve Weller (2011) çalışmalarını öğrencilere STEM eğitim standartlarını ve müfredatını tanıtarak mühendis konusundaki düşüncelerini anlamayı hedeflemişlerdir. Çalışma 1-4. sınıf öğrencilerinden oluşan 400 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmada öğrencilerin bir mühendisi mekanik, emekçi ve teknisyen olarak ifade ettikleri belirtilmektedir. Yine öğrencilerin mühendislerin özelliklerini araç, motor ve aletlerin sabitlenmesi, inşa edilmesi veya kullanılması şeklinde sıraladıkları ifade edilmektedir. Öğrencilere mühendis resmetmeleri istendiğinde yarısından fazlasının erkek mühendis çizmesinin mühendisliğin toplumsal bakış açısını da ortaya koyması açısından dikkat çekici olduğu vurgulanmaktadır. Mühendislik süreçlerinde öğrencilere kavramları düzenlemeleri ve yorumlamaları için bir çerçeve sunulmasının öğrencilerin görüşlerini değiştirme ve geliştirmenin yanı sıra yeni bilgilerin inşasını sağlaması açısından önemli olduğu belirtilmektedir.

English, Hudson ve Dawes (2011) çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin mühendislik algısını ve bilgisini ortaya koymayı hedeflemektedirler. Çalışmada günlük yaşamlarımızı şekillendirmede matematik, fen ve teknolojinin yanı sıra mühendisliğin önemi göz önüne alındığında mühendislik eğitimi ve mühendislik

bilincini arttırmanın, kariyer yolunu öğretmen ve onları mühendislik ve mühendislik arasındaki bağlantılardan haberdar etmenin önemine vurgu yapılmaktadır. Çalışmada öğrencilere sınıf içi tartışma ortamları sunularak kendi yaşamlarındaki mühendislik kavramından yola çıkılarak mühendisliğin ne olduğu ve meslek olarak bilgilerini paylaşmaları istenmiştir. Çalışma bulguları değerlendirildiğinde öğrencilerin genel olarak mühendisleri yaratıcı, gelecek odaklı ve sanatsal olarak gördükleri belirtilmektedir. Ayrıca mühendisleri problem bulma ve çözme, planlar ve tasarımcılar, buluş, yapı inşaatçıları, maceraperest, kararlı, topluluk düşüncesine sahip, güvenilir ve akıllı şeklinde ifade ettikleri belirtilmektedir. Çalışma bulgularının ulusal ve uluslararası çabaları (Australasian Association for Engineering Education and the National Academy of Engineering USA) desteklediği belirtilmektedir.

Newby (2012) çalışmasında 4. sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım zorluklarına katılma yönündeki uygulamaların mühendislik, sınıf iklimi ve yazma becerisine yönelik tutumlarını etkisini ortaya koymayı amaçlamıştır. Araştırmada öğrencilere, mühendisliğe karşı tutumlarını ve sınıf iklimi algılarını ölçen bir ön ve son test uygulanmış ayrıca görüşme ve gözlem yapılmıştır. Süreçte öğrencilerin tasarım zorluklarını tamamladıktan sonra derse karşı ilgilerinin arttığı, sınıf ortamında öğrencilerin daha olumlu tutum sergiledikleri ve olumsuz davranışların azaldığı belirtilmektedir. Ayrıca, öğrencilerin süreç sonunda mühendislik mesleğine yönelik tutumlarının değiştiği, mühendislikte kariyer yapmak ve mühendislikte gelecekteki bir okul dersi almak isteyebileceklerini belirttikleri ifade edilmektedir. Öğrencilerin ürettiği mühendis tanımlamalarının mühendislerin çalışmaları hakkında yanlış anlamaların sayısını azalttığını ve öğrencilerin mühendislerin yaşamak için ne yaptıklarına dair bilginin arttığı ifade edilmektedir. Mühendislik tasarım süreçlerinin 4. sınıf öğrencilerin yazma yeteneğini etkilemedi belirtilmektedir.

Hsu, Cardella ve Purzer (2012) yaptıkları çalışmada ilköğretim öğrencilerinin mühendislik tasarım süreci hakkındaki bilgilerini belirlemek amacıyla daha önce lise öğrencilerinin bir öğretim karşılaştırılması için kullandıkları çalışmadan uyarlanan bir ölçme aracı geliştirilmiştir. Çalışma ortaokul sınıflarında mühendislik içeriğinin uygulanmasına yönelik bir haftalık öğretmenlik mesleki gelişim programına katılan öğretmenlerin bulunduğu sınıflarda bulunan 71 ilköğretim öğrencisi iki gruba

ayrılarak okul yılı başında ve sonunda görüşülmüş, öğrencilerden 37'si öğretim yılında mühendislik öğretime katılırken 34 öğrenci herhangi bir mühendislik öğretime katılmamıştır. Çalışmada yedi kodlama kategorisi ortaya çıkmış ve kodlama kategorilerinin beşini, ilköğretim mühendisliği tasarım süreci modelinde kullanılan dille örtüştüğü ifade edilmektedir. (Sor, Hayal et, Planla, Oluştur, Test Et, Geliştir, Raporla). Öğretim grubunun okul yılının sonunda mühendislik tasarım süreci ile ilgili bilgi düzeyinde önemli bir iyileşme gösterdiği belirlenmiştir. Bu da ölçme aracının başarılı olduğunu göstermektedir. Ölçme aracının gözden geçirilerek, öğrencilerin problem tanımlama, bilgi toplama ve problem çerçeveleme faaliyetlerini, fikir üretme ve yinelemeyi anlamada farklılıkları yakalamaları ile ilgili ölçümler de yapılmasını sağlayacak biçimde geliştirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Ringwood, Monaghan ve Maloco (2005) göre mühendislik tasarım süreçlerinin farklı disiplinlerin bir arada kullanılması ile tüm mühendislikler için ortak olan sistematik problem çözme becerileri, yaratıcılık ve yaratıcı tasarım, kısıtlamalar ve gerçek dünya problemleriyle çalışma, ihtiyaçların değerlendirilmesi ve nihai tasarımın ortaya konulması gibi beceriler geliştirdiğini belirtmektedirler. Ayrıca çalışmalarında mühendislik tasarımına ilköğretim çağında yer verilmesinin önemine değinerek; öğrencilerin küçük yaşlarda mühendislik yaşantılarını deneyimleyerek yaratıcılıklarının gelişmesine destek olurken grup çalışmalarının anlamını fark etmelerini sağlayacağını belirtmektedirler.

Rogers, Wendell ve Foster (2010) Ulusal Mühendislik Akademisi'nin (NAE, National Academy of Engineering) mühendislik eğitimi ile ilgili çalışmalarını değerlendirmişlerdir. Ulusal Akademi Raporuna(NRC, National Research Council) göre ortaokul seviyesinde mühendislik eğitiminin tüm öğrenciler için eşit fırsatlarla sunulması gerektiğini belirtildiğini ifade etmektedirler. Raporda insan yapımı dünyaya yönelik iş dünyasının teknik özelliklerini anlayan iş gücünü temsil eden gelecek nesli yetiştirmek için mühendisliğin kritik bir bileşen olduğu savunulmaktadır. Mühendislik eğitim araştırmaları sistem reformu için öğretmen eğitimi müfredat modellerine hatta ebeveyn eğitiminin önemine dikkat çekilmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

III. YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Modeli

Çalışma nicel ve nitel verilerin birlikte kullanıldığı karma yöntem yaklaşımına uygun olarak hazırlanmıştır. Nitel ve nicel çalışmaların birlikte ele alındığı çalışmalar ‘Karma Yöntem’ olarak adlandırılmaktadır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz, & Demirel, 2008, 247). Creswell ve Plano Clark (2007) karma yöntemi dörde ayırmaktadır bunlar; zenginleştirilmiş desen, açıklayıcı desen, keşfedici desen ve gömülü desendir. Çalışma bu karma desenlerden gömülü desene uygun olup Gömülü Desen’de nicel veya nitel araştırma desenlerinden biri odak diğeri ise destekleyici olarak yer almaktadır. Bu çalışmada da nicel veriler odak nitel veriler ise destekleyici olarak ele alınmıştır. Nicel ve nitel yöntemlerle verilerin elde edilmesi ve analizindeki amaç nitel ve nicel yaklaşımların güçlü ve zayıf yönlerinden faydalanmak ve birbirlerine göre zayıf olan yönlerini tamamlamaktır (Merriam, 2013).

3.2 Araştırmanın Deseni

Araştırmamızda nicel araştırma deseni ‘Deneysel Desen’dir. Deneysel desende temel amaç değişkenler arasındaki neden sonuç ilişkisini ortaya koymaktır (Büyüköztürk vd., 2008). Fraenkel ve Wallen (2006) ise deneysel araştırmayı ‘bazı şeyleri dene ve neler olup bittiğini sistematik olarak gözle’ olarak ifade etmektedir (Akt. Büyüköztürk vd., 2008, s.195). Araştırmadaki nitel araştırma kısmı ise durum çalışması (Glesne, 2013, s.30)’na uygun olarak katılımcı gözlemleri, görüşmeler, doküman yolu ile elde edilen verilerin betimsel ve bütüncül olarak sunulmasından oluşmaktadır.

3.3 Çalışma Grubu

Araştırmanın evrenini Samsun ilinde öğrenim gören ortaokul 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmanın örnekleme ise Samsun il merkezinde bir ortaokulun 7. Sınıfında öğrenim gören 28 öğrenci oluşturmuştur. Örneklem ‘Basit Seçkisiz

Örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Bu örnekleme yönteminde evrendeki tüm bireyler eşit seçilme olasılığına sahiptir (Büyüköztürk vd., 2008, s.85).

3.4 İşlem Basamakları

Yapılan araştırma ortaokul 7. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan Elektrik Enerjisi Ünitesi çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan uygulamalar fen bilgisi öğretim programı kazanımlarına entegre edilerek STEM uygulamaları şeklinde 8 hafta boyunca yürütülmüştür.

STEM uygulamalarının planlanması ve sürecin işleyişi Wendell vd. (2010)'nin öne sürdüğü ilk ve ortaokul düzeyi için hazırlanmış olan 5 aşamalı mühendislik tasarım döngüsü doğrultusunda yürütülmüş, ders planları ile öğrenci klavuzlarının hazırlanmasında esas alınmıştır.

Çalışmada mühendislik tasarım döngüsündeki adımlar izlenerek her konu ile ilgili bir tasarım görevi belirlenmiş, süreçteki tüm araştırma tasarım ve uygulamalar ana tasarımlara ulaşmak için basamak olarak kullanılmıştır. Tüm bu aşamalar belirlenirken Wendell vd.,'nin (2010, s.7) çalışmalarında ünite bazında program hazırlamaya yönelik önerdikleri adımlar dikkate alınmıştır.

Çalışmaya yönelik ders planları hazırlanmış, konu ile ilgili çalışmalarını yürüten iki uzman görüşü alınmış, düzenlemeler yapılarak son haline getirilmiştir. Ders planları hazırlanırken mevcut müfredat kazanımlarının yanı sıra her disipline yönelik kazanımlar eklenmiş ve derslerin planlanması bu kazanımlar doğrultusunda yapılmıştır. Eklenen kazanımlarla öğrencilerin üst düzey becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Araştırma süresince her öğrenci grubuna birer bilgisayar sağlanmış ve her bilgisayara süreçte kullanılan Algoodo ve Phet yazılımları yüklenmiştir.

Sekiz hafta olarak planlanan uygulama sürecinde ilk hafta öğrencilere çalışmaya yönelik ön testler uygulanmıştır. Ayrıca öğrencilerin mühendislik mesleği ile ilgili dikkatlerini toplamak amacı ile sunum yapılmıştır. Araştırmanın sürdüğü altı hafta boyunca ders planları paralelinde dersler sürdürülmüştür. Araştırma sürecinin devam ettiği son haftada ise öğrencilere çalışmanın son testleri uygulanmıştır.

3.5 Veri Toplama Araçları

3.5.1 Nicel Veri Toplama Araçları

3.5.1.1 Bilgi Testi

Araştırmacı tarafından süreçte kullanılmak üzere öncelikle 25 açık uçlu soru hazırlanmıştır. Açık uçlu soruların tercih edilmesinin temel nedeni öğrenci cevaplarının derinlemesine incelenmesini sağlamak ve tesadüfi hatalardan kaçınmaktır. Açık uçlu bilgi testi soruları ünite kazanımlarını içerecek şekilde hazırlanmıştır. Ayrıca bilgi, kavrama, uygulama, analiz, sentez ve değerlendirme düzeylerinde sorulara yer verilmiştir. Hazırlanan soruların kapsam geçerliliğinin sağlanması amacıyla alanında en az beş yıllık deneyime sahip doktora eğitimine devam etmekte olan üç fen bilgisi öğretmenin görüşüne sunulmuştur. Öğretmenlere sorularla birlikte hazırlanan belirtke tablosu da gönderilmiş eleştiriler doğrultusunda düzenlemeler yapılarak soru sayısı 20'ye indirilmiştir. Hazırlanan sorular araştırmanın yapılacağı 7. sınıf seviyesindeki öğrencilere uygulanarak soruların anlaşılabilirliği açısından değerlendirilmiş ve uygun olmayan üç soru çıkarılarak 17 soruluk son şekli verilmiştir (Ek 2).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde bir testin güvenilir olarak değerlendirilmesi için güvenilirlik katsayısının 0.70 ve üzeri olmasının gerektiği ifade edilmektedir (Erkuş, 2006; Özçelik, 2010). Bilgi testi için güvenilirlik çalışması yapılarak Spearman Brown korelasyonu 0.73 olarak bulunmuştur. Uygulanan bilgi testine yönelik 4'lü derecelendirmeli cevap anahtarı kullanılmıştır (Tablo 1). Bilgi testinin puanlamasında en yüksek puan 4, en düşük puan 1'dir. Bilgi testine yönelik ayrıntılı puanlama anahtarı EK 2'de verilmiştir. Bilgi testi öğrenci grubuna ön test ve son test olarak uygulanmıştır.

Tablo 1: Bilgi Testine Yönelik Puanlama Anahtarı

1	Doğru Yanıt
2	Kısmi doğru yanıt
3	Yanlış Yanıt
4	Yanıtsız

3.5.1.2 Mühendislik Bilgi Testi

Süreçte öğrencilerin mühendislik ile ilgili bilgi düzeylerini belirlemek için Ercan (2013) tarafından geliştirilen 12 açık uçlu sorudan oluşan ve 5'li derecelendirmeli cevap anahtarına sahip mühendislik bilgi testi kullanılmıştır (Ek3). Mühendislik bilgi testinin puanlamasında en yüksek puan 4, en düşük puan 0'dır. Daha önce geçerlilik çalışması yapılan test çalışmanın kapsam geçerliliği açısından alanda uzman iki araştırmacının görüşüne sunularak değerlendirilmiştir. Mühendislik bilgi testi güvenilirliğinin belirlenmesi amacı ile Cronbach- α güvenilirlik analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre mühendislik bilgi testi güvenilirlik katsayısı 0,71 olarak bulunmuştur. Mühendislik bilgi testi öğrenci grubuna ön test ve son test olarak uygulanmıştır.

Mühendislik Bilgi Testi kapsamında öğrencilerin Mühendis, Mühendislik, Mühendislik süreçleri, Mühendisliğin genel özellikleri, Mühendislik-Fen ve Mühendislik-Teknoloji ilişkisi konularında bilgi düzeylerinin ortaya konulması hedeflenmiştir. Mühendislik Bilgi Testi öğrenci cevapları Tablo 2'ye göre analiz edilmiştir.

Tablo 2: Mühendislik Bilgi Testi Puanlama Tablosu

Değerlendirmede kullanılan ölçüt	Puan
Soruya yönelik tüm beklentiler cevaplanmış	4
Beklentilerin çoğu cevaplanmış fakat kısmen hata veya eksiklik mevcut	3
Beklentilerin bir kısmı cevaplanmış, hata veya eksiklik mevcut	2
Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplanmış	1
Beklentilerin hiçbiri karşılanmamış	0

3.5.1.3 Bilimsel Süreç Becerileri Testi

Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerindeki gelişmeyi belirlemek amacı ile Öztürk (2008) tarafından geliştirilen 26 sorudan oluşan bilimsel süreç becerileri testi kullanılmıştır (Ek4). Bilimsel süreç becerileri testi Tahmin Yapma, Gözlem Yapma,

Ölçme ve Verileri Yorumlama, Sınıflandırma, Verileri Kaydetme, Model Oluşturma, Sayı Uzay İlişkileri, Değişkenleri Kontrol Etme, Sonuç Çıkarma, Deney Yapma, Hipotez Oluşturma, Değişken Değiştirme, Karar Verme becerilerinden her birine yönelik iki soru içermektedir. Daha önce kapsam geçerliliği belirlenen test, her beceriyi kapsayan 2 soru içermesi kapsam geçerliliğine sahip olduğunu göstermektedir. Bilimsel süreç becerileri testi güvenilirliğinin belirlenmesi amacı ile Cronbach- α güvenilirlik analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre bilimsel süreç becerileri testi güvenilirlik katsayısı 0,79 olarak bulunmuştur.

STEM uygulamalarının öğrencilere bilimsel süreç becerileri testi ön test ve son test olarak uygulanmış ve süreç içerisindeki gelişmenin ortaya konulması hedeflenmiştir.

3.5.1.4 Öğrenci Tasarım Formu

Öğrencilerin tasarımlarını değerlendirmek amacı ile araştırmacı tarafından tasarım formları oluşturulmuştur (Ek5). Tasarım formunun değerlendirilmesi amacıyla 5 kritere yönelik 3 derecelendirmeli puanlama anahtarı hazırlanmıştır. Öğrencilerin tasarımlarının değerlendirilmesi amacı ile hazırlanan formun kapsam geçerliliğinin tespiti için formlar kazanımlarla birlikte alanda uzman iki araştırmacıya gönderilerek görüşleri istenmiş ve kapsam geçerliliğine sahip oldukları belirlenmiştir. Hazırlanan tasarım formunun güvenilirliğinin belirlenmesi amacı ile cronbach- α güvenilirlik analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre tasarım formları güvenilirlik katsayısı 0,73 olarak bulunmuştur.

Tasarım formunda öğrenciler tasarıma yönelik kriterleri, kısıtlamaları belirlemiş ve tasarım sürecinde izleyecekleri yolları ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin tasarıma yönelik düşüncelerini çizim ile ifade etmişlerdir. Öğrenci tasarım formunda öğrencilerin tasarımlarını gerçekleştirmek için sahip oldukları bilgileri ve ihtiyaç duydukları bilgileri de ifade etmişlerdir. Bu bilgilerden yola çıkarak tasarım süreci değerlendirilmiştir.

Tablo 3: Tasarım Formu Değerlendirme Kriterleri

1-Tasarım Kısıtlama ve kriterlerini belirleme düzeyi

3	İki ve daha fazla kısıtlama ve kriteri doğru olarak belirtmişse
2	Kriter ve kısıtlamaların birinden 2 tanesi doğru yazılmışsa veya ikisinden toplam 3 tane doğru yazılmışsa
1	Boş veya yanlış yanıt varsa

2-Tasarım süreci ile ilgili aşamaları ifade edebilme

3	Aşamaları sırasıyla doğru ifade etmişse(Olası çözümlerin araştırılması, En uygun çözüme karar verilmesi, Prototip yapımı ve Test etme)
2	Kısmen doğru ifadeler varsa ya da sıralama yanlışsa
1	Boş veya yanlış yanıt varsa

3-Tasarım ve şematize etme

3	Uygun Çizim ve tasarım ile ilgili açıklamalar varsa
2	Verilen göreve uygun bir çizim varsa
1	Herhangi bir çizim varsa

4-Tasarımla ilgili sahip olunan bilgiler

3	Konu ile ilgili sahip olabileceği bilgileri ifade etmişse
2	Yaşam düzeneği içinden ezber bilgileri ifade ediyorsa, ya da çizimiyle ilgili bilgiler
1	Hiçbir bilgiye sahip değilse ya da soruyla paralel yanıt varsa

5-İhtiyaç duyulan bilgi

3	Konu ile ilgili bilgileri talep etmişse
2	Konu ile ilgisi olmayan bilgi talebi
1	Hiçbir bilgi talep etmemişse

3.5.1.5 Öğrenci Grup Kılavuzları

Öğrenci gruplarının uygulamalar süresince tasarım düzeylerindeki gelişmelerinin değerlendirilmesi amacıyla araştırmacı tarafından ders planına göre grup kılavuzları hazırlanmıştır. Grup kılavuzlarının geçerlilik çalışması için alanda çalışmalarını sürdüren iki uzman görüşüne sunulmuş düzenlenmeler yapılmıştır (Ek6). Grup kılavuzunda öğrencileri ana tasarıma yönlendiren araştırmalara, tasarım sürecini ve uyguladıkları tüm adımlar ile süreç boyunca edinmeleri gereken bilgileri aktarabilecekleri bölümlere yer verilmiştir. Grup kılavuzlarının değerlendirilmesi amacıyla 5 kritere yönelik hazırlanmış 3 derecelendirmeli cevap anahtarı hazırlanmıştır. Bu kriterler bilgiyi kullanma, sonuç çıkarma, şematize etme, tasarlama ve uygulama, araştırma ve bilgi toplama şeklinde sıralanmaktadır (Tablo 5).

Tablo 4: Grup Klavuzu Değerlendirme Kriterleri
1-Bilgiyi Kullanma

1	Doğru bilgilerle yeterli düzeyde açıklama
2	Kısmen veya yetersiz bilgilerle açıklama
3	Yanlış bilgi veya boş
2-Sonuç Çıkarma	
1	Beklenen doğru sonuçlara ulaşma
2	Kısmen doğru sonuçlara ulaşma
3	Yanlış sonuç çıkarma veya boş
3-Şematize Etme	
1	Uygulanabilir doğru çizimler
2	Kısmen doğru ancak uygulanması zor olan çizimler
3	Amacı yansıtmayan çizimler veya boş
4-Tasarlama ve Uygulama	
1	Sonuçlara ulaşan başarılı tasarım ve uygulamalar
2	Destekle doğru sonuçlara varan uygulamalar
3	Tasarım ve sonuca ulaşma başarısız
5-Araştırma ve Bilgi toplama	
1	Araştırma yapıldığını belirten ifade ve araştırma ile ilgili sunulan bilgi
2	Araştırma yapıldığını belirten ifade
3	Araştırma yapılmadığını belirten ifade ya da boş

3.5.1.6 Grup Süreç İzleme Formu

Uygulama gruplarının yaşam becerilerindeki gelişim düzeylerini ortaya koyabilmek amacı ile araştırmacı tarafından 7 kriterden oluşan ve 4'lü derecelendirme içeren grup süreç izleme formu hazırlanmıştır (Ek7). Grup süreç izleme formunun geçerlilik çalışması için alanda çalışmalarını sürdürmekte olan iki uzman görüşüne sunulmuş ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Hazırlanan grup süreç izleme formunun güvenilirliğinin belirlenmesi amacı ile cronbach- α güvenilirlik analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre grup süreç izleme formu güvenilirlik katsayısı 0,77 olarak bulunmuştur.

Bu form ile öğrencilerin süreç içerisindeki iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip etme, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkili kullanma, ürün oluşturma ve sunum gibi özelliklerinin ne düzeyde olduğunu ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırmacının her

grubu uygulamanın devam ettiği her bir haftanın sonunda grup süreç izleme formu ile değerlendirilmiştir.

3.5.2 Nitel Veri Toplama Araçları

3.5.2.1 Tasarım Mülakat Formu, Öğrenci Günlükleri ve Süreç Gözlemleri

Öğrencilerin süreç ile ilgili değerlendirmelerini ortaya koyabilmek amacı ile araştırmacı tarafından 4 açık uçlu sorudan oluşan yapılandırılmış öğrenci tasarım mülakat formu oluşturulmuştur ve (Ek8). Tasarım mülakat formu geçerlilik çalışması için alanda çalışmalarını sürdüren iki uzman görüşü alınarak gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Tasarım mülakat formu süreç sonunda öğrencilere uygulanmıştır.

Veri toplamada ve analizinde araştırmanın hem güvenilirliğinin hem de iç geçerliliğinin sağlanması amacı ile ‘Yöntem Üçgenlemesi’ kullanılmıştır. Yöntem üçgenlemesinde aynı olgu hakkında çeşitli veri kaynakları kullanarak veriler zenginleştirilmesi amaçlanır (Çepni, 2012, s.226). Tasarım mülakat formu verilerine ek olarak öğrencilerin süreç değerlendirmeleri ile ilgili bilgileri zenginleştirmek amacıyla süreçte günlük tutmaları istenmiş ve süreç değerlendirmelerini ortaya koymak amacıyla gözlemler yapılarak notlar alınmıştır.

Samsun İl Milli Eğitim Müdürlüğü’nden uygulamanın yapılabilmesi için gerekli izinler alındıktan sonra çalışmanın pilot uygulaması 2015-2016 eğitim öğretim yılının birinci döneminde 7. sınıfta öğrenim gören 15 öğrenci ile 8 hafta boyunca sürdürülmüştür. Pilot uygulama sürecinden elde edilen çıktılarla süreçte aksayan kısımlar belirlenerek ders planlarında ve öğrenci kılavuzlarında gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Çalışma ise 2015-2016 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde Samsun il merkezinde yer alan bir ortaokul 7. Sınıfta öğrenim gören 28 öğrenci ile 8 hafta boyunca sürdürülmüştür.

3.5.3 Süreçte Kullanılan Phet ve Algodoo Yazılımları

Uygulama süreçlerinde her gruba birer bilgisayar sağlanmış, ayrıca uygulamaların yapıldığı laboratuvarlarda akıllı tahtalar da öğrencilerin kullanımına sunulmuştur. Uygulama sürecinde Phet simülasyon programı ve Algodoo yazılımları öğrenci bilgisayarlarına ve akıllı tahtalara yüklenmiştir. Uygulama sürecinde öğrenci grup kılavuzlardaki yönlendirmelerle öğrencilerin bu uygulamalar üzerinde grup çalışmaları yapmaları sağlanmıştır. Süreçte Phet ve Algodoo uygulamaları

öğrencilerin tasarımları ile ilgili ön çalışmalarını denemeleri ve çalışıp çalışmadığını test etmeleri amacı ile kullanılmıştır. Phet, Colorado Üniversitesi tarafından hazırlanıp sunulmuş bir yazılımdır. Birçok araştırmacı Phet simülasyonlarının STEM'e uygunluğunu ifade etmektedir (de Jong, Sotiriou, & Gillet, 2014; Grandgenett, 2011). Algodoo ise Fizik kanunlarının sınıanabileceği ve istenen ortamların oluşturulabileceği bir yazılımdır. Rivera (2015) çalışmasında Algodoo'nun STEM çalışmalarına uygun doğasını vurgulamaktadır. Kullanılan her iki yazılım da STEM'in yapısına uygun, kullanımına açık ve ücretsiz olmaları nedeni ile tercih edilmiştir.

3.6 Verilerin Analizi

Araştırmada nicel ve nitel veri toplama araçları birlikte kullanılmıştır. Nicel veriler; öğrencilerin bilgi düzeylerindeki değişimi belirlemek için 17 açık uçlu sorudan oluşan Bilgi Testi, bilimsel süreç becerilerindeki değişimi belirlemek için 26 sorudan oluşan Bilimsel Süreç Becerileri Testi, öğrencilerin mühendislik ile ilgili ve bilgilerindeki değişimi belirlemek için 12 sorudan oluşan Mühendislik Bilgi Formu ön test ve son test olarak uygulanarak toplanmıştır. Ayrıca öğrencilerin süreçteki tasarım düzeylerindeki gelişmeyi belirlemek için Tasarım Formları, Süreç içerisinde grupların bilgiyi kullanma ve tasarım düzeylerini belirlemek için Grup Ders Kılavuzları ve süreçteki grupların yaşam becerilerindeki gelişimi ortaya koymak için Araştırmacı Grup Süreç İzleme Formu kullanılmıştır. Araştırmanın Nitel verileri; öğrencilerin süreci değerlendirmeleri için Yapılandırılmış Görüşme Formu, Öğrenci Günlükleri ve Araştırmacı Süreç Gözlemlerinin analizi ile elde edilmiştir. Elde edilen nicel veriler spss-17 paket programı ile nitel veriler ise içerik analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Bilgi Testi, Mühendislik Bilgi Testi ve Bilimsel Süreç Becerileri Testi puanları shapiro-wilk normallik testleri yapılmış dağılımlar normal çıkmış, ardından her biri için T-testi kullanılmıştır. Öğrenci tasarım formlarının analizinde Anova kullanılmıştır. Grup tasarım formlarının analizi 3'lü derecelendirmeli puanlama ile yapılmış ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Görüşme Formu ve Öğrenci günlüklerinin analizinde temalar ve kodlar belirlenerek yorumlanmıştır. Ayrıca süreç içerisinde hafta hafta ve süreç değerlendirmesi şeklinde yapılan gözlemlerin analizinde temalar ve kodlar belirlenerek analiz edilmiş bulgular kısmında sunulmuştur.

Görüşme Formu cevapları, Öğrenci Günlükleri ve Süreç Gözlemlerine ait veriler araştırmacı dışında konu ile ilgili çalışmalarını sürdüren fen eğitimi uzmanı tarafından kodlanmıştır. Kodların tutarlılığı ‘Görüş Birliği’ ve ‘Görüş Ayrılığı’ şeklinde belirlenmiştir. Verileri analizinin güvenilirliğini hesaplamak için Miles ve Huberman’ın (1994) önerdikleri ve alan çalışmalarında sıkça kullanılan görüş birliği-görüş ayrılığı formülü ile hesaplanmıştır. Görüşme Formu güvenilirliği % 91, Öğrenci Günlükleri güvenilirliği %87, Süreç Gözlemleri güvenilirliği % 90 olarak hesaplanmıştır.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

IV. BULGULAR

Çalışmanın bulgular bölümünde veri toplama araçlarından (Bilgi Testi, Bilimsel Süreç Becerileri testi, Mühendislik bilgi Formu, Öğrenci Tasarım Formları, Grup Kılavuzları, Araştırmacı Grup Süreç İzleme Formu, Öğrenci Görüşleri, Araştırmacı Gözlemleri) elde edilen bulgular başlıklar halinde ele alınarak ayrı ayrı tablolar halinde veya metin olarak sunulmuş, tablolar ayrıca yazılı olarak ifade edilmiştir.

4.1 Bilgi Testinden Elde Edilen Bulgular

Uygulama sürecinin başında ve sonunda çalışma grubuna 17 sorudan oluşan açık uçlu bilgi testi öntest sontest olmak üzere iki defa uygulanmıştır. Öğrencilere uygulanan açık uçlu bilgi testi verileri spss-17 paket programına girilerek Shapiro-Wilk normallik testi yapılmıştır. Dağılım normal çıkmış ve ilişkili örneklemeler için t-testi yapılmıştır.

Tablo 5: Bilgi Testi Puanları İlişkili Örneklemeler İçin T Testi Sonuçları

Ölçüm	N	\bar{X}	s	sd	t	p
Öntest	27	2.39	0.42	26	17.52	.000
Sontest	27	3.61	0.20			

Öğrencilerin süreç öncesi ve süreç sonrası bilgi düzeyleri puanları incelendiğinde puanlarda anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur, $t(26)=17.52$, $p<.05$. Öğrencilerin uygulama öncesi bilgi testi ortalama puanları $\bar{X} = 2.39$ iken, STEM uygulamaları sonrasında $\bar{X} = 3.61$ 'e yükselmiştir (Tablo 5). Bu bulgu STEM uygulamalarının öğrencilerin bilgi düzeylerinin gelişiminde etkisi olduğunu göstermektedir.

4.2 Mühendislik Bilgi Testi Bulguları

STEM uygulamaları sürecinde öğrencilerin mühendislik ile ilgili bilgilerini ve algılarını belirlemek amacıyla veri toplama aracı olarak 12 açık uçlu sorudan oluşan form (Ercan, 2013) kullanılmış ve veriler analiz edilerek değerlendirilmiştir. Çalışmada tek grup öntest sontest deneysel desen kullanılmıştır. Veriler Tablo 1'de verilen 5'li derecelendirme puan anahtarına göre değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda öğrencilerin mühendislik konusunda hangi bilgi düzeyine sahip olduklarının belirlenmesi amacıyla mühendislik bilgi formu ön test son test şeklinde uygulanmış ve değerlendirilmiştir. Ön test ve son test puanlarının ilişkili örneklem için t-testi yapılmıştır.

Tablo 6: Mühendislik Bilgi Testi İlişkili Örneklem İçin T Testi

Ölçü	N	\bar{X}	s	sd	t	P
Öntest	26	1.21	0.53	25	17.07	.000
Sontest	26	2.98	0.48			

Öğrencilerin süreç öncesi ve süreç sonrası bilgi düzeyleri puanlarında anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur (Tablo 6), $t(25)=17.07$, $p<.05$. Öğrencilerin uygulama öncesi bilimsel süreç becerileri testi ortalama puanları $\bar{X}=1.21$ iken, STEM uygulamaları sonrasında $\bar{X}=2.98$ 'e yükselmiştir. Bu bulgu STEM uygulamalarının öğrencilerin Mühendislik Bilgi Düzeyleri'nin gelişiminde etkisi olduğunu göstermektedir.

İlişkili örneklem için t-testine göre yapılan ön test ve son test formları ayrı ayrı analiz edilmiş ve her iki testten elde edilen bulgular soru bazında ayrı ayrı değerlendirilerek farklılaşmalar olan sorularda aşağıda ifade edildiği gibi irdelenmiştir.

Tablo 7: Mühendislik Bilgi Testi Ön Test Verileri

Öğrenci kodu	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
1	1	1	2	3	0	0	0	1	0	3	2	3
2	1	4	0	0	4	0	2	3	0	3	0	2
3	1	2	1	0	0	1	0	2	0	0	3	2
4	1	3	0	0	0	2	1	2	3	4	0	0
5	1	4	0	0	1	3	0	3	0	4	2	0
6	1	4	4	2	1	2	2	2	1	2	0	2
7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0
8	0	3	4	2	1	2	1	1	0	0	0	2
9	3	3	4	0	0	0	2	0	0	1	0	0
10	0	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
11	2	2	3	1	2	2	3	1	1	1	2	1
12	0	2	0	0	0	2	1	1	0	2	1	0
13	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
14	3	1	0	2	1	1	1	0	1	0	0	0
15	3	4	4	0	0	1	2	1	0	0	0	2
16	2	3	0	0	0	2	3	2	1	2	2	0
17	1	4	4	2	0	1	2	3	3	1	2	0
18	1	3	1	0	1	2	1	0	0	0	2	2
19	2	3	2	3	0	2	2	2	3	2	1	2
20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
21	3	2	3	3	0	2	4	2	3	1	0	0
22	3	2	2	0	0	0	0	3	0	1	0	0
23	1	1	2	2	0	2	2	4	1	2	2	0
24	3	2	2	0	1	2	3	4	1	3	0	0
25	3	4	2	0	0	0	0	0	1	3	0	2
26	3	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	2

Bilgi formunun 1. sorusu olan ‘Sence Mühendis ne demektir?’ sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci bulunmazken, cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 8’dir (Öğrenci 9, 14, 15, 21, 22, 24, 25, 26). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 3’tür (Öğrenci 11, 16, 19). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 10’dur (Öğrenci 1, 2, 3, 4, 5, 6, 13, 17, 18, 23). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 5’dir (Öğrenci 7, 8, 10, 12, 20).

2. soru olan ‘Mühendis deyince hangi mühendislikler aklına geliyor? Sıralar mısın?’ sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 6’dır (Öğrenci 2, 5, 6, 15, 17, 25). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 6’dır (Öğrenci 4, 8, 9, 16, 18, 19). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 7’dir (Öğrenci 3, 10, 11, 12, 21, 22, 24). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 4’tür (Öğrenci 1, 14, 21, 23). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 3’dür (Öğrenci 7, 13, 26).

3. soru olan ‘Sence Mühendislikteki temel amaç nedir?’ sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 5’dir (6, 8, 9, 15, 17). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 2’dir (Öğrenci 11, 21). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 7’dir (Öğrenci 1, 19, 22, 23, 24, 25, 26). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 3’tür (Öğrenci 3, 7, 18). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 9’dur (Öğrenci 2, 4, 5, 10, 12, 13, 14, 16, 20).

4. soru olan ‘Günlük hayatta mühendis gibi davrandığın bir olay oldumu? Anlatır mısın?’ sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci bulunmazken, cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 3’tür (Öğrenci 1, 19, 21). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 6’dır (Öğrenci 6, 8, 13, 14, 17, 23). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 1’dir (Öğrenci 11). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 16’dır (Öğrenci 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 26).

5. soru olan ‘Kendini bir mühendis olarak görüyor musun? Neden?’ sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 1’dir (Öğrenci 2). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci yoktur. Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 1’dir (Öğrenci 11). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 6’dır (Öğrenci 5, 6, 8, 14, 18, 24). Beklentilerin

hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 18'dir (Öğrenci 1, 3, 4, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26).

6. soru olan 'Bir mühendislik tasarım sürecinin temelini oluşturan aşamalı, yaratıcı ve tekrarlı olması ne anlama gelmektedir?' sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci bulunmazken, cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 1'dir (Öğrenci 5). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 11'dir (Öğrenci 4, 6, 8, 11, 12, 16, 18, 19, 21, 23, 24). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 5'dir (Öğrenci 3, 10, 14, 15,17). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 9'dur (Öğrenci 1, 2, 7, 9, 13, 20, 22, 25, 26).

7. soru olan 'Sence Mühendisler bir ürün tasarlarken genel olarak hangi aşamaları izler? Sıralar mısınız?' sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan 1 öğrenci mevcutken (Öğrenci 21), cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 3'tür (Öğrenci 11, 16, 24). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 8'dir (Öğrenci 2, 6, 9, 10, 15, 17, 19, 23). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 5'dir (Öğrenci 4, 8, 12, 14, 18). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 9'dur (Öğrenci 1, 3, 5, 7, 13,20, 22, 25, 26).

8. soru olan 'Mühendisler tasarımlarını planlarken 'kriterleri' ve 'kısıtlamaları' belirlerler. Sence kısıtlama ve kriter ne demektir? Açıklar mısınız?' sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 2'dir (Öğrenci 23, 24). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 4'dür (Öğrenci 2, 5, 17, 22,). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 7'dir (Öğrenci 3, 4, 6, 16,19, 21, 26). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 5'dir (Öğrenci 1, 8, 11, 12, 15). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 8'dir (Öğrenci 7, 9, 10, 13, 14, 18, 20, 25).

9. soru olan 'Mühendislik tasarım sürecinde kriter ve kısıtlamalar her zaman birbirini destekleyici nitelikte midir? Eğer birbirleriyle çelişirse nasıl bir yol izlenmelidir?' sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci bulunmazken, cevaplarında

beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 4'tür (Öğrenci 4, 17, 19, 21). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci yoktur. Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 7'dir (Öğrenci 6, 11, 14, 16, 23, 24, 25). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 15'dir (Öğrenci 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 18, 20, 22, 26).

10. soru olan 'Sence Mühendislik için Fen gerekli mi? Açıklar mısınız?' sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 2'dir (Öğrenci 4, 5). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 4'tür (Öğrenci 1, 2, 24, 25). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 6'dır (Öğrenci 6, 12, 16, 19, 21, 26). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 6'dır (Öğrenci 7, 9, 11, 17, 21, 22). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 9'dur (Öğrenci 3, 8, 10, 13, 14, 15, 18, 20, 26).

11. soru olan 'Teknoloji ve mühendislik ile Fen ve Teknoloji ilişkisini kendine göre değerlendirir misin?' sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci bulunmazken, cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 1'dir (Öğrenci 3). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 8'dir (Öğrenci 1, 5, 7, 11, 16, 17, 18, 23). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 2'dir (Öğrenci 12, 19). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 15'dir (Öğrenci 2, 4, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 20, 21, 22, 24, 25, 26).

12. soru olan 'Sence Mühendislik tasarım sürecinin birden fazla doğru sonuca götüren yolu olabilir mi? Açıklar mısınız?' sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci bulunmazken, cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 1'dir (Öğrenci 1). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 10 dur (Öğrenci 2, 3, 6, 8, 15, 18, 19, 20, 25, 26). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 1'dir (Öğrenci 11). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 14'tür (Öğrenci 4, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 21, 22, 23, 24).

Tablo 8: Mühendislik Bilgi Testi Son Test Puanlarına Ait Veriler

Öğrenci	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
1	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	2	2
2	3	3	4	4	4	4	2	2	2	3	4	4
3	4	2	3	2	1	1	3	2	3	2	2	4
4	4	2	4	2	3	2	4	2	3	4	4	3
5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	0	4
6	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	0	2
7	3	3	4	4	4	3	2	3	2	4	2	3
8	1	4	3	4	4	4	3	4	1	4	4	4
9	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	2	4
10	1	3	4	0	4	2	2	3	3	2	0	0
11	3	4	4	4	4	4	4	3	2	2	3	3
12	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3
13	1	4	0	2	4	2	1	2	1	3	2	2
14	4	3	2	4	3	2	3	2	3	2	2	3
15	3	4	4	4	4	4	2	3	2	1	0	4
16	4	4	4	4	0	4	2	4	3	1	2	2
17	4	4	2	4	4	4	3	4	2	2	2	4
18	2	4	2	0	3	3	1	2	1	4	2	4
19	4	4	4	4	0	3	1	4	4	3	2	4
20	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	2	4
21	4	3	4	4	2	3	4	4	3	2	2	3
22	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	2	4
23	4	2	2	4	3	2	2	4	3	4	1	3
24	4	3	4	4	4	4	3	3	0	4	4	4
25	4	4	4	4	4	4	3	4	4	2	4	4
26	3	3	3	2	2	4	2	3	3	1	0	2

Bilgi formunun 1. soru olan ‘Sence Mühendis ne demektir?’ sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 14’tür (Öğrenci 3, 4, 5, 6, 12, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 6’dır (Öğrenci 2, 7, 9, 11, 15, 26). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 3’tür (Öğrenci 1, 18, 20). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 3’tür (Öğrenci 8, 10, 13). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci bulunmamaktadır.

2. soru olan ‘Mühendis deyince hangi mühendislikler aklına geliyor? Sıralar mısın?’ sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 14’tür (Öğrenci 5, 6, 8, 9,

11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 25). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 8'dir (Öğrenci 2, 7, 10, 14, 20, 21, 24, 26). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 4'tür (Öğrenci 1, 3, 4, 23). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplayan ve beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci bulunmamaktadır.

3. soru olan 'Sence Mühendislikteki temel amaç nedir?' sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 16'dır (Öğrenci 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 19, 21, 22, 24, 25). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 3'tür (Öğrenci 3, 8, 26). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 6'dır (Öğrenci 1, 14, 17, 18, 20, 23). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci bulunmamaktadır. Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 1'dir (Öğrenci 13).

4. soru olan 'Günlük hayatta mühendis gibi davrandığın bir olay oldu mu? Anlatır mısın?' sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 18'dir (Öğrenci 2, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 1'dir (Öğrenci 20). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 5 dir (Öğrenci 1, 3, 4, 13, 26). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci bulunmamaktadır. Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 2'dir (Öğrenci 10, 18).

5. soru olan 'Kendini bir mühendis olarak görüyor musun? Neden?' sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 16'dır (Öğrenci 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 22, 24, 25). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 5'dir (Öğrenci 4, 14, 18, 20, 23). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 2'dir (Öğrenci 21, 26). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 1'dir (Öğrenci 3). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 1'dir (Öğrenci 16).

6. soru olan ‘Bir mühendislik tasarım sürecinin temelini oluşturan aşamalı, yaratıcı ve tekrarlı olması ne anlama gelmektedir?’ sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 14’tür (Öğrenci 2, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 15, 16, 17, 22, 24, 25, 26). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 6’dır (Öğrenci 1, 7, 18, 19, 20, 21). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 5’dir (Öğrenci 4, 10, 13, 14, 23). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 1’dir (Öğrenci 3). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci bulunmamaktadır.

7. soru olan ‘Sence Mühendisler bir ürün tasarlarlarken genel olarak hangi aşamaları izler? Sıralar mısınız?’ sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 3 tür (Öğrenci 4, 11, 21). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 13’tür (Öğrenci 1, 3, 5, 6, 8, 9, 12, 14, 17, 20, 22, 24, 25). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 7’dir (Öğrenci 2, 7, 10, 15, 16, 23, 26). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 3’tür (Öğrenci 13, 18, 19). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci bulunmamaktadır.

8. soru olan ‘Mühendisler tasarımlarını planlarken ‘kriterleri’ ve ‘kısıtlamaları’ belirlerler. Sence kısıtlama ve kriter ne demektir? Açıklar mısınız?’ sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 9’dur (Öğrenci 8, 9, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 25). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 10’dur (Öğrenci 1, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 15, 24, 26). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 7’dir (Öğrenci 2, 3, 4, 13, 14, 18, 20). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplayan ve beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci bulunmamaktadır.

9. soru olan ‘Mühendislik tasarım sürecinde kriter ve kısıtlamalar her zaman birbirini destekleyici nitelikte midir? Eğer birbirleriyle çelişirse nasıl bir yol izlenmelidir?’ sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 3’tür (Öğrenci 9, 19, 25). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 12’dir (Öğrenci 1, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 16, 21, 22, 23, 26).

Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 6'dır (Öğrenci 2, 7, 11, 15, 17, 20). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 3'tür (Öğrenci 8, 13, 18). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 1'dir (Öğrenci 24).

10. soru olan 'Sence Mühendislik için Fen gerekli mi? Açıklar mısınız?' sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 8'dir (Öğrenci 4, 6, 7, 8, 9, 18, 23, 24). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 7'dir (Öğrenci 1, 2, 12, 13, 19, 20, 22). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 7'dir (Öğrenci 3, 10, 11, 14, 17, 21, 25). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 4'tür (Öğrenci 5, 15, 16, 26). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci bulunmamaktadır.

11. soru olan 'Teknoloji ve Mühendislik ile Fen ve Teknoloji ilişkisini kendine göre değerlendirir misiniz?' sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 6'dır (Öğrenci 2, 4, 8, 12, 24, 25). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 1'dir (Öğrenci 11). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 13'tür (Öğrenci 1, 3, 7, 9, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci sayısı 1'dir (Öğrenci 23). Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 5'dir (Öğrenci 5, 6, 10, 15, 26).

12. soru olan 'Sence Mühendislik tasarım sürecinin birden fazla doğru sonuca götüren yolu olabilir mi? Açıklar mısınız?' sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 13'tür (Öğrenci 2, 3, 5, 8, 9, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 25). Cevaplarında beklentilerin çoğunu cevaplayan fakat kısmen hata veya eksikliği mevcut olan öğrenci sayısı 7'dir (Öğrenci 4, 7, 11, 12, 14, 21, 23). Beklentilerin bir kısmı cevaplayan, hata veya eksiklik mevcut öğrenci sayısı 5'dir (Öğrenci 1, 6, 13, 16, 26). Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti cevaplamış öğrenci bulunmamaktadır. Beklentilerin hiçbirini karşılamayan öğrenci sayısı 1'dir (Öğrenci 10).

4.3 Bilimsel Süreç Becerileri Testine Yönelik Bulgular

Süreç içerisinde öntest ve son test olarak uygulanan bilimsel süreç becerilerine ait cevaplar puanlanarak veriler spss-17 paket programına girilmiş Shapiro-Wilk normallik testi yapılmıştır. Dağılım normal çıkmış ve ilişkili örneklem için t testi yapılmıştır (Tablo 9).

Tablo 9: Bilimsel Süreç Becerileri İlişkili Örneklem İçin T Testi Sonuçları

Ölçüm	N	\bar{X}	s	sd	t	P
Öntest	27	0.59	0.18	26	13.01	.000
Sontest	27	0.83	0.12			

Öğrencilerin süreç öncesi ve süreç sonrası bilgi düzeyleri puanlarında anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur (Tablo 9), $t(26)=13.01$, $p<.05$. Öğrencilerin uygulama öncesi bilimsel süreç becerileri testi ortalama puanları $\bar{X}=0.59$ iken, STEM uygulamaları sonrasında $\bar{X}=0.83$ 'e yükselmiştir. Bu bulgu STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

Tablo 10: Bilimsel Süreç Becerileri Ortalama Puan Tablosu

Bilimsel Süreç Becerileri	Ön test ortalama	Son test ortalama
Tahmin Yapma	0.50	0.76
Gözlem yapma	0.68	0.89
Ölçme verileri yorumlama	0.64	0.87
Sınıflandırma	0.78	0.93
Verileri Kaydetme	0.66	0.87
Model Oluşturma	0.72	0.94
Sayı Uzay İlişkileri	0.48	0.80
Değişkenleri Kontrol Etme	0.63	0.83
Sonuç Çıkarma	0.39	0.78
Deney Yapma	0.46	0.72
Hipotez Oluşturma	0.59	0.78
Değişken Değiştirme	0.50	0.76
Karar Verme	0.70	0.85

Araştırma puan ortalamaları (Tablo 10) incelendiğinde öğrencilerin tüm bilimsel süreç becerilerinde gelişim gözlenmektedir. Örneğin tahmin yapma becerisi puan ortalaması 0.50'den 0.76'ya, gözlem yapma becerisi puan ortalaması 0.68'den 0.89'a, ölçme ve yorumlama becerisi puan ortalaması 0.64'den 0.87'ye, sınıflandırma becerisi puan ortalaması 0.78'den 0.93'e, verileri kaydetme becerisi puan ortalaması 0.66'dan 0.87'ye, model oluşturma becerisi puan ortalaması 0.72'den 0.94'e, sayı uzay ilişkisi becerisi puan ortalaması 0.48'den 0.80'e, değişkenleri kontrol etme becerisi puan ortalaması 0.63'den 0.83'e, sonuç çıkarma becerisi puan ortalaması 0.39'dan 0.78'e, deney yapma becerisi puan ortalaması 0.46'dan 0.72'ye, hipotez oluşturma becerisi puan ortalaması 0.59'dan 0.78'e, karar verme becerisi puan ortalaması 0.70'den 0.85'e yükselmiştir.

4.4 Öğrenci Tasarım Formlarından Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin süreç içerisinde yapacakları tasarımları çizim ve açıklamalar ile ifade ettikleri tasarım formları tasarım ölçütleri ve kısıtlamalarını belirleme, tasarım sürecindeki aşamaları ifade etme, tasarım ve şematize etme, tasarımla ilgili sahip olunan bilgi, ihtiyaç duyulan bilgi kriterlere göre analiz edilmiş veriler Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11: Öğrenci Tasarım Formu Ortalama Puanları

Değerlendirme Kriterleri	Puan Ortalamaları		
	1.Tasarım	2.Tasarım	3.Tasarım
1-Tasarım ölçütleri ve kısıtlamalarını belirleme	2.24	2.57	2.57
2-Tasarım sürecindeki aşamaları ifade etme	1.48	1.95	2.14
3-Tasarım ve şematize etme	1.29	2.48	2.48
4-Tasarımla ilgili sahip olunan bilgi	1.76	1.86	2.62
5-İhtiyaç duyulan bilgi	1.67	2.05	2.24

Çalışmaya katılan öğrencilerin süreç içerisindeki tasarımlarına ait ortalama puanlarına göre 1. Değerlendirme kriteri olan tasarım ölçütleri ve kısıtlamaları kriterleri ortalama puanları 2. Tasarımda artarken 3. Tasarımda bir artış gözlenmemektedir. 2. Değerlendirme kriteri olan tasarım sürecindeki aşamaları ifade etmede öğrenci ortalama puanlarında artış gözlenmektedir. 3. Kriter olan tasarım ve

şematize kriteri ortalama puanlarında 2. Tasarımda büyük bir artış gözlenirken 3. Tasarımda bir artış gözlenmektedir. 4. Kriter olan tasarımla ilgili sahip olunan bilgi düzeyi ortalama puanlarında düzenli bir artış gözlenmiştir. 5. Kriter olan ihtiyaç duyulan bilgi (bilgi talebi) ortalama puanlarında da benzer biçimde artış gözlenmektedir. Öğrenci tasarım formlarından elde edilen puanlar Anova ile analiz edilmiştir (Tablo 12).

Tablo 12: Öğrenci Tasarım Formları Tekrarlı Ölçümler İçin Tek Faktörlü ANOVA

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deneklerarası	6.333	20	0.317			
Ölçüm	5.750	2	2.875	21.203	.000	2-1 3-1
Hata	5.423	40	0.136			
Toplam	17.506	62				

Öğrencilerin büyük tasarım formlarının puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur (Tablo 12). $F(2,28)=21.203$, $p<.05$ 1. Tasarım ortalaması ($\bar{X}=1.68$), 2. Tasarım ortalaması ($\bar{X}=2.18$), 3. Tasarım ortalaması ($\bar{X}=2.41$) olarak hesaplanmıştır. 1. Tasarım ve 2. Tasarım ortalaması ile 1. Tasarım ve 3. Tasarım ortalamaları arasında anlamlı fark varken 2. Tasarım ortalaması ile 3. Tasarım ortalaması arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

4.5 Grup Kılavuzlarından Elde Edilen Bulgular

Uygulamalar süresince her tasarım için öğrencileri bir adım sonra ne yapmaları gerektiği konusunda yönlendiren, süreç içerisinde yaptıkları tüm çalışmalarını not edebilecekleri ve öğrendikleri bilgileri aktarabilecekleri kılavuzlar verilmiştir. Süreç içerisinde her öğrenci çalışma grubu her tasarım için bir kılavuz kullanmıştır. Süreç sonunda kılavuzları aşağıdaki kriterlere göre analiz edilmiştir.

Tablo 13: 1., 2., 3. Grup Klavuz Puanları

GRUP	1			2			3		
Özellikler/Klavuz	1.00	2.00	3.00	1	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00
Bilgilerini	3.00	2.38	2.50	2.21	2.85	3.00	2.43	2.57	3.00
Kullanabilme									
Sonuç Çıkarma	2.50	2.33	2.5	2.29	2.00	3.00	1.57	3.00	2.50
Şematize etme	2.50	3.00	3.00	1.90	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Tasarlama ve	3.00	3.00	3.00	2.85	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Uygulama									
Araştırma ve Bilgi	1.00	1.33	3.00	1.75	1.50	3.00	1.40	1.66	2.00
Toplama									

Tablo 14: 4., 5., 6. Grup Klavuz Puanları

GRUP	1			2			3		
Özellikler/Klavuz	1.00	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00
Bilgilerini	3.00	2.38	2.50	2.21	2.85	3.00	2.43	2.57	3.00
Kullanabilme									
Sonuç Çıkarma	2.50	2.33	2.50	2.29	2.00	3.00	1.57	3.00	2.50
Şematize etme	2.50	3.00	3.00	1.90	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Tasarlama ve	3.00	3.00	3.00	2.85	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Uygulama									
Araştırma ve Bilgi	1.00	1.33	3.00	1.75	1.50	3.00	1.40	1.66	2.00
Toplama									

Süreçte her grubun kullanmış olduğu grup kılavuzları 5 kriter göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonuçlarına göre bilgiyi kullanabilme, sonuç çıkarma, şematize etme, tasarlama ve uygulama, araştırma ve bilgi toplama kriterleri puanları incelendiğinde süreç içerisinde puanlarda artış gözlenmemiş olup bazı grup puanlarında önce yükselme sonra düşüş veya ilk grup puanında yüksek olan puanın süreç içerisinde azalma gözlenmiştir. Ancak gruplara ait ortalama puanları incelendiğinde puanlarda artış olduğu gözlenmektedir (Tablo 13- 14).

4.6 Araştırmacı Grup Süreç İzleme Formundan Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda çalışmanın başında oluşturulan derecelendirilmiş grup süreç izleme formu kullanılmış olup: iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum kriterlerine göre her grubun uygulama sırasındaki özellikleri sayısal olarak grup bazında puanlanmış (Tablo, 15) ve analiz edilmiştir.

Tablo 15: 1. Grup Süreç Gelişim Puanları

1.Grup	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta	6.Hafta
İş bölümü ve organizasyon	1	2	3	3	3	4
İletişim ve Karşılıklı Saygı	2	2	3	4	4	4
Bireysel Özellikler (Sorumluluk alma, liderlik, motivasyon, bilgi toplama)	2	3	3	3	4	4
Yönergeleri takip etme	2	3	3	3	4	4
Bilgisayar ve malzeme kullanımı	2	4	4	4	4	4
Zamanı Etkin Kullanma	2	3	3	3	3	4
Ürün Oluşturma ve Sunum	2	3	3	3	4	4
Ortalama	1.86	2.86	3.14	3.29	3.71	4.00

1. grup değerlendirildiğinde 1. hafta grup üyeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon zayıf, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum orta düzeydedir. 2. hafta iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı orta düzeyde iken bireysel davranışlar, yönergeleri takip, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum iyi, bilgisayar ve malzeme kullanımı çok iyi düzeydedir. 3. hafta iş bölümü ve organizasyon iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum iyi düzeyde iken bilgisayar ve malzeme kullanımı çok iyi düzeydedir. 4. hafta iş bölümü ve organizasyon, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum iyi düzeyde iken bilgisayar ve malzeme kullanımı, iletişim ve karşılıklı saygı çok iyi düzeydedir. 5. hafta iş bölümü ve organizasyon, zamanı etkin kullanma iyi düzeyde iken iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel özellikler, yönergeleri takip etme, bilgisayar ve malzeme kullanımı, ürün oluşturma ve sunum çok iyi düzeydedir. Süreç içerisinde iş bölümü ve organizasyon, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum iyi ve çok iyi dereceye yükselmiştir.

Tablo 16: 2. Grup Süreç Gelişim Puanları

2.Grup	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta	6.Hafta
İş bölümü ve organizasyon	1	2	2	3	3	4
İletişim ve Karşılıklı Saygı	1	2	2	3	4	4
Bireysel Özellikler (Sorumluluk alma, liderlik, motivasyon, bilgi toplama)	2	2	2	3	3	3
Yönergeleri takip etme	2	2	3	4	4	4
Bilgisayar ve malzeme kullanımı	2	3	3	4	4	4
Zamanı Etkin Kullanma	2	2	2	3	3	4
Ürün oluşturma ve Sunum	2	2	2	3	3	4
Ortalama	1.71	2.14	2.29	3.29	3.14	3.71

2. grup değerlendirildiğinde 1. hafta grup üyeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum orta düzeydedir. 2. hafta grup üyeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum orta düzeyde iken bilgisayar ve malzeme kullanımı iyi düzeydedir. 3. hafta grup üyeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, zamanı etkin kullanma, ürün ve sunum orta düzeyde iken yönergeleri takip etme, bilgisayar ve malzeme kullanımı iyi düzeydedir. 4. hafta grup üyeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum iyi düzeyde iken yönergeleri takip etme, bilgisayar ve malzeme kullanımı çok iyi düzeydedir. 5. hafta grup üyeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, bireysel davranışlar, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum iyi düzeyde iken iletişim ve karşılıklı saygı, yönergeleri takip etme, bilgisayar ve malzeme kullanımı çok iyi düzeydedir. 6. hafta grup üyeleri arasındaki iletişim ve karşılıklı saygı, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkin kullanma, ürün

oluşturma ve sunum çok iyi düzeyde iken iş bölümü ve organizasyon ve bireysel özellikler iyi düzeydedir.

Tablo 17: 3. Grup Süreç Gelişim Puanları

3.Grup	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta	6.Hafta
İş bölümü ve organizasyon	2	3	3	3	4	4
İletişim ve Karşılıklı Saygı	2	3	3	3	4	4
Bireysel zellikler (Sorumluluk alma, liderlik, motivasyon, bilgi toplama)	2	3	3	3	3	4
Yönergeleri takip etme	2	3	3	3	4	4
Bilgisayar ve malzeme kullanımı	2	2	3	3	4	4
Zamanı Etkin Kullanma	1	2	2	2	3	3
rn Oluşturma ve Sunum	1	2	2	2	3	4
Ortalama	1.71	2.57	2.71	2.71	3.57	3.86

3. grup değerlendirildiğinde 1. hafta grup yeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum orta düzeydedir. Ancak 2. hafta itibariyle iş bölümü ve organizasyon, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkin kullanma, ürün ve sunum iyi ve çok iyi dereceye yükselmiştir. 3. hafta grup yeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı iyi düzeydeyken zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum orta düzeydedir. 4. hafta grup yeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı iyi düzeydeyken zamanı etkin kullanma, ürün ve sunum orta düzeydedir. 5. hafta grup yeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı çok iyi düzeydeyken bireysel özellikler, zamanı etkin kullanma, ürün ve sunum iyi düzeydedir. 6. hafta grup yeleri arasındaki iş

bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı, ürün oluşturma ve sunum çok iyi düzeydeyken zamanı etkin kullanma iyi düzeydedir.

Tablo 18: 4. Grup Süreç Gelişim Puanları

4.Grup	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta	6.Hafta
İş bölümü ve organizasyon	1	2	3	3	3	3
İletişim ve Karşılıklı Saygı	2	3	3	2	3	4
Bireysel Özellikler (Sorumluluk alma, liderlik, motivasyon, bilgi toplama)	3	3	3	3	3	4
Yönergeleri takip etme	3	3	3	4	2	4
Bilgisayar ve malzeme kullanımı	2	2	2	3	3	4
Zamanı Etkin Kullanma	2	2	2	3	3	3
Ürün Oluşturma ve Sunum	1	2	3	3	3	3
Ortalama	2	2.43	2.71	3	3.14	3.57

4. grup değerlendirildiğinde 1. hafta grup üyeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, ürün oluşturma ve sunum zayıfken, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkin kullanma orta düzeydedir. 2. hafta itibariyle iş bölümü ve organizasyon, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum zayıf, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip iyi düzeydedir. 3. hafta grup üyeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, ürün ve sunum zayıfken, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, ürün ve sunum iyi düzeydeyken bilgisayar ve malzeme kullanımı ve zamanı etkin kullanma orta düzeydedir. 4. hafta grup üyeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkin kullanma ürün oluşturma ve sunum iyi düzeydeyken iletişim ve karşılıklı saygı orta, yönergeleri takip etme çok iyi düzeydedir. 5. haftada yönergeleri takip çok iyi iken, iş bölümü ve organizasyon, ürün oluşturma ve sunum yetersizken, iletişim ve

karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkin kullanma iyi düzeydedir. 6. hafta iş bölümü ve organizasyon, zamanı etkin kullanma, ürün ve sunum orta düzeyde iken iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı çok iyi düzeydedir.

Tablo 19: 5. Grup Süreç Gelişim Puanları

5.Grup	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta	6.Hafta
İş bölümü ve organizasyon	1	2	2	4	3	4
İletişim ve Karşılıklı Saygı	1	2	2	3	4	4
Bireysel Özellikler						
(Sorumluluk alma, liderlik, motivasyon, bilgi toplama)	1	2	3	4	4	4
Yönergeleri takip etme	2	3	3	4	4	4
Bilgisayar ve malzeme kullanımı	3	4	4	4	4	4
Zamanı Etkin Kullanma	1	2	3	4	3	4
Ürün Oluşturma ve Sunum	1	2	3	4	3	4
Ortalama	1.43	2.43	2.86	3.86	3.57	4.00

5. grup değerlendirildiğinde 1. hafta grup üyeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, ürün ve sunum zayıftır, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, zamanı etkin kullanma orta düzeydedir. 2. hafta yönergeleri takip iyi, bilgisayar ve malzeme kullanımı çok iyi düzeydedir. Diğer özellikler orta düzeydedir. 3. hafta iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı orta düzeyde, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum iyi, bilgisayar ve malzeme kullanımı çok iyi düzeydedir. 4. hafta iş bölümü ve organizasyon, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum orta düzeyde iken iletişim ve karşılıklı saygı, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı çok iyi düzeyde iken bireysel özellikler iyi düzeydedir. 5. hafta iş bölümü ve organizasyon, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum iyi düzeyde iken diğer özellikler çok iyi düzeydedir. 5. grup davranışlarında her hafta iyileşme söz konusuken 6. hafta grup üyeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme

kullanımı, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum özelliklerinin tamamı çok iyi düzeyde olan tek gruptur.

Tablo 20: 6. Grup Süreç Gelişim Puanları

6.Grup	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta	6.Hafta
İş bölümü ve organizasyon	1	2	2	3	4	4
İletişim ve Karşılıklı Saygı	1	2	2	3	4	4
Bireysel Özellikler						
(Sorumluluk alma, liderlik, motivasyon, bilgi toplama)	1	3	2	3	4	4
Yönergeleri takip etme	2	3	3	3	3	3
Bilgisayar ve malzeme kullanımı	1	2	3	3	3	4
Zamanı Etkin Kullanma	1	2	2	4	4	4
Ürün Oluşturma ve Sunum	1	2	2	3	4	3
Ortalama	1.14	2.29	2.29	3.14	3.71	3.71

6. grup değerlendirildiğinde 1. hafta grup üyeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum zayıfken yönergeleri takip etme orta düzeydedir. 2. hafta iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum zayıf, yönergeleri takip etme, bilgisayar ve malzeme kullanımı orta düzeydedir. 4. hafta iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, bilgisayar ve malzeme kullanımı, ürün oluşturma ve sunum iyi düzeyde, zamanı etkin kullanma çok iyi düzeydedir. 5. hafta iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, zamanı etkin kullanma çok iyi düzeyde, yönergeleri takip etme ve bilgisayar ve malzeme kullanımı iyi düzeydedir. 6. hafta iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkin kullanma çok iyi düzeyde, yönergeleri takip etme, ürün oluşturma ve sunum iyi düzeydedir.

Tablo 21: Grup Süreç İzleme Formu Ortalama Puanları

GRUPLAR	1.Hafta ortalama	2.Hafta ortalama	3.Hafta ortalama	4.Hafta ortalama	5.Hafta ortalama	6.Hafta ortalama
1	2.00	2.86	3.14	3.29	3.71	4.00
2	1.71	2.14	2.29	3.29	3.43	3.71
3	1.71	2.57	2.71	2.71	3.57	3.86
4	2.00	2.43	2.71	3.00	3.14	3.57
5	1.43	2.43	2.86	3.86	3.57	4.00
6	1.14	2.29	2.29	3.14	3.71	3.71

Grupların her grubun hafta hafta puan ortalamaları incelendiğinde puanlarda sürekli bir artış olduğu belirlenmiştir. Son hafta ise 1. ve 5. grupların puan ortalamalarının tam puana ulaştığı saptanmıştır.

4.7 Öğrenci Görüşleri

Çalışma sırasında kullanılan veri toplama araçları ayrı ayrı değerlendirilmiş ve her birisi kendi içinde yorumlanarak sunulmuştur.

4.7.1 Öğrenci Günlüklerinden Elde Edilen Bulgular

Öğrenci günlüklerinden elde edilen bulgular iş birliğine dayalı grup çalışmaları, öğrenme ortamı ve yaşantıları olmak üzere iki ayrı tema şeklinde kategorize edilmiş ve günlüklerde ifade edilen öğrenci görüşleri kodlanarak her bir ifade için kullanan öğrenciler ve kodları birlikte ifade edilmiştir (tablo 22).

Tablo 22: Öğrenci Günlüklerinden Elde Edilen Veriler

	İş birliğine dayalı grup çalışmaları	Öğrenci kodları
1	Anlaşmak	1, 2, 12, 19, 24
2	Eğlenmek	4, 5, 11, 12, 24
3	Zorlanmak	4, 12, 17, 18, 22, 26
4	Karar vermek	4, 22, 26
5	Fikir paylaşımı	5, 8, 11, 12, 18, 22
6	Bireysel çalışma	6, 11
7	Zaman kazanma	17, 19, 26
8	Yardımlaşma	1, 19, 24
9	Kalıcılık	5, 22

Öğrenme ortamı ve yaşantıları		
1	Gürültü	1, 26
2	yeni bilgi	6, 11
3	İnanmak	19
4	Çaba	24
5	Sıkıcı	22

4.7.1.1 İşbirliğine Dayalı Grup Çalışmaları

Öğrencilerin STEM uygulamaları sırasında grup çalışması ile ilgili farklı görüşlere sahip olduğu görülmektedir.

“Grupla çalışmayı ve anlaşmayı öğreniyoruz”(Öğrenci 1)

“Grup çalışması bence biraz zor biraz da eğlenceli. Arkadaşlarla birlikte karar vermek zor” (Öğrenci 4)

“Grup çalışması bu etkinliği yaparken çok etkili ve yardımcı oluyor. Grupta iş birliği, eğlence ve iyi vakit konuyu daha iyi anlamamızı sağlıyor. Grup çalışmasıyla anlamadığımız konuda birbirimize anlatarak tekrar yapıyoruz. Grup çalışmasının zor yönü bir karar verirken farklı fikirlerden hangisini seçeceğimiz konusunda kararsız kalmamızdır”(Öğrenci 5)

“Ben genellikle bireysel çalışmayı sevdiğim için bence tek çalışmak daha iyi”(Öğrenci 6)

“Grup çalışması güzel ama hep bağımlı olmak biraz kötü çünkü gruptaki herkese bağılsınız kendi kafanıza göre gidemezsiniz”(Öğrenci 8)

“Grup olmak kötü, bazıları çalışmıyor”. (Öğrenci 11)

“Grubumuz iyi çalıştı ama biraz zor bir gruptu. Ben çabuk sinirlenen bir insan olduğum için arkadaşlarımla geçinmem zordu. Grupta iyi işler yaptığımı düşünüyorum, en yakın arkadaşınla bile fikrin uyuşmazsa daha zor oluyor. Birinci

olarak etkinliği bitirdiğimizde mutlu olduk, grup çalışması zor fakat istediğin kişiler varsa ve zekân varsa çok iyi” (Öğrenci 12)

“Bu tür etkinlikler bireysel olarak zor gelse de grup olarak daha zor. Ama yine de birkaç kişinin bir proje ile uğraşması güzel. Bireysel olarak daha uzun sürede biten bir çalışma grup olarak daha kısa sürede biter”(Öğrenci 17)

“Bu tür etkinliklerde grup halinde olduğumuz için bir kişi bile gelmese zorluk çekiyoruz. İyi yönü ise bir fikri çoğaltmak amacıyla güzel oluyor”(Öğrenci 18)

“Grup çalışmasının zor yanları üyelerde fikir anlaşmazlığı olabiliyor. Kolay yanları ise görev dağılımı sayesinde hızlı oluyor, yardımlaşma oluyor”.(Öğrenci 19)

“Grup alışması zor ancak yapabildik. Bir kişi bile gelmeyince sorun oluyor. Grupta herkesin fikrini alıyoruz ve değerlendiriyoruz. Çoğunluğa göre hareket ediyoruz. Bazen her kafadan bir ses çıkıyor ama sonunda bir çözüm buluyoruz” (Öğrenci 22)

“Gruba gelmeyen arkadaş olunca işleri batıracak arkadaş olmuyor. Grup haftanın en iyi grubu olabiliyor. Herkes aynı derecede iş yapsa çok zevkli geçer”(Öğrenci 24)

“Grup halinde çalışmak hem zor hem kolaydı. Zor yanı herkesi toplamak, dikkatini vermesini sağlamak. Kolay yanı ise herkesin fikrini alıp beraber bir Şey yapmak 10 dakika dşneeğine 5 dakika düşünüyorsun”(Öğrenci 26)

4.7.1.2 Uygulama Sürecinin İşleyişi İle İlgili Değerlendirmeler

Öğrencilerin dersin işlenişi sürecinde STEM uygulamaları algılama ve sınıf yönetimi ile ilgili farklı değerlendirme yaptıkları öğretici veya eğlenceli olması yönünde değerlendirmeler yapmışlardır.

“Sınıfta çok ses oluyor, birşeylerle uğraşmak zor oluyor”(Öğrenci 1)

“Bence deney yaparak ders işlemek daha eğlenceli, deney yoluyla daha iyi öğreniyoruz”(Öğrenci 4)

“Konuyla ilgili etkinlik yapmak eğlenceli ve konuyu anlamamıza yardımcı oluyor. Bence her ders olmasa da böyle etkinlikler yapmalıyız. Hem ğretmenin de konuyu

daha kolay anlatmasını sağlar. Sonuçta düşünürsek; bir konuyu veya olayı insanın beyninde kalıcı olmadıktan sonra nasıl anlayalım ki” (Öğrenci 5)

“Bu tür etkinliklerle ders işlemek daha eğlenceli ve öğretici. Deneyerek öğrendiğim için daha iyi öğrendim” (Öğrenci 6)

“Böyle etkinliklerle çalışmak akıllı tahtadan daha güzel”(Öğrenci 8)

“Güzel ve eğlenceli kültürümüzü ve bizi geliştiriyor”(Öğrenci 11)

“Böyle şeyler bence yapılmamalı çünkü çok ses oluyor ve insan bir süre sonra sıkılıyor. Ders anlatımı ile ders dinlemek daha iyi, evet yeni şeyler öğreniyoruz ama bu tür çalışmalar zor ve zahmetli”(Öğrenci 26)

“Bence bu etkinlikler her derste yapılmalı. Konuları daha iyi anladığımı düşünüyorum. Matematik, Türkçe, Sosyal derslerde bile bu tür etkinlikler yapılmalı. Bir kere eğlenceli ama zor yanları da var. Benim gibi inanırsan hiç zor gelmez, biraz kafa yorman gerekiyor” (Öğrenci12)

“Bu tür etkinliklerle ders işlemek hem çok keyifli hem de biraz zordu. Piller ve bantlar birbirlerine düşman gibiler”(Öğrenci19)

“Akılda kalıcı oluyor, eğlenceli oluyor. Bence her zaman yapılmamalı biraz sıkabiliyor” (Öğrenci 22)

4.7.2 Tasarım Mülakat Formundan Elde Edilen Bulgular

Tasarım Mülakat Formu’ndan elde edilen bulgular: STEM uygulamaları ile ilgili düşünceler, olumlu olumsuz yönler, daha iyi öğrenme için önerileri, kazanımlar olmak üzere dört ayrı tema şeklinde kategorize edilmiş ve açık uçlu sorulara verilen cevaplar kodlanarak her bir ifade için öğrenciler ve kodları birlikte ifade edilmiştir(Tablo 23).

Tablo 23: Tasarım Mülakat Formu Verileri

STEM uygulamaları ile ilgili Öğrenci kodları düşünceler		
1	Eğlence	1, 4, 7, 8, 9, 0, 11, 17, 19, 25, 26
2	Aktif olma	1, 4, 7, 8, 9, 0, 11, 17, 19, 25, 26
3	Yeni öğrenmeler	1, 4, 7, 8, 9, 0, 11, 17, 19, 25, 26
4	Bilgi artışı	5, 12, 15, 18, 21, 22, 23, 25
5	Yeni materyallere temas	5, 12, 15, 18, 21, 22, 23, 25
6	Başarı	2, 3, 7, 16, 17, 19
7	Sıkılma	17, 20, 24
Olumlu olumsuz yönler		Öğrenci Kodları
1	Tasarım	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26
2	Ürün	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26
3	Not alma	5, 15, 17
Daha iyi öğrenme için önerileri		Öğrenci Kodları
1	Varılacak sonucun bilinmesi	11, 18, 19, 21
2	Dikkatli olmak	7, 8, 20, 25
3	Farklı malzeme kullanılması	2, 17, 25
4	Uygulandığı şekliyle yeterli	1, 3, 4, 6, 9, 10, 16, 23, 24, 26
5	Farklı grupların oluşturulması	5, 12, 15, 22
Kazanımlar		Öğrenci Kodları
1	El becerisi	2, 3, 4, 7, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 26
2	Projeye ilgi	2, 17, 19
3	Bilgilenmelerde artış	1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 25
4	Tasarım	10, 23, 24
5	Öz güvende artış	10, 17

Formda her soru ayrı ayrı analiz edilerek ve öğrenci görüşleri soru bazında sunulmuştur.

Soru 1: Elektrik enerjisi ünitesi ile ilgili yapmış olduğunuz tasarım temelli STEM etkinlikleri hakkında ne düşünüyorsunuz?

Eğlenceliydi, bir şeyler yapmak, yeni şeyler öğrenmek hoşuma gidiyor (Öğrenci 1, 4,6, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 19, 25,26)

Bu etkinlikler sayesinde bilgim çok arttı, hiç görmediğim cisimlere dokundum. Kendi gözlerimle gördüm dokundum konuyu daha iyi anladım (Öğrenci 5, 12, 15, 18, 21, 22, 23, 25)

Etkinliklerde başarılı olduğumu düşünüyorum (Öğrenci 2, 3, 7, 16,17, 19)

Bazen sıkıldım, çok bir şey düşünmüyorum (Öğrenci 20, 24)

Soru 2: STEM etkinliklerin en çok hoşuna giden kısımları nelerdi?

Bilgisayarda tasarımlar yapmak, ürün ortaya koymak ve çalıştığını görmek(1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18,19, 20,21, 22, 23, 24, 25, 26)

Yönergeler ve açık uçlu sorulardan oluşan öğrenci değerlendirme kılavuzuna yazı yazmak sıkıcı (5,15, 17)

Soru 3: Yapılan etkinlikleri değerlendirdiğinde ne gibi değişiklikler olsa daha iyi öğrenirdin?

Her çalışmanın başında nasıl yapacağımız belli olsaydı daha iyi öğrenirdim (11,18, 19, 21)

Dikkatli olsaydım, tasarımda hata yapmasaydım (7, 8, 20,25)

Malzemeler daha farklı olsaydı (2, 17,25)

Bence yeterli, değişikliğe gerek yok (1, 3,4, 6, 9, 10, 16, 23, 24, 26)

Grup üyeleri daha iyi olsaydı (5, 12, 15,22)

Soru 4: STEM etkinlikleri sana neler kazandırdı?

el becerilerim gelişti (2, 3, 4, 7, 12, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 26)

proje yapmaya ilgim arttı (2, 17, 19)

daha çok bilgi edindim (1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 15, 16, 19,20, 21, 22, 25)

bir tasarım yaparken nelere dikkat edileceğini öğrendim (10, 23, 24)

Kendime güvenim arttı (10, 17)

4.8 Araştırmacı Gözlemlerine Yönelik Bulgular

Araştırmacı uygulamalar süresince hem uygulamalara yönelik genel değerlendirmeler hem de uygulama sürecindeki zamana bağlı meydana gelen durumlara bağlı görüşlerini farklı temalar şeklinde başlıklandırılarak tablolar (Tablo24) şeklinde sunulmuş ve metin halinde ifade edilmiştir.

Tablo 24: Süreç Gözlemlerine Yönelik Gözlemleri Veriler

	A. Uygulamalara yönelik değerlendirme	B. Uygulama sürecinde zamana bağlı kaydedilen veriler.
Kazanım ve değerlendirme	Sanatsal İş bölümü Beceri kazanma Alternatif düşünme İletişim becerileri İlerleme Öz güven	Bilgi paylaşımı Sorumluluk Uyum Bireysellik Rekabet Başarı İşbirliği Planlı çalışma
Öğrenci motivasyonu	Motivasyon İstekli Israrcı Hırs Mücadele Aktif Katılım	Mühendis gibi Aktif çalışma Eğlenme Özgürlük Ürün oluşturma İstek

	Cinsiyet	Cinsiyet
	Meraklı	Teknoloji kullanımı
	Çekimser	
	Özgüven	
	Sorgulama	
	Liderlik	
	Yetenek	
	Fikir üretme	
Süreçte yaşanan sorunlar	Bilgi Eksikliği	Uyumsuzluk
	Devamsızlık	Gürültü
	Planlama	Kargaşa
	Tartışma	Alışkın olmama
	İletişim Becerileri	Sonlandıramama
	Organizasyon	Zaman kaybı

4.8.1 Uygulamalara Yönelik Bulgular

Araştırmada öğretmen tarafından yürütülen STEM uygulamaları sırasında araştırmacı tarafından yapılan gözlemler not edilerek çalışma sonucunda ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu gözlemler sırasında öğrencilerin motivasyonları, öğrenme isteği, meraklı olma durumları, öğretmenle ve birbirleri ile olan iletişimleri, akran öğrenmeleri, sorumluluk alma, görevini yerine getirme, karşılıklı saygı, yönergelere uyma, iş disiplini, liderlik özellikleri, bilgisayar ve malzeme kullanımı, duyarlılığı gibi ölçütler dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır.

Yukarıda belirtilen çerçevede alınan notlar değerlendirildiğinde öğrenciler arasında önemli farklılıklar olmasına karşın genel olarak olumlu yönde bir gelişme gösterdikleri hatta bazı öğrencilerin beklenenin üstünde beceri sergileyip fikir üretebildikleri dikkati çekmiştir.

Örneğin başlangıçta genel olarak motivasyonu düşük olan öğrencilerin büyük bir çoğunluğu daha istekli hale gelmiş, iletişim becerileri düşük olan ve uygulama sürecinde arkadaşlarıyla ilişkilerinde çekingen davranan bazı öğrencilerin iletişim ve beceri yönünden önemli gelişmeler gösterdiği, malzeme kullanımı konusunda

çekingen davranan öğrencilerin bu düşüncelerden kurtulmaları ve hatta okul dışı kullanımlar için malzeme talebinde bulunmaları gibi gelişmeler gözlenmiştir.

Ayrıca ilginç bir şekilde bazı öğrencilerin STEM'in sanata uygunluğunu belirtmişlerdir. Örneğin süreç boyunca yüksek performans sergileyen Ö6, üretim materyallerine nasıl sahip olabileceği konusunda bilgilenmiş, okul dışı etkinlik planlamaları yapmıştır. Bunun yanında çok isabetli bir tespit ortaya koyarak bilim adamlarının da sanatçı gibi yaratıcı ürünler ortaya çıkarttıklarını ifade etmiştir. Yine Ö1 ve Ö9 istekli ve gayretli çalışmalarıyla dikkat çekmiştir. İlk günden beri grup arkadaşlarıyla uyum içinde bulunan Ö8 hırslı ve gayretli çalışmaları ve bitmek bilmeyen soruları ile grup çalışmalarında arkadaşlarını motive etmiştir.

Öğrenciler arasında süreç boyunca herhangi bir ilerleme kaydedemeyen, grup çalışmalarının en önemli özelliklerinden sorumluluk, iş bölümü gibi davranışları sergilemeyen öğrenciler de mevcuttur. Örneğin uygulama sürecinde Ö10 ve Ö7 süreç boyunca beceri oluşturma açısından herhangi bir gelişme gözlenmemiştir. Örneğin Ö28 uygulama sürecinde beceri kazanma konusunda herhangi bir değişiklik gösterememiş, genellikle arkadaşlarının çalışmalarını seyretmiş, verilen basit görevleri de yapmak istememiştir.

Başlangıçta motivasyonu düşük, etkinliklere katılmak istemeyen bazı öğrencilerin süreç içerisinde alternatif düşünme, malzeme kullanımı, grup üyeleriyle ve hatta diğer gruplarla iletişim becerilerinin arttığı ve bunun özgüvene yansımaları nedeniyle soru sorma ve sorgulama gibi bazı farklılaşmalar ve önemli gelişmeler gösterdiği izlenmiştir. Örneğin Ö27 ve Ö20 uygulama sürecinde farklılaşmalar gösteren iki öğrenci tipi olarak öne çıkmışlardır. Yine benzer şekilde Ö15 ve Ö11 başlangıçta zayıf katılım gösterirken süreç içerisinde grup çalışmalarında gelişim sergilemiştir. Ö25 de başlangıçta ilgisizken süreç içerisinde diğer gruplarla da sürekli iletişim halinde bulunarak daha aktif çalışmaya başlamıştır.

Bazı öğrenciler başlangıçta çalışmaya katılmaktan dolayı heyecan duyarken uygulama sürecinde grup çalışması nedeniyle ilişkilerinde sorun yaşamaya başlamıştır. İletişim sorunu yaşadığı için grup üyeleriyle tartışıp grup üyelerinin tamamını devre dışı bırakarak yapılması gerekenlerin tümünü tek başına yapmaya çalışmıştır. Bunun olmayacağını fark ettikleri zamanda düzeltme yoluna gitmeyip

kendi fikirlerinde ısrarcı davranmışlardır. Örneğin Ö23 grup içi iletişim malzeme kullanımı, cinsiyet ayrımcılığı gibi sorunlar yaşamının yanı sıra gereksiz özgüveni nedeniyle tek başına yapması durumunda hem tasarımın hem de ürünün daha iyi olacağı konusunda ısrarlı davranmıştır. Ö23 uygulama süreci sonuna kadar sosyal iletişim akran öğrenmesi konusunda bir gelişme göstermeyerek haklılığını savunmuştur.

Grup içerisinde bazı öğrencilerde farklılıkları ortaya çıkmış özellikle fikir üretme ürün oluşturma ve paylaşım konusunda liderlik özelliklerini gösterme fırsatı bulmuşlardır. Örneğin Ö12 her bireyin baskın özellikler sergilediği zor bir grupta bulunmasına karşın farklı fikirler üreten malzeme kullanımı konusunda yetenekli ve süreç içerisinde ürün oluşturduğu için motivasyonu artmış, tek başına daha başarılı olabileceği fikrine ulaşmıştır. Yine Ö8 grup arkadaşlarına görevler vererek organizasyonu sağlayan bir lider vasfı üstlenmiştir.

Bazı öğrencilerin sorumluluk alma, iş bölümü ve organizasyon konusunda yetenekleri ortaya çıkmış ve özellikle grup arkadaşlarıyla iletişim ve paylaşımları ile önemli katkı yaptıkları gözlenmiştir. Örneğin Ö22 fikir üretme, bilgisayar kullanımı grup üyeleriyle uyum grup arkadaşlarını motive etme ve çıkan tartışmalarda sakinleştirici rol üstlenmiştir ki özellikle grup çalışmalarında ve ürün oluşturmada grup üyelerinin bu yöndeki katkıları büyük önem taşımaktadır.

Süreç içerisinde erkek öğrencilerle kız öğrenciler arasında sık sık cinsiyet çatışması yaşanmıştır. Erkek öğrencilerin kız öğrencilerin teknolojiyi kendileri kadar iyi kullanamayacaklarını ortaya koyan ifade ve tavırlarına karşılık kız öğrenciler bu durumun aksini ispatlamaya çalışırcasına hırslı davranmış grup içerisinde fikirlerini kabul ettirmeye gayret etmiştir. Ö12 ve Ö22 oldukça gayretli çalışarak süreç içerisinde arkadaşlarına kızların da başarılı olabileceğini göstermişlerdir. Ö18 süreç boyunca gruptaki erkek arkadaşlarına fikirlerini kabul ettirmek için mücadele etmek zorunda kalmıştır. Erkek öğrencilerden Ö4 başlangıçta gruptaki diğer erkek öğrencilerle birlikte hareket ederek kız öğrencilerin fikirlerini göz ardı etmeye çalışarak onları sabote etmiş ancak süreç içerisinde o da kız öğrencilerin grup içerisindeki varlığını kabul etmiştir. Ö4 den farklı olarak gözlediğimiz Ö1 grup

arkadaşlarına karşı destekler tutum sergilemiş ve uygulama sürecinde herkesin aktif katılımı için çaba göstermiştir.

Gruplarında erkek öğrenciler tarafından yaptıkları beğenilmeyen veya sürece dahil edilmek istenmeyen ve daha beceriksizmiş gibi gösterilen kız öğrenciler süreç içerisinde başarılı oldukça daha fazla mutlu olmaya başlamış daha çok eğlenmiş ve başarmanın mutluluğunu daha üst düzeyde yaşayarak bunu özellikle göstermeye çalışmışlardır. Bu öğrenciler uygulama süresince işbirlikçi ve meraklı tavırlarıyla, grup arkadaşlarının fikirlerine saygı göstererek, süreç içerisinde tepkileriyle eğlenceli vakit geçirmeye devam etmişlerdir. Örneğin Ö26 ve Ö21 başlangıçta çekimser tavırlar sergilerken süreç içerisinde özgüven kazanarak daha verimli ve eğlenerek çalışmıştır. Yine benzer şekilde yüksek motivasyonla çalışan Ö5 ve Ö16 süreç boyunca tüm davranışlarıyla eğlendiklerini hissettirmiştir. Ayrıca evlerinden verilen malzemelerin dışında kendi inisiyatifleriyle farklı malzemeler getirmiş ve kullanmışlardır.

Grup çalışmalarında devamsızlık yapan öğrenciler bazı etkinliklerden uzak kalınca bir sonraki hafta devam niteliğinde olan etkinliklere katılma konusunda da olumsuzluk yaşamıştır bu öğrenciler bir önceki hafta yapılan çalışmalarla ilgili bilgi sahibi olmadıkları için farklı fikirler üretememişler ve sadece arkadaşlarına yardım etmekle yetinmişlerdir. Örneğin bu durumdaki öğrencilerden Ö14: 4. hafta, Ö24:5. hafta, Ö3:4. hafta devamsızlık yapmış ve bu devamsızlık nedeniyle oluşan bilgi eksikliği daha sonra gelmiş oldukları bir sonraki haftayı da etkilemiştir. Sürekli gelen ve devamsızlık yapmadığı için tüm sürece dahil olmuş öğrencilerden bazıları sürekli yeni fikirler üretme kendi işlerini bitirince başkalarına yardım etme isteklilik ve paylaşım açısından çok enerjik olarak ortaya çıkmış ve bunları davranışlarıyla göstermişlerdir. Örneğin Ö18, Ö17, Ö19, Ö6, Ö12, Ö22 kodlu öğrenciler tüm bu davranışları gösteren çalışkan ve paylaşımcı öğrenciler olarak dikkati çekmişlerdir.

4.8.2 Süreçte Zamana Bağlı Kaydedilen Veriler

Bu kısımda uygulamanın başlangıcından ürün oluşumuna kadar geçen 8 haftalık uygulama sürecinin tüm aşamalarında gözleme dayalı olarak kaydedilen veriler bütünsel olarak değerlendirilmiştir.

4.8.2.1 Süreçle İlgili Genel Durum

Grup çalışmalarında paylaşımcı, işbirliğine açık öğrencilerin çoğunlukta olduğu gruplarda çalışmaların zamanında sonuçlandırıldığı ve daha başarılı tasarımlar ortaya koydukları gözlenmiştir. Bunun yanında çalışmalar sırasında sorumluluktan kaçan ya da bilgi paylaşımından kaçınan öğrenciler de bulunmaktadır. Öğrencilerin birçoğunun süreç içerisinde grup çalışmalarına uyum gösterdikleri gözlenmiştir. Bazı öğrencilerin ise grup içinde bireysel davranmakta ısrar ettikleri ve grup performansını düşürdükleri gözlenmiştir. Ayrıca uygulama sürecinde üyeleri uyumlu çalışan gruplar arasında bir rekabet ve buna bağlı olarak da başarılı tasarımlar gözlenmiştir. Genel bir değerlendirme yapıldığında öğrencilerin işbirliğine dayalı grup çalışmalarında gruplara bağlı olarak zorlandıkları ancak bazı uygulamalarda da grup çalışmasına daha istekli oldukları tespit edilmiştir. Başlangıçta gruptaki erkek öğrenciler baskın davranış gösterirken ilerleyen aşamalarda daha planlı çalışan işbirlikçi özellikleri ortaya çıktıkça durum dengelenmiştir.

4.8.2.2 Uygulama Sürecinde Öğrenci Motivasyonları

Öğrencilerin çoğu laboratuvarında çalışmaktan, malzemelere dokunmaktan ve sürekli aktif çalışmaktan zevk aldıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca kendi tasarımlarını istedikleri gibi yapmanın mutluluk verdiği gibi olumlu durumlar saptanmıştır. Tatil döneminde yeni tasarımlar yapmak isteyen bazı öğrenciler tasarım materyallerini nasıl temin edeceklerini öğrenmeye çalışmış ve diğer derslerde de bu tip uygulamaların bulunmasının çok keyifli olacağını dile getirmişlerdir. Bazı öğrenciler ürün oluşturma ve bu süreçte bilgisayarla çalışmanın kendilerini mühendis gibi hissettiğini belirtmişlerdir. Uygulamadaki mühendisliğe yönelik ilişkilendirmelerde kız öğrencilerin istekli olmalarına karşın mühendisliğin daha çok erkeklere yönelik olduğunu düşünerek daha temkinli yaklaştıkları ve bunu bizzat ifade ettikleri gözlenmiştir.

4.8.2.3 Uygulama Sürecinde Karşılaşılan Sorunlar

Gruptaki öğrencilerin bazen cinsiyete bağlı bazen kişisel olarak, bazen de sorumluluk duygularının neden olduğu uyumsuzluklar meydana gelmiştir. Uygulama ortamındaki genel duruma bakıldığında gürültü ve kargaşa olduğu özellikle başlangıç döneminde birbirlerine karşı olumsuz tavır sergiledikleri gözlenmiştir. Öğrencilerin

öğrenme durumları ile ilgili olarak akran öğrenmeleri gibi olumlu gözlemlerin yanı sıra yanlış öğrenmelerin herkese yayılarak genişlediği dikkati çekmiştir. Grup çalışmaları sırasında organizasyon ve iş bölümü konusunda tüm gruplarda önemli sorunlar olduğu ve gruptakilerin kimin ne yapacağı konusunda tartıştıkları gözlenmiştir. Örneğin her kişi yerine her gruba bir bilgisayar verildiği için grup çalışmasına alışkın olmayan öğrenciler arasında klavyeyi kimin kullanacağı ve materyal seçimi gibi konularda tartışmalar yaşandığı ve hatta bazen grup içi tartışmaların yanı sıra gruplar arası tartışmaların meydana geldiği dikkati çekmiştir. Yaşanan bu olumsuzluklar sonucunda zaman kaybı yaşayan ve tasarımlarını sonlandıramayan gruplar tespit edilmiştir. Uygulamaların ders süreciyle kısıtlı kalması da zaman açısından önemli bir sorundur. Öğrencilerin tasarım kılavuzunda doldurmaları beklenen kısımlara grup üyelerinin fikirlerini dikkate alarak not almakta sıkıntı yaşadıkları gözlenmiştir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

V. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Tartışma

5.1.1 Akademik Başarı

Bilginin katlanarak arttığı günümüzde bireylerden beklenen sadece aktarılan bilgiyi aklında tutmasının yerine bilgiyi farklı durumlarda analiz ve sentez düzeyinde kullanarak duruma uygun yorum yapabilmesidir. Bu nedenle eğitim öğretim sürecinde öğrencilerin ezbere bilgilerini yoklama veya test ile işaretleme yapmalarını değerlendirmek yerine kendi zihinsel yapılanmalarına uygun ifadelerini ve öğrenme süreçlerini değerlendirmenin yapılacağı öğretim esas alınmalıdır. Bu nedenle rastgele yapılan işaretlemelerden kaçınmak ve öğrencilerin verdiği her cevabı değerlendirmeye alabilmek amacıyla açık uçlu bilgi testi uygulanmış ve elde edilen puanlar analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğrencilerin bilgi testinden uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark olduğu ve bu farkın son test puanı lehine olduğu görülmektedir (Tablo 5). Bu sonuçlara göre, STEM uygulamalarının öğrencilerin bilgi düzeylerinin gelişiminde etkisi olduğu söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin bireysel puanlarına bakıldığında da sınav puanlarındaki değişim miktarının farklılıklar gösterdiği saptanmıştır. Bireysel farklılıklar dikkate alındığında her bireyin öğrenmesi kendine ait hazırbulunuşluk ve yeterlilik düzeyine bağlı olarak kendi zihninde oluşturduğu farklılaşmalara bağlı olduğu için bu durumun normal olduğu söylenebilir. Nadelson, Pfiester, Callahan, ve Pyke (2015) bir tasarım dersinin öğretilme durumunun doğrudan öğrencinin öğrenme kapasitesi ile ilişkili olduğunu savunmaktadır. Yıldırım ve Altun (2015) yaptıkları çalışmada STEM eğitiminin akademik başarıyı olumlu yönde arttırdığını belirtmişlerdir ki bu da çalışmayı destekler niteliktedir. Konuyla ilgili yapılan diğer bazı çalışmalarda da STEM uygulamaların benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Örneğin Abdelrahem ve Asan (2006) öğrencilerin kendi deneyimleri ile araştırarak sürdürdükleri öğretim süreçlerinin akademik başarı üzerinde olumlu etkisi olduğunu, Barker, Grandgenett, Nugent ve Adamchuk (2010) çalışmalarında yaz kamplarında gerçekleştirdikleri STEM eğitiminde öğrencilerin içerik bilgisinin son test lehine

olumlu olarak değiştiğini, Wendell ve Rogers'da (2013) ilköğretim öğrencileri ile STEM eğitiminde Legolarla çalışmış ve araştırma sonuçları incelendiğinde kontrol grubuna göre öğrencilerin bilgi düzeyinde önemli bir artış gözlendiğini ifade etmişlerdir. Ancak her durumda benzer sonuçların aynı şekilde ortaya çıkacağı da beklenmemelidir. Araştırmanın aksi biçimde Navruz, Erdogan, Bicer, Capraro, ve Capraro (2014) yaptıkları çalışmada öğrencilerin değişim karşısında başarının her zaman yüksek düzeyde ve olumlu olamayacağını ifade etmektedir.

Belirtilmiş olan daha önceki çalışmalar ve elde edilen bulgular dikkate alındığında STEM uygulamaları ğrenci bilgi gelişim düzeyinde farklı düzeylerde olmakla birlikte olumlu bir etkisi olduğu görülmektedir. Nitekim daha önce yapılan çalışmalar da benzer görüşler ileri sürülmüştür. Örneğin DiFrancesca, Lee ve McIntyre (2014) alışmalarında öğrencilerin uluslararası sınavlarda (PISA) başarılarının düşük olduğunu belirtmekte, STEM ile daha iyi bir öğretime maruz kalacak olan ğrencilerin STEM alanlarındaki bilgi düzeylerinin de önemli ölçüde artacağını belirtmişlerdir. Yine benzer şekilde English ve Mousoulides (2011) ilk ve ortaokul öğrencileri ile yaptıkları çalışmada mühendislik süreçlerinde öğrencilerin kk gruplar halinde çalışarak, bir çözüm modeli üretmek için yorumlanması, farklılaştırılması, sıralanması ve koordine edilmesi gereken karmaşık veriler sunulduğunu ve süreçte öğrencilerin, gerekli içeriğin öğretmenine veya ders kitabına dayanmaktan farklı olarak bilgilerini gerçek yaşam durumları ile ilişkilendirerek kendi matematik ve fen kavramlarını ortaya çıkardığını ve öğrenmelerinin geleneksel öğretimden daha st düzey olarak gerçekleştiğini belirtmişlerdir ki bu da araştırmayı destekler niteliktedir. STEM'in bilgi edinme ile ilgili farklı alanlarda yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin Vallera (2016) STEM entegre tarımsal okuryazarlık müfredatı ile yürüttüğü doktora çalışmasında deney grubunun bilgi birikiminin daha yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşıldığını belirtmektedir. Erdogan ve Stuessy (2015) ABD'de başarılı STEM liseleri modellemesini yaptıkları çalışmalarında STEM okullarındaki öğrencilerin geleneksel okullardaki öğrencilere göre fen ve matematik testlerinden daha yüksek performans sergilediklerini belirtmektedirler. Ancak STEM ile yapılan diğer bazı çalışmalarda ise STEM uygulamalarının öğrencilerin fen bilgi düzeylerinde anlamlı etkisinin bulunmadığı ileri sürülmüştür (Barth, 2013; Kutch, 2011; Schnittka, 2009). Hatta

2015 yılında çalışmalarında STEM'in öğrencilerde fen ve matematik testlerinde performansı yükselttiğini öne süren Erdogan ve Stuessy (2015), 2016 yılında yapmış oldukları başka bir çalışmada ise anlamlı bir etkisinin olmadığını ileri sürmüşlerdir. Bu çalışmalar dikkate alındığında STEM uygulamaların bazı durumlarda olumlu etki yaparken bazı durumlarda etkisinin olmaması uygulanan konuyla ilgili olabilmektedir. Yani diğer öğretim yöntem ve tekniklerinde olduğu gibi konu seçimi önemlidir.

STEM'in farklı aşamaları ile ilgili yapılan çalışmalarda elde edilen bulgular çeşitlilik göstermektedir. Örneğin Lachapelle vd. (2011) çalışmalarında ilköğretim müfredatında STEM uygulamalarının fen bilgisinin öğrenilmesini orta veya yüksek derecede etkilediğini belirtirken, Gülhan ve Şahin (2016) ise beşinci sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmada STEM uygulamalarının fen alanındaki kavramsal anlama, içerik bilgisi veya başarıyı geliştirdiği sonucuna ulaştıklarını belirtmektedirler. Yine benzer şekilde Marulcu ve Höbek (2014) yaptıkları çalışmada deney ve kontrol grubuna uygulanan başarı testinde ve açık uçlu sorulardan oluşan mühendislik bilgi testinde hem başarı puanlarının hem de gelişim puanlarının daha üst düzeyde olduğu belirtmişlerdir. Wendell vd. (2010) ilköğretim Fen Bilimleri Müfredatına Mühendislik Tasarımı'nın dahil edilmesi ile ilgili yaptıkları çalışma sonuçlarına göre Mühendislik Tasarımı'na dayalı fen eğitimi ilköğretim öğrencileri için geleneksel Fen öğretimine göre daha fazla bilimsel öğrenmeyi sağladığını ifade etmektedir.

5.1.2 Mühendislik Bilgi Düzeyi

İnsan yaşamını kolaylaştıran ve tamamı fen bilimlerinin ürünü olan teknoloji üretimi için mühendislik kaçınılmaz hale gelmiş olup son on yılda tüm eğitim programlarında fen, teknoloji ve mühendislik birlikte düşünölmeye başlanmıştır. Bu nedenle yapılan çalışmalarda öğrencilerin Mühendislik ile ilgili bilgilerini geliştirmek ve elde edilen bilgilerle teknoloji üretmek ve gerektiğinde feni yeniden yorumlamak önemli hale gelmiş hatta kaçınılmaz olmaya başlamıştır. Bu amaçla çalışmada uygulamalardan önce ve sonra öğrencilere öntest-sontest olarak uygulanan mühendislik bilgi testini değerlendirerek yorumlanmıştır. Uygulamalar sonucu elde edilen veriler analiz edildiğinde öntest-sontest puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiş bu farkın sontest puanı lehinde olduğu yani uygulamaların öğrencilerin mühendislik bilgi düzeylerinde artışa neden olduğu saptanmıştır

(Tablo.7). Araştırmaya benzer şekilde Wendell vd. (2010) ve Hsu, Cardella ve Purzer (2012) yaptıkları çalışmalarda mühendislik tasarım uygulamalarının öğrencilerde mühendisliği tanıma ve mühendislik tasarım süreci ile ilgili bilgi düzeyinde önemli bir artışa neden olduğunu belirtmişlerdir. Yine Lachapelle vd.,'nin (2012) de yaptıkları çalışmada mühendislik eğitimi verilen öğrencilerin mühendislik bilgilerine ve bu alanla ilgili tutumlarında kontrol grubuna göre olumlu değişiklikler gözlemlendiği belirtilmektedir. Gülhan ve Şahin'in (2016) 5. Sınıf öğrencileri ile yaptıkları STEM uygulamaları sonucunda öğrencilerin mühendislikle ilgili olumlu algı ve tutum geliştirdiklerini belirtmişlerdir.

Çalışmada kullanılan mühendislik bilgi formunda birinci soru olan 'Sence Mühendis ne demektir?' sorusuna yönelik olarak ön test-son test cevapları karşılaştırıldığında ön testte hiçbir öğrencinin tüm beklentileri karşılayamadığı fakat aynı soruya yönelik son testte öğrencilerin yarıdan fazlasının (26 öğrenciden 14'ü) cevapları tüm beklentileri karşılamıştır. Bu sonuçlar dikkate alındığında aslında hayatının her alanında mühendislik ürünleri ile temasta olan öğrencilerin mühendislik algılarının düşük olması ve mühendislikle ilgili tanımlama yapamaması, ezberci bir sistemle yetiştiklerini ve bilgiyi kullanamadıklarını gösteren önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Newby (2012) yaptığı çalışmada benzer biçimde öğrencilerin ürettiği mühendis tanımlamalarının mühendislerin çalışmaları hakkında yanlış anlamaların sayısını azalttığını ve öğrencilerin mühendislerin yaşamak için ne yaptıklarına dair bilginin arttığı ifade edilmektedir. Çalışmayı destekler nitelikte olan Coştu, Ünal ve Ayas'ın (2007) yaptıkları çalışmalarında özellikle fen eğitiminde bilginin günlük yaşamla ilişkilendirilerek bilgiyi kullanabilen bireylerin yetiştirilmesinin önemine vurgu yapılmaktadır. Okullarda disiplinlerarası bilgi transferini sağlayacak öğretim yöntemleri kullanımı sınırlı olduğu için öğrencilerin bunu gerçekleştirmesi de zordur. Bu nedenle fenin mühendislik matematik veya toplumsal yönü ile ilgili öğrencilerin yapılanmaları ve bu yöndeki düşünceleri sınırlı kalmaktadır. Halbuki fenin ürünü teknoloji, teknoloji kullanımına bağlı olarak toplumsal gelişme birlikte ele alınmalıdır. Nitekim yapılan uygulamalar sonucunda öğrencilerin yarıdan fazlası bu şekilde algılamaya başlamış ve doğru tanımlamalar yapabilmişlerdir. English, Hudson ve Dawes'de (2011) ortaokul öğrencilerinin mühendislik algısını ve bilgisini ortaya koymayı hedefledikleri çalışmada günlük yaşamımızı şekillendirmede

matematik, fen ve teknolojinin yanı sıra mühendisliğin öneminin de göz önüne alınarak mühendislik eğitimi ve mühendislik bilincini artırılmasının önemine vurgu yapmaktadırlar.

Kullanılan formda 3. soru olarak yer alan ‘Sence Mühendislikteki temel amaç nedir?’ sorusuna verilen cevapların da birinci sorudaki gibi ön testte yetersiz olduğu, uygulamalardan sonra tüm beklentileri karşılayan cevapların önemli ölçüde arttığı görülmektedir. Bu bulgular dikkate alındığında öğrencilerin STEM uygulamalarına yatkın olduğu ve özellikle fen öğretiminde yaygın bir şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Mühendislik alanları ile ilgili sorulan ‘Mühendis deyince hangi mühendislikler aklına geliyor? Sıralar mısın?’ sorusuna bakıldığında yine son test lehine bir gelişme olduğu görülmektedir. Ön testte tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 6 iken, son testte öğrenci sayısı 14’e çıkmıştır. Bu soruda öğrencilerin daha çok günlük yaşama yönelik bilgileriyle tanımlamalar yaptığı daha çok inşaat mühendisliği ile ilgili algılarının oluştuğu dikkati çekmektedir. Halbuki yaşamını kolaylaştıran teknolojik ürünlerin çoğunda mühendislik olduğunu düşünemeyen ve bu şekilde eğitilmemiş olan bir öğrencinin ne tanımlama yapabilmesi ne de bir mühendis gibi davranması beklenen bir durum değildir. Nitekim öğrencilere yöneltilen bir sonraki soru olan 4. soruda da ‘Günlük hayatta mühendis gibi davrandığın bir olay oldu mu? Anlatır mısın?’ sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde tüm beklentileri karşılayan herhangi bir öğrencinin bulunmadığı görülmektedir. Ancak STEM uygulamaları sonrası öğrenciler hem günlük yaşamlarındaki mühendislikle ilgili durumlarının farkına varmış hem de kendi davranışlarından ve yaptıkları etkinliklerden örnekler vermeye başlamışlardır. Bu durum öğrencilerin günlük hayatta mühendislik için gereken yaşantılara sahip olduklarını fark edemediklerini göstermektedir. Yılmaz, Türkoğuz ve Şahin (2014) de yaptıkları çalışmada eğitimin en önemli hedeflerinden birinin öğrencileri hayata hazırlayarak günlük hayatta karşılaştıkları durumları açıklayabilmelerini sağlamak olarak belirtmektedirler.

Formda 5 soru olarak yer alan ‘Kendini bir mühendis olarak görüyor musun? Neden?’ sorusuna yönelik verilen cevaplar incelendiğinde tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısının ön testte 1 olduğu fakat son testte bunun 16’ya çıktığı

görülmektedir. Özellikle uygulamalar sonucu daha gelişmiş tasarım ürünleri ortaya koyan öğrenciler kendilerini de mühendis olarak gördüklerini ifade etmişlerdir. Çalışmada öğrencilerin mesleki farklılaşmalarını gösterdiği bu gelişmeye benzer şekilde yapılan diğer bir çalışmada da yapılan STEM uygulamaların öğrencilerde kariyer bilincinin gelişmesinde etkili olduğu ileri sürülmüştür (Gencer, 2015). Yine Moore ve Richards (2012) da öğrencilerin meslek seçimlerinin STEM eğitimleri ile yönlendirilebileceğini belirtmektedirler. Sullivan (2016) çalışmasında elde ettiği bulgulara göre çocukların teknoloji ve mühendislik konularında başlangıçta cinsiyet kalıpları oluşturduklarını fakat STEM uygulama süreçleri sonunda kız çocuklarının da mühendisliğe ilgi duymaya başladıklarını ve STEM mühendislik çalışmalarına olumlu tutum geliştirdiklerini belirtmektedir.

Mühendislik bilgi formunun 6. sorusu olan ‘Bir mühendislik tasarım sürecinin temelini oluşturan aşamalı, yaratıcı ve tekrarlı olması ne anlama gelmektedir?’ sorusuna yönelik ön testte tüm beklentileri karşılayan herhangi bir öğrenci bulunmazken, son testte tüm beklentileri karşılayan 16 öğrenciye çıkmıştır. Süreçte mühendislik yaşantıları ile tasarımlar ortaya koyan öğrencilerin büyük çoğunluğu mühendislik tasarım sürecinin özelliklerini ifade edebilmiştir. 7. soru olan ‘Sence Mühendisler bir ürün tasarlarlarken genel olarak hangi aşamaları izler? Sıralar mısın?’ sorusuna yönelik ön testte tüm beklentileri karşılayan 1 öğrenci mevcutken, son testte tam doğru ve kısmen hatalı cevaplara sahip öğrenci sayısı 16’dır. Öğrencilerde hata olarak belirlenen mühendislik aşamalarının sırasının yer değiştirilerek ifade edilmesi ve aşamaların beklenen sırayla yer almamasıdır. Mühendislik tasarım süreci yaşantılarının öğrenciler için yeni bir durum olması nedeniyle bu hataların normal kabul edilmesi gerekmektedir.

8. ‘Mühendisler tasarımlarını planlarken ‘kriterleri’ ve ‘kısıtlamaları’ belirlerler. Sence kısıtlama ve kriter ne demektir? Açıklar mısın?’ sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı ön testte 2 iken, son testte tam doğru ve kısmen hatalı cevaplara sahip öğrenci sayısı 19’dur. Kriter ve kısıtlama kavramları öğrenciler açısından başlangıçta ve süreç içerisinde en çok zorlanılan kavramlar olmasına rağmen daha sonra kavrama açısından olumlu bir gelişme gözlenmiştir. Başlangıçta ve süreç içerisinde öğrencilerin bu kavramlarla ilgili zorlanmalarının nedeni kavramla karşılaşmalarla ilk defa karşılaşmış olmalarından kaynaklanmaktadır. Bu

soru ile bütünlük oluşturacak biçimde sormuş olduğumuz 9. soru olan ‘Mühendislik tasarım sürecinde kriter ve kısıtlamalar her zaman birbirini destekleyici nitelikte midir? Eğer birbirleriyle çelişirse nasıl bir yol izlenmelidir?’ sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci ön testte bulunmazken, son testte tam doğru ve kısmen hatalı cevaplara sahip öğrenci sayısı 15’dir. Mühendislik yaşantılarına sahip olmayan öğrencilerin böyle bir soruya cevap vermeleri mümkün görülmezken öğrencilerin büyük çoğunluğu süreçteki deneyimlerinden yola çıkarak doğru ifadelerle açıklamalarda bulunmuştur.

Çalışmayı destekler nitelikte olan daha önce yapılan çalışmalarda STEM uygulama süreçlerinde öğrencilerin tasarımın kriterleri karşılayıp karşılamadığını değerlendirecek denemeler yapma başarısı sergileyebilecekleri (Brophy vd., 2008), STEM uygulama sürecinde yine kısıtlamalar konusunda bir farkındalık kazandırdığı (English & King, 2015), ve mühendislik tasarım süreçleri ile öğrencilerin kısıtlamalarla çalışma becerilerinin geliştiği belirtilmektedir (Ringwood, Monaghan & Maloco 2005). Yine benzer şekilde English vd. (2013) de STEM temelli çalışmalarında öğrencilerin fiziksel materyalleri soyut konseptlerle ilişkilendirme yeteneği ve çalışmalarında tasarım kısıtlamaları konusunda bir farkındalık ortaya çıktığını ifade etmektedir. Wendell, Watkins ve Johnson (2016) çalışmalarında Mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin yanlış tanımlanmış sorunlarına yeni ölçüt ve kısıtlamalar kullanarak çözümler aradıklarını belirtirken öğretmenlerin bu süreçleri yönetmesinin önemine vurgu yapılmıştır. Tüm bu bulgular ele alındığında STEM’in özellikle problem çözmedeki etkisi ortaya çıkmış olup öğrencilerin sorunlarını çözebilmek için ölçüt ve kısıtlamalar kullanmalarına katkı yapması nedeni ile öğretmenlerin de bunu dikkate alarak uygulama yapmaları yararlı olacaktır. Özellikle sorun çözümede bilgilerin günlük yaşama dönüştürülmesinde ve edinilen bilgiler kullanılarak ürün oluşturmada sorun yaşayan ülkemizde STEM uygulamalarının yararlı olması beklenmektedir.

Formda yer alan ve STEM’in Mühendislik-Fen kısmını değerlendirmek amacı ile sorulan 10. ‘Sence Mühendislik için Fen gerekli mi? Açıklar mısın?’ sorusuna yönelik tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı ön testte 2 iken, uygulama sürecinde artış göstererek son testte 8 olmuştur. Bu soru ile paralellik gösteren ve 11. Soru olarak sorulan ‘Teknoloji ve mühendislik ile Fen ve Teknoloji ilişkisini kendine

göre değerlendirir misin?’ sorusuna yönelik ön testte tüm beklentileri karşılayan öğrenci bulunmazken, son testte tam doğru yanıt veren 6 öğrenci olmuş ve öğrencilerin Fen-Teknoloji-Mühendislik arasındaki ilişkiyi fark etmeye başladıkları sonucuna varılmıştır. Richardson ve Houston (2006) yaptıkları çalışmada STEM ile öğrencilerin fen ile ilgili düşüncelerinde olumlu artış ile birlikte daha güçlü ilişki kurabildiklerini belirtmişlerdir ki bu da bulguları destekler niteliktedir. Bu konu ile ilgili olarak NRC’de (2012) öğrenci ve öğretmenlerin fen teknoloji ve mühendislik kavramlarının ilişkilendirmelerinin önemine vurgu yapılmıştır. Nitekim bu konuyla ilgili yapılan çalışmalar da çalışmayı destekler niteliktedir. Örneğin; Kendall ve Wendell (2012) yaptıkları çalışmalarda STEM uygulamalarını değerlendiren öğretmenlerin, öğrencilerinin Fen ve Mühendislik ilişkisinin farkına vardıklarını, Mills (2013) öğrencilerin Fen ve Teknoloji algılarının olumlu yönde geliştiğini, Yıldız (2013) ise STEM uygulama süreçlerinin matematik, fen ve mühendislik teknolojisi arasındaki temel ilişkileri anlayacakları bir ortam yarattığını ifade etmektedirler.

Çalışmada 12 soru olarak yer alan ‘Sence Mühendislik tasarım sürecinin birden fazla doğru sonuca götüren yolu olabilir mi? Açıklar mısınız?’ sorusuna yönelik ön testte tüm beklentileri karşılayan öğrenci bulunmazken, son testte önemli bir artış ile tüm beklentileri karşılayan öğrenci sayısı 13’e ve kısmen hatalı cevap veren öğrenci sayısı ise 7’ye ulaşmıştır. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun doğru açıklamalarda bulunması, diğer gruplardaki arkadaşlarının farklı tasarım çözümleri sunmalarını fark ettiklerini göstermektedir. Farklı öğrencilerin aynı soruna yönelik farklı farklı çözümler sunmaları tam da öğrencilerden beklenen ve 21. yüzyıl becerilerinden yaratıcılık kavramı ile örtüştüğü için bu uygulamaların yararlı olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin farklı çözümler geliştirebileceklerini fark etmeleri bile çok önemli bir gelişme olarak görülmektedir. Nitekim Mann ve Mann (2016) mühendislik tasarımı üzerine çalışmalarında öğrencilerin diğer beceriler gibi yaratıcılık becerilerinin de geliştirilmesine vurgu yapılmış olmaları da bu konunun önemini ortaya koymaktadır. STEM uygulamaların bu yönde gelişmeye neden olduğunu ortaya koyan çalışmalarda öğrencilerin yaratıcılıklarının arttığına (Mills, 2013; Meadows vd., 2015), mühendislik tasarım süreçlerinin farklı disiplinlerin bir arada kullanılmasına olanak sağlaması ile yaratıcılık ve yaratıcı tasarım becerilerini

geliştiğine (Ringwood vd., 2005) ve STEM süreçlerinde zorluklarla karşılaşan öğrencilerin fikir üretmek yaratıcı çözümlere ulaştıklarına (Dorie, Cardella & Svarovsky, 2014) dikkat çekilmiş olması hem birbiri ile hem de çalışma ile paralellik göstermektedirler.

STEM uygulama süreçlerinde öğrencilerin Mühendisliğe ve Mühendislik süreçlerine dair bilgilerinin ve becerilerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum sürecin beklenen biçimde işlediği ve hedeflere ulaşıldığını göstermektedir. Öğrencilerin Mühendislik ile ilgili doğru bilgilere sahip olmaları mühendislik kariyerine olan ilgilerini de olumlu yönde etkileyecek ve STEM hedeflerine bir adım daha yaklaşmış olacaktır. Çalışmaya benzer biçimde Mills (2013) çalışmasında STEM uygulamaların öğrencilerin ilköğretim döneminden başlayarak kariyer algılamalarını veya kariyerleri ile ilgili değişimlerini ve kariyer seçimlerini daha doğru yapmaları için yardımcı olacağını ileri sürmüştür. Auger ve Blackhurst'de (2005) erken okul yılları ve ergenlik çağında gelecekteki kariyerleri hakkında öğrencilerin düşünmelerinin farkında olarak, bu erken düşüncelerin kariyer kararları üzerinde potansiyel olarak güçlü bir etkisi olduğunu ifade etmektedir. Benzer şekilde English, Dawes, Hudson ve Byers (2009) ilk ve ortaokullarda mühendislik eğitiminin öğrencilerin mesleki ilgilerinin erken gelişmesinde önemli olduğunu belirtirken Newby (2012) ise öğrencilerin mühendislik tasarım zorluklarına katılma yönündeki uygulamalarının süreç sonunda öğrencilerin mühendislik mesleğine olan ilgilerini artırdığını, tutumlarını değiştirdiğini ileri sürmektedir.

5.1.3 Bilimsel Süreç Becerileri

Bireysel veya toplumsal tüm yaşam düzeylerinde bilginin yeri yadsınamaz. Ancak bu bilgilerin yaşamı kolaylaştırması ve sürekliliği doğru bilimsel süreçlerden geçmiş olmasına bağlı olup, insanların da refaha ulaşması için bilimsel süreç becerilerine sahip olması ile gerçekleşmektedir. Bu bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinde Fen bilimleri temel disiplinleri oluşturmakta ve öğrencileri hayata hazırlayan en önemli disiplinler olarak değerlendirilmektedir. Fen bilimleri bireylerin doğayı anlamalarını ve çevrelerinde gerçekleşmekte olan olayları açıklayabilmelerini sağlamalarını amaçlamaktadır. Bu amaçla müfredata uygun şekilde yürütülecek derslerde kullanılacak yöntem ve teknikler bu amaca hizmet edecek biçimde konuların derinlemesine öğretilmesini sağlaması önemlidir.

Bilimsel süreç becerileri gerek temel beceriler olsun gerek üst düzey beceriler olsun formal eğitim sürecinde geliştirilebilen ve bu eğitim sürecinde kullanılan öğretim yöntem ve tekniklerinden etkilenebilen özelliklerdir. Çepni ve Çil (2009) öğrencilerin okul çağından itibaren üst düzey bilimsel süreç becerilerini kazanabileceklerini belirtmişlerdir. Bilimsel süreç becerilerinin derslerde uygulanan yöntem ve tekniklerle ne derece geliştiği önemlidir. Buradan yola çıkarak çalışmada bilimsel süreç becerilerindeki gelişmenin ölçülmesi hedeflenmiştir. Elde edilen verilerin analizi sonucu, araştırmaya katılan öğrencilerin bilimsel süreç becerileri testinden uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark olduğu ve gözlenen bu farkın yapılan uygulamaların öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde gelişmeye neden olduğunu göstermektedir. Yani STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde etkisi olduğu söylenebilir. Bilimsel süreç becerileri araştırma puan ortalamaları incelendiğinde tahmin yapma becerisi puan ortalaması 0.50'den 0.76'ya, gözlem yapma becerisi puan ortalaması 0.68'den 0.89'a, ölçme ve yorumlama becerisi puan ortalaması 0.64'den 0.87'ye, sınıflandırma becerisi puan ortalaması 0.78'den 0.93'e, verileri kaydetme becerisi puan ortalaması 0.66'dan 0.87'ye yükselmiştir. 8 haftalık bir uygulama süreci öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde değişime neden olmakta ise STEM entegrasyonu ile yürütülen öğretim süreçlerinin devamlılığı bu süreçlere katkısını arttırmada önemli rol oynayacağı öngörülebilmektedir. Yapılan değerlendirmede öğrencilerin başarılı ya da başarısız olmasını değil becerilerin ne derece kazanıldığı dikkate alınmış olup daha önce yapılan çalışmalarda da becerilerin ne düzeyde kazanıldığına yönelik süreç değerlendirmesi yapılmıştır (Meriç & Karatay, 2014). English, Hudson ve Dawes, (2013) ise yaptıkları çalışmada STEM temelli çalışmalarında mühendislik kavramlarını orta okul müfredatına dahil etmenin, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmenin etkili bir yolu olarak gördüklerini ileri sürmektedirler. Bu nedenle ortaokul düzeyindeki uygulamaların bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi için önemli olduğu söylenebilir.

STEM uygulamalarının doğası gereği bilimsel süreç becerileri dışında 21. yy becerileri ve yaşam becerileri gibi birçok beceriyi kazandıracak potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. Nitekim çalışmada benzer birçok çalışmada STEM uygulamaları süreçleriyle öğrencilerin bilimsel süreç becerileri dışında birçok

becerilerini de geliştirdiği öne sürülmüştür. Örneğin, Duran ve Şendağ (2012) STEM uygulamalarının öğrencilerin akıl yürütme ve karar verme becerilerini olumlu yönde geliştirdiğini, Mann, Mann, Strutz, Duncan ve Yoon (2011) geleneksel yöntemlerle becerilerini fark edemeyen öğrencilerin tasarım etkinlikleri ile yeteneklerini sergileme ve becerilerini geliştirme fırsatı bulacaklarını belirtmektedirler. Mousoulides (2013) ise öğrencilerin deney tasarlama, değişkenleri işleme, hipotez oluşturma ve eleştirel düşünme, karar verme ve problem çözme becerilerini kullanma fırsatı bulduklarını belirtmiştir. Yine Brophy, Klein, Portsmore ve Rogers (2008) çalışmada STEM ile öğrencilerin, diyagramları kullanarak bir sistemin yapısını ifade edebileceklerini, fikirlerini ve çalışmanın sonuçlarını hesaplamalar ve grafiklerle matematik kullanarak ifade edebileceğini, sentez yaparak hedeflere yönelik çözüm geliştirebileceklerini ve geometrik ve mekânsal akıl yürütme gibi birçok beceriyi kazanabileceklerini vurgulamaktadır. Cunningham ve Hester (2007) yaptıkları STEM uygulamalarında mühendislik uygulamaların yararına dikkat çekmiş ve bunun mühendisliğin doğasına bağlı olduğunu ileri sürmüşlerdir ve bunun mühendisliğin doğası gereği olduğu, öğrencileri modern dünyada becerilerini kullanmaları yönünde geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Elde edilen bulguların analizine göre de öğrenci becerilerinin uygulama sürecinde birçok yönden arttığı ortaya çıkmıştır.

5.1.4 Öğrencilerin Bireysel Tasarımları

Uygulama sürecinde aşamalı olarak ürün oluşturmaya yönelik üç farklı tasarıma yönelik hazırlanmış olan formlar beş farklı kritere göre incelenmiş ve analiz edilmiştir.

1. Değerlendirme kriteri öğrencilerin ‘Tasarım Ölçütleri ve Kısıtlamalarını belirleme düzeyi’dir. Öğrencilerin mühendislik sürecinde ölçüt ve kısıtlamaları belirlemeleri tasarım süreçleri için izlenilmesi gereken adımlardan biridir. Bu nedenle önemli bir özellik olarak ifade edilebilmektedir. Birinci kriter için öğrenci ortalama puanları ilk tasarım için 2.24, ikinci tasarım için 2.57, üçüncü tasarım için 2.57 olarak hesaplanmıştır (Tablo 16). Veriler incelendiğinde öğrencilerin birinci tasarım puan ortalamaları ile ikinci tasarım puan ortalamaları kıyaslandığında puanlarda artış olduğu, ancak üçüncü tasarım puanlarında bir değişiklik gözlenmemiştir. Öğrencilerin tasarım ölçüt ve kısıtlamaları ile ilgili bir bilinç kazandıkları ve uygulama süreçlerinin arttırılması ile daha da geliştirilebileceği söylenebilir. Daha

önce bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde STEM mühendislik tasarım süreçlerinin yukarıda da tartışılan STEM mühendislik bilgisine benzer şekilde ölçütler ve kısıtlamalar konusunda bir farkındalık oluştuğu saptanmıştır (Brophy, Klein, Portsmore & Rogers, 2008; English & King, 2015; English, Hudson & Dawes, 2013; English & Mousoulides, 2011; Wendell, Watkins & Johnson, 2016). Çalışmada da bu bulguları destekler nitelikte öğrencilerin tasarım ölçüt ve kısıtlamalarında bir farkındalık oluştuğu gözlenmiş ve uygulama süreçlerinin artırılması ile öğrencilerde daha çok bilinçlenme olabileceği düşünülebilmektedir.

2. Değerlendirme kriteri ‘Tasarım süreci ile ilgili aşamaları ifade edebilme’ kriteridir. Tasarım sürecinin doğru ifade edebilmesi için tasarım yapabilmek için gerekli bilgilere sahip olunması gerekir ve bunu saptamaya yarayan ikinci kriter için öğrenci ortalama puanları ilk tasarım için 1.48, ikinci tasarım için 1.95, üçüncü tasarım için 2.14 olarak hesaplanmış ve öğrencilerin tasarım sürecinin farkındalığının süreç içerisinde olumlu yönde arttığı saptanmıştır. Öğrencilerin ilk kez karşılaştıkları STEM mühendislik tasarım süreci bilgilerinin zamanla olumlu yönde artması çalışmada hedeflere ulaşıldığını göstermektedir. Daha önce yapılan birçok çalışmada STEM uygulamaların öğrencilerin mühendislik tasarım durumlarının, tasarım süreci ile ilgili bilgi ve beceri düzeylerinin önemli ölçüde geliştiği ileri sürülmüştür (Brophy, Klein, Portsmore & Rogers, 2008; Cunningham & Hester, 2007; Dorie, Cardella & Svarovsky, 2014; English, Hudson & Dawes, 2013; English, Hudson & Dawes, 2012; English & King, 2015; English & Mousoulides, 2011; English & Mousoulides, 2009; Hsu, Cardella & Purzer, 2012; Luo, 2015; Mousoulides, 2013; Mousoulides & English, 2009; Nadelson, Pfiester, Callahan & Pyke, 2015; Wendell, 2013; Wendell, Connolly, Wright, Jarvin, Rogers, Barnett & Marulcu, 2010; Wendell, Watkins & Johnson, 2016). Yapılan bu çalışmalar elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

3. Değerlendirme kriteri ‘Tasarım ve şematize etme’ dir. Mühendislik becerilerinden tasarım ve tasarlanacak materyallerin şematize edilmesi başarılı bir tasarım için ön koşuldur. Üçüncü kriter için öğrenci ortalama puanları ilk tasarım için 1.29, ikinci tasarım için 2.48, üçüncü tasarım için 2.48 olarak hesaplanmıştır. Veriler incelendiğinde öğrencilerin birinci tasarım puanları ile ikinci tasarım puanları kıyaslandığında puanda yükselme olduğu, ancak üçüncü tasarım puanında bir

değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Verilere göre süreçteki ortalama puanlarda ilk aşamada bir artış olmasına karşın daha sonraki aşamada herhangi bir farklılaşma gözlenmemesi öğrencilerin kapasitelerine bağlı olduğu düşüncesini oluşturmaktadır. Yani öğrenciler ilk aşamada belli düzeyde gelişme gösterirken daha sonraki tasarımlarını açıklamada ve çizimlerinde bir değişiklik olmamıştır. Wendell vd. (2010) çalışmalarında öğrencilerin prototip oluşturmaya yönelik planlama belgeleri, ön taslakları, yazma ve çizme faaliyetlerinin önemli olduğu ve öğrencilerin çizimlerle fikirlerini açıklamaları konusunda desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktadırlar. Uygulama sürecinde her aşamada farklı düzeyde gelişme olabileceği için daha üst düzey gelişmeler belki de öğrenci kapasitesini aştığı için ortaya çıkmış olabilir. Yine benzer şekilde English, Hudson ve Dawes'nin (2012) yaptıkları çalışmalarda öğrencilerin STEM tasarım süreçleri ile ilgili deneyimlerine rağmen mühendislik tasarım ve çizimleri ile ilgili olarak yeterli bilgiye sahip olmamalarının yetersizlik yaratabileceğini belirtmişlerdir.

4. Değerlendirme kriteri 'Tasarımla ilgili sahip olunan bilgiler' kriteridir. Burada ifade edilmek istenen öğrencilerin tasarımla ilgili; hazır bulunuşlukları konusunda öz yeterlilik ifadeleri; Yaşam düzeneği ile ilişkilendirme yani kendi yaşantısı içerisinde tasarlanması istenen şeyle ilgili algılamalara sahip olup olmadığı, ürünün yapısını ve kullanım alanlarını bilip bilmediği ve tasarlanan şeyle karşı karşılaşmadığı durumunun belirlenmesidir. Örneğin tekne tasarımı ile ilgili tasarım formunda bir tekne tasarlanması ile ilgili olarak, (Ö.6) bir teknenin yapısının nelerden oluştuğunu bilmiyorum şeklinde ifade etmiştir. Dördüncü kriter için öğrenci ortalama puanları ilk tasarım için 1.76, ikinci tasarım için 1.86, üçüncü tasarım için 2.62 olarak hesaplanmıştır (Tablo 14). Süreç içerisinde öğrencilerin yapacakları tasarıma yönelik ilgilerinin arttığı ve kendi kendilerine bilgi edinmek için çaba gösterdikleri gözlenmiştir. Öğrenciler yaptıkları tasarımlar ile gerçek yaşam arasında bağlantı kurarak bilgi düzeylerini farklılaştırmış ve buna bağlı olarak da tasarımlarında gelişme gösterdikleri görülmektedir. Çalışmayı destekler nitelikte olan daha önce yapılan birçok çalışmada da öğrencilerin yaşam bağlamları oluşturularak gerçek yaşam problemlerine çözümler üretmede başarılı sonuçlara ulaşılabileceği ifade edilmektedir (Brophy vd., 2008; English & Mousoulides, 2011; Lachapelle vd.,

2011; Mousoulides & English, 2009; Nadelson vd., 2015; PCM, 2009; PKAL, 2006 Yildiz, 2013).

5. Değerlendirme kriteri 'İhtiyaç duyulan bilgi' yani tasarım için gerekli bilgileri belirleme kriteridir. Burada ifade edilmek istenen öğrencilerin konu ile ilgili hangi bilgileri isteyeceği konusunda veya talep ettiği bilginin konu ile ilgili olup olmadığı konusunda yer alan ifadeler yani tasarlanması düşünülen konu ile ilgili hangi malzemelerin kullanılması konusunda bilgi sahibi olma ya da bilgi talep etme şeklinde sıralanmaktadır. Beşinci kriter için öğrenci ortalama puanları ilk tasarım için 1.67, ikinci tasarım için 2.05, üçüncü tasarım için 2.24 olarak hesaplanmıştır (Tablo 12). Öğrencilerin tasarıma yönelik içerik bilgisi ne kadar fazla ise o kadar başarılı tasarımlar ortaya koymasına beklenmektedir. Bu nedenle öğrencilerin yaşamdan bağlam oluşturabilecekleri ve ilgilerini çekecek problem durumları ile karşılaşmaları önemli ve gereklidir. Benzer biçimde Nadelson, Pfiester, Callahan ve Pyke (2015) yaptıkları çalışmada öğrencilerin STEM tasarım derslerinde başarılı olabilmeleri için yaşamla ilişkilerin kurulması ile sorunun çözümü için öncelikle içerik bilgisinin ve deneyimin önemini vurgulamakta ayrıca süreçte deneyimleri ve bilgi düzeyi arttıkça daha üst düzeyde tasarımlar yapabileceklerini ifade etmişlerdir. Süreç içerisinde tasarım konusundaki bilgilerin artması ve deneyim kazanmaları ile birlikte öğrenci tasarımlarının daha çok geliştiği saptanmıştır.

Öğrencilerin süreç boyunca kullandıkları tasarım formlarında yer alan ve yukarıda belirtilen beş kritere bağlı olarak yapılan genel değerlendirmede puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olduğu ortaya çıkmıştır. 1. Tasarım ortalaması ($\bar{X} = 1.68$), 2. Tasarım ortalaması ($\bar{X} = 2.18$), 3. Tasarım ortalaması ($\bar{X} = 2.41$) olarak hesaplanmıştır (Tablo 13). Bu durum öğrencilerin tasarım süreçlerinde olumlu yönde gelişme gözlemlendiğini ortaya koymaktadır.

5.1.5 Öğrenci Gruplarının Tasarımları

STEM uygulamalarının devam ettiği süreç boyunca öğrencilere her tasarım için aşamalı olarak ne yapmaları gerektiği belirtilmiş, süreç içerisinde yaptıkları tüm çalışmaları not edebilecekleri ve öğrendikleri bilgileri aktarabilecekleri kılavuzlar verilmiş ve bu kılavuzlar 5 farklı kritere göre değerlendirilmiştir. Bu kriterler; Bilgiyi

Kullanabilme, Sonuç Çıkarma, Şematize Etme, Tasarlama ve Uygulama, Araştırma ve Bilgi Toplama olarak sıralanmaktadır.

Grup kılavuzlarının ortalama puanları incelendiğinde her bir grup için tasarım kılavuzu ortalama puanlarında artan veya azalan düzensiz bir değişim olduğu gözlenmiştir (Tablo 14). Grup kılavuzları değerlendirildiğinde süreç sonunda 1. grup tam puan almış, diğer gruplar ise süreç tam puan almaya bile süreç içerisinde bilgiyi kullanabilme açısından gelişme gözlenmiştir (Tablo 14). Öğrencilerin belli bir bilgi birikimine ulaşması öğretimin genel hedefleri arasında gösterilebilmektedir. Ancak bilgi birikimi öğrenci bilgiyi kullanabiliyorsa anlamlı olacaktır. Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile birlikte bilgiye ulaşmak çok kolay olmaktadır. Bu nedenle önemli olan bireyin elinde var olan bilgiyi yeni bilgi ve becerilere ulaşmak üzere ne kadar kullanabildiğidir. Bu gelişim süreç açısından olumlu bir durum olarak değerlendirilebilmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda benzer sonuçların elde edilmiştir. Çocuklarda mühendislik tasarım sürecinde çizimlerin yanı sıra hesaplamalar, ölçümler yaptıkları ve her bir tasarım sürecini başlatma tekniklerini geliştirerek fen ve matematiği birlikte kullanma başarısı sergiledikleri (English & King, 2015), STEM uygulamalarında kullanılan teknolojik araçların ve robotik çalışmalarının öğrencileri düşünmeye yönlendirdiği ve bilgilerini yeni durumlarda kullanma fırsatı sunduğu (Barker vd., 2010), mühendislik eğitiminin tasarım, sorun giderme ve analiz faaliyetleri yoluyla gerçek yaşamdaki problemleri çözmek için çeşitli bilgi ve becerileri edinmeyi desteklediği şeklinde olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Brophy vd., 2008).

Grup klavuzunda ikinci kriter olarak yer alan sonuç çıkarma değerlendirildiğinde 1. ve 2. grupların 1. kılavuzlarındaki bulguların 2. kılavuza göre sonuç çıkarma özelliği açısından daha yüksek puanlara ulaşılmıştır. Başlangıçta motivasyonu en yüksek olan bu iki grup da çalışmalarını daha önce bitirip bekleme süreleri olumsuz yönde etkilemiş motivasyonlarını azaltmış ve bu olumsuz durum grup kılavuzlarını doldurma konusunda da isteksizlik oluşturmuştur. 1. kılavuzdaki daha yüksek puanların bu nedenle düştüğü söylenebilmektedir. Halbuki bu iki grup başlangıçta çok istekli, çok aktif ve işlerini en kısa sürede bitiren gruplar olarak gözlenmekteydi ancak bitirdikten sonra diğer grupları bekleme durumu motivasyonlarını düşürmüştür. Diğer grupların ise süreç içerisinde sonuç çıkarma özellikleri açısından

grup kılavuzlarında sürekli bir artış göstermektedirler. 1. ve 2. gruplarda ilk kılavuzun 2. kılavuzdan daha yüksek puan almasının nedeni olarak problem konusuna dair öğrenci ilgisinin farklılaşabilmesi ve süreç içerisinde bilgiyi kullanarak sonuç çıkarma konusunda gelişim göstermeleridir. Brophy vd. (2008) de çalışmalarında öğrencilerin bilgiyi sentezleyerek sonuç çıkarmanın STEM çalışmalarının kazandıracığı beceriler olarak belirtmişlerdir.

Üçüncü kriter olan, şematize etme değerlendirildiğinde tüm grupların ilk tasarımdan yüksek puan aldığı görülmekte ve süreç içerisinde de öğretmenin dönütleri ve çalışmanın niteliğine uyum sağlamaları ile birlikte tasarımlarını istenen ölçüde şematize edebilen tüm gruplar tam puan almıştır. Sözlü ifadede zorluk yaşayan öğrencilerin çizim konusunda başarılı olmaları olumlu bir özellik olarak görülmektedir. Çalışmayı destekler nitelikte English ve King'de (2015) benzer biçimde yaptıkları çalışmada çizim yapma konusunda öğrencilerin uygulama süreci boyunca başarılı olduklarını ifade etmektedir.

Dördüncü kriter olan, tasarlama ve uygulama değerlendirildiğinde öğrencilerin genel olarak başarılı olduğu, 3 grubun süreç boyunca tam puan aldığı diğer üç grubun ise ilk kılavuzda düşük daha sonra o grupların da tam puan aldıkları gözlenmiştir. Bu durumun en önemli nedeni öğrencilerin grup çalışmalarına uyum sağlamaları olarak gösterilebilmektedir. Eğer grup çalışmalarında sorun çıkarsa ve iletişim problemleri olursa öğrencilerin tasarlama ve uygulama konusunda aynı düzeyde başarıyı sergileyemeyeceklerdir. Nitekim Meadows, Sekaquaptewa ve Parette (2015) yaptıkları çalışmalarında benzer problemlerle karşılaştıklarını belirtmektedirler. Ancak English ve King (2015) yaptıkları çalışmada süreç içerisinde yer alan öğrencilerin uyumlarının tasarımlarının gelişmesinde de olumlu yönde etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çalışmada beşinci kriter olan, araştırma ve bilgi toplama konusunda tüm gruplar ilk tasarımda düşük puan alırken süreç içerisinde puanlarda bir artış gözlenmiştir. Diğer kriterle birlikte değerlendirildiğinde bu kriterdeki artışın diğer kriterlerdeki artıştan daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak okullarda ilk yıllardan itibaren bilginin öğrencilere hazır olarak sunulması araştırma, bilgi toplama ve toplanan bilgileri analiz etme konusunda herhangi bir eğitim verilmemesidir.

Öğrencilerin okullarda gerçekleşen öğrenme yaşantılarında kendilerine ait araştırma süreçleri ile bireysel çabaları gerekmediğinden araştırmaları ve bilgi toplamaları istendiğinde zorlanmış ve isteksiz davranmışlardır. Öğrenme sürecinin ileri aşamalarında bireysel olarak bilgi toplama ve bunları değerlendirme durumu mutlaka gelişerek bir davranış halini almalıdır ki Wendell (2013) öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada STEM uygulama sürecinde öğretmen adaylarının bilgi toplamaya daha fazla zaman ayırdıklarını saptamıştır.

5.1.6 Öğrencilerin Yaşam Becerileri

STEM uygulamaları süresince tüm gruplar iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip etme, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı kullanımı, ürün oluşturma ve sunum gibi kriterler açısından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu kriterlerin gerçekleşme durumu 1-4 puan arasında değerlendirilmiştir. Gruplar bu kriterler açısından çok az miktarda farklılıkları olmasına rağmen genel olarak gelişme göstererek ve olumlu yönde kazanımlar edinmişlerdir. Örneğin 1. grup süreç boyunca değerlendirildiğinde grup üyeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum kriterlerinin tümünde ilk haftada düşük olan puanların 2. haftadan itibaren tüm kriterler açısından artış göstermeye başladığı ve süreç sonunda yüksek bir düzeye ulaştığı saptanmıştır (Tablo 15). Bu durum beklenen bir sonuç olup grup üyelerinin süreç içerisinde birbirleriyle uyum sağlamaları ve grup çalışmasının gerektirdiği davranışları sergilemeleridir. Yani grup üyeleri uygulama sürecinde yüksek düzeyde önemli kazanımlara ulaşmışlardır. Bu gruptan az çok farklılık gösteren 2. grup değerlendirildiğinde ise grup üyeleri arasındaki iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, bireysel davranışlar, yönergeleri takip, bilgisayar ve malzeme kullanımı, zamanı etkin kullanma, ürün oluşturma ve sunum ilk hafta düşük iken süreç içerisinde de az gelişme göstermiştir (Tablo 16). 2. grupta ilk andan itibaren erkek ve kız öğrenciler arasında cinsiyete dayalı çatışma nedeniyle iş bölümünün yapılmadığı erkek öğrencilerin genellikle her şeyi kendilerinin yapmak istediği gözlenmiş ve bu çatışma nedeniyle organize olamadıkları gözlenmiştir. Öğrenciler arasında bu çatışmaya bağlı olarak iletişim bozukluğu meydana gelmiş karşılıklı saygı gösterilmemesi nedeniyle öğrencilerin sorumluluk alma bilgi toplama gibi bireysel konularda motivasyonları

azalmıştır. Grup üyeleri motivasyonlarını kaybettikleri için bilgisayar ve malzeme kullanımında sorumsuz davranmış ve yönergelere uymadıkları gözlenmiştir. Grup içi işbirliği yapılmadığı için hem ürün oluşturma hem de sunumda olumsuzluklar yaşamışlardır.

Tüm grupların genel puan ortalamaları haftalara göre değerlendirildiğinde ilk hafta puan ortalamasının tüm gruplar için düşük olduğu görülmektedir (Tablo 17). Öğrencilerin yeni karşılaştıkları bir uygulama yaklaşımına hemen uyum sağlamaları beklenmemektedir. Uygulama süreçleri içerisinde öğrencilerin puan ortalamalarının yükselmesi grup çalışmalarına ve dersin yürütülüş biçimine uyum sağladıklarını göstermektedir. Öğrencilerin STEM uygulamalarında kazanacakları yaşam becerileri öğrencileri gerçek hayata hazırlaması açısından önemlidir. 21. yy da bireylerin sahip olmaları beklenen iş bölümü ve organizasyon, iletişim ve karşılıklı saygı, zamanı etkin kullanma gibi yaşam becerilerinin okul sıralarında kazandırılması öğrencileri hayatta daha başarılı olmalarını ve problemler karşısında daha güçlü bir şekilde mücadele etmelerini sağlayacaktır. Çalışmayı destekler biçimde Mann ve Mann (2016) çalışmalarında işbirliğinin ve iletişimin mühendislikteki diğer özelliklerle aynı derecede önemli olduğu ve dünyayı değiştirme imkânı arayan çocuklar için mühendisliğin önemli bir yol olarak önerilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Lachapelle vd. (2011) ise çalışmalarında STEM süreçlerinde öğrencilerin iletişim becerilerinin arttığını, takım çalışması becerilerinin güçlendiğini belirtmişlerdir.

STEM uygulama süreçlerini değerlendiren diğer çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların özelliklerine bağlı olarak farklı olumlu durumların ortaya çıktığı görülmektedir. Örneğin Mishra vd. (2006) çalışmalarında öğrencilerin öğrenme sürecinin son ürünleri olan somut ve anlamlı eserleri tasarlamak için işbirlikçi gruptaki tasarım, teknoloji kullanımı ve araştırmalara aktif olarak katılmalarının gerektiğini belirtmektedirler. Luo (2015) ise yaptığı çalışmada öğrencilerinin tasarım oluşturma ve kooperatif öğrenmeyi bir mühendislik tasarım projesinde incelemiş, kooperatif öğrenme sürecinde birçok sorun gözlemlendiği en önemli sorunun ise bir grubun baskın veya en yetenekli bazı üyeleri başkalarının pahasına liderlik rollerini üstlenmeleri olarak ifade etmekte, tasarım sorumluluğu grup üyeleri arasında paylaşıldıkça, bazı diğer öğrencilerin toplumsal bağlama olarak adlandırılan tam potansiyele çalışmadan grup çalışmasının avantajından yararlandıklarını

belirtmektedir. Kärkkäinen ve Vincent-Lancrin (2013) STEM'de teknoloji ve işbirliği eğitiminde ortaya çıkan yenilikleri sundukları çalışmalarında süreçte kendilerini düşük performanslı olarak gören öğrenciler için güvenli bir ortam sunularak arkadaşlarıyla tartışmalara ve işbirliğine yeniden katılmalarının sağladığını ve beceri gelişiminin izlenmesini ve edinilmesi gereken becerilerin tanımlanmasını da kolaylaştırdığını ifade etmektedir. Meadows, Sekaquaptewa ve Paretto (2015) çalışmalarında deneyimlerin sinerjik olmasının önemli olduğunu böylece her birey bir takım çalışmasının bir bölümünü kendi başlarına başarabileceklerini öğrendiğini ve yerine getirdiğini bununla birlikte başarabilecekleri şeylerle orantılı olan bu becerilere kendilerine güven seviyelerini geliştirdikleri vurgularken grupta öğrenme yaklaşımlarında, öğrencilerin daha yüksek notlar elde ettikleri, daha derin bir düzeyde öğrenmeleri ve daha uzun sürede bilgi tutabilecekleri bir eğitim ortamı oluşturarak öğrencilere fayda sağladığı belirtilmektedir. Gerek elde edilen sonuçlar gerek yukarıda sunulan çalışmalar dikkate alındığında STEM uygulamaları genel olarak hem bireysel hem de grupta öğrenme açısından önemli kazanımlar sağlamaktadır.

5.1.7 Öğrenci Görüşleri

5.1.7.1 Öğrenci Günlükleri

STEM uygulamalarının hedefleri arasında sadece ders içeriğinin öğretilmesi değil aynı zamanda tasarım yapma, ürün oluşturma, bireyler arasında iş birliği, iletişim ve sürecin değerlendirilmesi gibi hedefler de yer almaktadır. Çalışmalarda öğrencilerin konuyu öğrenirken grup çalışmasıyla iletişim becerilerini ve el becerilerini geliştirecek, teknolojiyi kullanarak ürün ortaya koyacakları yaşantılar sağlanmaktadır. Çalışma süreci genel olarak değerlendirildiğinde öğrencilerin ilk kez yaptıkları uygulamalar süresince birçok deneyim kazanmışlardır Ürün tasarlarlarken yaratıcı fikirlerin arttığı, bilgisayar başındaki uygulamalarda pratiklik kazandıkları ve ürünlerin sunumunda süreç içerisinde daha başarılı hale geldikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrenci günlükleri değerlendirildiğinde en çok dikkat çeken durumlardan biri öğrencilerin grup çalışmasında yaşanan grup içi sıkıntılardan bahsetmeleridir. Öğrencilerin öğrenme süreçlerindeki grupta çalışma deneyimlerinin az olması nedeniyle paylaşımlarının da az olması, iş birliği, iş bölümü, sorumluluk ve fikirlere

saygı gibi grup içi yaşantılar konusunda zorlandıkları gözlenmiştir. Buna karşın öğrencilerin grup çalışmalarında farklı bakış açıları ile karşılaşmaları ve akran öğrenmeleri açısından da gelişmeler olarak ifade edilebilir. Ayrıca öğrenciler grup üyelerine bağımlı hareket etmenin zorluğunu ve üye eksikliğinde yaşanan sıkıntıları açısından sürecin olumsuz yönlerini de dile getirmişlerdir. Halbuki günümüzde eğitim süreçlerinde ve sonrasında iş hayatında başarı için grup çalışması ve işbirliğinin önemi büyüktür. Benzer şekilde Ünlü ve Aydın'tan'da (2011) yaptıkları çalışmada sosyal becerilerin gelişmesinde grup çalışmalarının önemine dikkat çekmektedirler.

Öğrenci günlüklerinde süreç ile ilgili olumlu yaşantılarından bahsedilmekle birlikte uygulama sürecinin emek gerektirdiğini ve zor olduğunu ve uygulama sürecinde gürültünün olumsuz etkilediğini belirten öğrenciler de bulunmaktadır. Bunun tersine süreci daha olumlu, eğlenceli ve öğretici bulan ifadeler de yer almaktadır. Sürecin eğlenceli hale getirilmesi doğal olarak tüm öğrenme durumlarında olumlu etki yapmaktadır. Mousoulides (2013) de yaptığı çalışmada öğrencilerin STEM tasarım süreçlerinde yaptıklarının tadını çıkararak eğlendiklerini belirtmektedir.

5.1.7.2 Tasarımla İlgili Mülakatlar

Öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri cevaplarda STEM etkinlikleri ile ilgili hiç görmediğim cisimlere dokundum, eğlendim, konuyu daha iyi anladım gibi ifadeler rastlanmaktadır. Ayrıca öğrenciler bilgisayarda tasarımlar yapmak, ürün ortaya koymak ve çalıştığını görmek hoşuna giden kısımlar olarak ifade etmektedirler. Süreçte el becerilerinin geliştiğini, proje yapmaya ilgilerinin arttığını, daha çok bilgi edindiğini, bir tasarım yaparken nelere dikkat edileceğini öğrendiğini belirtenler bulunmaktadır. Bu ifadelerden yola çıkarak STEM uygulamalarının öğrencilere olumlu yaşantılar sağladığını söylebilmektedir. Öğrencilerden çalışmanın başında nasıl yapacağımız belli olsaydı daha iyi öğrenirdim diyenleri de bulunmaktadır. Bu durumun çalışmalar sırasında zorlanmaları nedeniyle hazır bilgiye alışkın olan öğrencilerin kolaya kaçma eğiliminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Uygulama sürecinde grup çalışmaları sırasında bilgi paylaşımı ve işbirliği konusunda başarılı olan öğrenciler olduğu gibi süreç içerisinde daha az gelişme gösteren öğrenciler de olmuştur. Zaman içerisinde öğrencilerin büyük çoğunluğunun daha

yapıcı iletişim kurmaya başladıkları gözlenmiş ancak az da olsa bazı öğrencilerin bireysel olarak çalışmakta ısrarcı olup grup performansını düşürdükleri dikkati çekmiştir. Bu durumun öğrencilerin uzun soluklu grup çalışmalarına alışkın olmamalarından ve aralarındaki bireysel farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Erdamar ve Demirel'in (2010) grup çalışması ile ilgili yaptıkları araştırmada benzer şekilde olumlu ve olumsuz durumların ortaya çıktığını ileri sürmüşlerdir. STEM uygulamalarında grup çalışmalarının iş bölümü, sorumluluk alma, paylaşım ve iletişim becerilerinin gelişiminde önemli bir rolü olduğu ve bunun ürün oluşum süresi ve niteliğine yansıdığını gözlenmiştir. Şahin, Ayar ve Adıgüzel (2014) yaptıkları okul sonrası etkinliklerde çalışmayı destekler nitelikte grup çalışmalarının STEM uygulamalarına ve beceri gelişimine olumlu etkilerini ifade etmektedir. Meadows vd. (2015) sosyal psikoloji, ırk ve toplumsal cinsiyet teorisi ve mühendislik eğitiminin kesişim noktasındaki mühendislik ekip çalışması ortamı üzerinde yapılan araştırmaların, sınıfların ve kurumların, tüm öğrenciler için grup öğrenme deneyimlerini ve öğrenme sonuçlarını zenginleştirmek için yapabileceği önemli değişiklikleri ortaya çıkaracağını belirtmektedirler.

Öğrencilerin uygulama sürecindeki motivasyonlarını etkileyen malzemelere dokunmaları, kendi ürünlerini oluşturmaları gibi nedenlerle öz güven ve başarı duygusunun geliştiği belirlenmiştir. Buna bağlı olarak süreç içerisinde derse karşı daha istekli oldukları ve ürün oluşturmada daha yaratıcı hale geldikleri gözlenmiştir. Öğrencilerin eğlenerek mutlu olmalarını sağlayacak süreçler, öğrenci motivasyonunu yükselterek başarıya ulaşmalarını sağlayacaktır. Ayrıca öğrencilerin ders sonrası çalışmalar için planlama yapmaları ise STEM çalışmaları ile ilgili olumlu tutum sergilediklerini göstermektedir. Benzer şekilde Yıldırım ve Altun'a (2015) göre STEM uygulamaları öğrenci tutumlarına ve başarılarına katkı sağladığını ileri sürmüşlerdir.

Uygulama sürecinde karşılaşılan sorunlara bakıldığında en rahatsız edici olarak ortamda meydana gelen gürültü ve kargaşadır. Gürültünün azaltılması için uygun grup sayılarının belirlenmesi, sınıf mevcudunun dikkate alınması, görev dağılımı gibi uygulama öncesi çalışmaların gerekli olduğu ortaya çıkmıştır. English, Hudson ve Dawes (2012) de çalışmalarında öğretmenin öğrencileri gruplara ayırması ve grup ihtiyaçlarını belirlemesinin göz önünde bulundurup öğrencilere daha net roller

sunmaları gerektiği vurgulanmaktadır. STEM uygulamalarında öğretmenler de öğrenciler gibi süreçle ilgili deneyimler kazanıp süreç ile ilgili daha çok bilgiye ulaştıklarında, sınıf içi yaşantıları kontrol etmede ve yönetmede daha başarılı rol oynayacakları düşünülmektedir. Kendall ve Portsmore (2013) çalışmalarında araştırma sonuçlarına göre öğretmenlerin STEM süreçleri içerisinde öğrencilere yaklaşımları, öğrencilerin karşı karşıya kaldıkları sorunlara yönelik destekleri ve öğrencilerine ders amaçlarına paralel süreç yönetimleri olumlu yönde değiştiği ifade etmektedirler. Benzer biçimde Wendell vd. (2016) STEM ile ilgili çalışmalarında öğretmenlerin sınıflarda neler olacağını önceden belirleme ve pedagojik kararlara dayanarak yönlendirme ve mantıksal değerlendirmeler yapmalarının önemine vurgu yapmaktadırlar. English, Dawes, Hudson ve Byers (2009) ise çalışmalarında mühendislik düşüncesinin öğretilmesini kolaylaştırmak için hangi öğretmen mesleki gelişim fırsatlarının belirlenmesinin önemli olduğu belirtmektedirler. STEM süreçlerini yönetmede öğretmen eğitiminin gerekli olduğuna vurgu yapan birçok çalışmaya rastlanmaktadır (Estepa & Tank, 2017; Nadelson, Pfiester, Callahan & Pyke, 2015; Wendell, 2013). Grup üyelerinin aynı ders saati içinde tartışarak yeni fikirlere ulaşmaları, ortak kararlar çizim yapmaları, bilgisayarda tasarımlar yapmaları, uygun malzeme seçimi ve materyallerle prototip ortaya koymaları gibi çoklu yaşantıların meydana gelmesi gürültünün seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır. Bu nedenle öğrenciler bu tip uygulamalarla daha sık karşılaştıklarında, daha az gürültülü bir ortamın yanı sıra daha planlı çalışmayı öğrenerek başarıları artacaktır. Nitekim Altıparmak ve Nakiboğlu (2005) de yaptıkları çalışmada zaman içerisinde öğrencilerin grup çalışmalarındaki başarılarının arttığını belirtmişlerdir.

5.1.8 Araştırmacı Gözlemleri

STEM uygulamaları sırasında araştırmacı tarafından yapılan gözlemler not edilerek ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Uygulama sürecinde başlangıçta motivasyonu öğrencilerin düşük olan öğrencilerin süreç içerisinde motivasyonlarının yükseldiği kaydedilmiştir. Bunun nedeninin bizzat yaparak yaşayarak öğrenmeleri ve öğretmen tarafından uygulanan pasif anlatım yerine öğrenci merkezli aktif çalışma içerisinde yer almalarıdır. Çünkü öğrenmesi gereken bilgiyi hem bireysel olarak kendileri almaya çalışırken hem de grup içi çalışmayla akran öğrenmeleri gerçekleşmektedir. Nitekim daha önce Uzun ve Keleş (2012) tarafından yapılan çalışmada da STEM süreçlerinde öğrencilerin motivasyonlarının arttığı belirtilmiştir. Çalışma sürecinde

öğrencilerin motivasyonlarının arttığını gösteren önemli durumlardan biri de bazı öğrencilerin tasarımlar için evlerinden malzemeler getirmeleri ve görevlerini içselleştirmeleri gösterilebilir. Ayrıca bazı öğrencilerin tasarımlarda kullanılan motor, kablo, anahtar gibi malzemeleri nereden temin edeceklerini öğrenmeleri de süreç içerisinde merak duygularının artarak yaratıcılık ve üretim gelişimi açısından olumlu olarak değerlendirilebilmektedir. Bazı öğrencilerin yapılan STEM tasarımlarının ‘sanatçı gibi davranmak’ olarak nitelendirilmesi buldukları yaş itibarıyla kavrama düzeyi olarak da üst düzey zihinsel beceri gerektirdiği için dikkat çekicidir.

Süreç içerisinde kaydedilen notlar değerlendirildiğinde öğrencilerin sorumluluk alma, iş bölümü ve organizasyon konusunda gelişmeler gösterdiği, bazılarının fikir üretme, ürün oluşturma ve paylaşım konusunda daha iyi düzeye geldikleri ve bazı öğrenciler ise liderlik özelliklerini göstermeye çalıştıkları gözlenmiştir. Öğrenciler çok da alışkın olmadıkları grup çalışmalarına başlangıçta uyum gösterememişlerdir. Ancak süreç içerisinde çalışmalarda öğrencilerin bireysel farklılıkları ortaya çıkarak grup çalışmalarında beklenen özellikleri sergilemişlerdir. Ayrıca öğrenciler farklı gruplarla da etkileşimlere girerek fikir alışverişinde bulunmaya başlamışlardır. Şahin vd. (2014) yaptıkları çalışmada öğrencilerin ortak bir hedef doğrultusunda çalışırken diğer gruplarla da ortaklık kurmalarının farklı meslek grupları arasındaki işbirliği çalışmalarını gibi gerekli olduğunu ifade etmektedirler. Bu durum STEM çalışmalarının bireylerde paylaşım ve bilgi alışverişi gibi özellikleri yansıtması açısından önemlidir.

Uygulama sürecinde bazı gruplarda grup içerisinde cinsiyete bağlı tartışmalar yaşanmış, kız öğrencilerle erkek öğrenciler arasında bir işi daha iyi yapıyor olma konusunda çatışmalar çıkmış ve kız öğrenciler kendilerini ispat etmek için gayret göstermeye başlamışlardır. Bu durum toplumun tüm kesimlerinde özellikle yapılan işlerin kadın işi, erkek işi olarak sınıflandırılarak tasarım, mühendislik gibi görevlerin kadınlardan ziyade erkeklere göre algılanmasından dolayı şaşırtıcı değildir. Holter (2016) çalışmasında öğrencilerin teknoloji etkinliklerinin hem erkek hem de kızlar için olduğunu düşünemedikleri, teknolojinin kız ve erkek öğrencilerin cinsiyete atfedilen teknoloji algılamasında toplumsal cinsiyet kalıplarını taşıdıkları ve kız öğrencilerden ziyade erkek öğrencilere yönelik olduğu düşüncesinin hakim

olduğu belirtmektedir. Capobianco, Diefes-dux, Mena ve Weller (2011) ise çalışmalarında temel olarak öğrencilerin mühendis fenomeni konusundaki düşüncelerini anlamayı hedeflemiş, öğrencilere mühendis resmetmeleri istendiğinde yarısından fazlasının erkek mühendis çizmesinin mühendisliğin toplumsal bakış açısını da ortaya koyması açısından dikkat çekici olduğu ifade etmişlerdir. Navruz, Erdogan, Bicer, Capraro ve Capraro (2014) yaptıkları çalışmada STEM eğitiminde fırsatlar sunulduğunda toplumsal bakış açısının aksine kız öğrencilerde erkeklere göre daha olumlu bir gelişme gözlemlendiğini belirtmektedirler.

Türkiye’de ve dünyada mühendisliğin erkeklere yönelik olduğu algısının kırılması için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin Türkiye’de 2016 yılında başlayan ve iki yıl devam edecek olan ‘Bal Arıları Mühendis Oluyor Projesi’ ile hedeflenen mühendislik mesleğini seçen kız öğrencilerin sayısını arttırmaktır. Amerika’da ise 2012 de başlayan ‘Engineer Girl’ projesi ile kız öğrencileri mühendislikle buluşturmak hedeflenmektedir. Sullivan (2016) çalışmasında STEM teknoloji ve mühendislik konusundaki cinsiyet klişesini değiştirmek için robotik kullanımı araştırılmasında erkek öğrencilerin ön testte mühendislikten daha fazla keyif alacaklarını belirtirken robotik müfredatını tamamladıktan sonra erkek ve kız çocukları arasında anlamlı fark bulunmadığını belirtmiştir. Yine aynı çalışmada robotik uygulamaları kadın öğretim ekibi tarafından gerçekleştirildiğinde erkek öğrenciler ve kız öğrencilerin performansları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ancak, bir erkek öğretim ekibi tarafından öğretildiğinde, erkeklerin ileri bir programlama görevinde kızlardan anlamlı derecede iyi performans gösterdiği ortaya koyulmuş ve teknoloji-mühendislik konusundaki erkeksi yanlılıklarla erken nesil müdahalelerin önemine vurgu yapılmıştır. Benzer biçimde Mills’de (2013) yaptığı çalışmada STEM kariyer hedeflerinde cinsiyet faktörünün öneminin farkına varılması bu konuyu aşmak için ayrıca çalışılması gerektiğini belirtmektedir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında öğrencilerin işbirliğine dayalı grup çalışmalarında zorlandıkları ortaya çıkmıştır. Bu durumun en önemli nedeni öğrencilerin grup çalışmalarına alışkın olmamalarıdır. Ayrıca STEM çalışmalarında ortaya bir ürün konulması gerektiği için her üyenin görev ve sorumluluklarının bilincinde olması gerekmektedir. Herhangi bir grup üyesinin isteksiz olması dahi ürün ortaya koyamama gibi sonuçlara yol açabilmekte ve tüm grubun çabasını boşa

çıkarmaktadır. STEM uygulama süreci içerisinde gerçekleşen işbirlikli grup çalışmalarına uyum sağlayan öğrenciler grup çalışmasına uygun rol üstlenmeye ve daha başarılı sonuçlar almaya başlamıştır. Bu durum öğrencilere kazandırmak istenen hedeflere yaklaşıldığını göstermektedir. İşbirliği içerisinde çalışarak fikir alışverişi yapan öğrencilerin daha başarılı olmaları olumlu bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır.

Öğrenme sürecinde öğrencinin motivasyonu ne kadar yüksek olursa öğrenme süreci o derece eğlenceli ve öğrenme o derece kalıcı olur. Bilindiği üzere öğrencilerin kendi deneyimleri ile eğlenerek öğrenmeleri hem deneyim kazanmalarını hem de kalıcı öğrenmelerini sağlamaktadır. Öğrencilerin malzemelere dokunarak kendi yaratıcılığını ortaya koymaktan keyif almaları ve uygulama sürecinde eğlenmeleri STEM uygulama sürecinin olumlu bir özelliği olarak değerlendirilebilmektedir. Öğrencilerin yaratıcılıkları sınırlandırılmadan özgürce çalışmaları, derslerde strese ve bir kalıba girmelerini engelleyerek kaygıyı azaltmaktadır.

Uygulama sürecinde meydana gelen olumsuz durumlarla ilgili kaydedilen gürültü öğrencilerin sınıf içerisinde gelişigüzel dolaşmaları ve buna bağlı olarak sınıf içerisinde düzensizliğin oluşması daha sonra düzeltilebilecek ve tolere edilebilecek olumsuzluklar olarak kaydedilmiştir. STEM uygulama sürecinde alışılmış sessiz ve düzenli bir sınıf ortamını beklemek imkansızdır. STEM süreçlerinde işbirlikli gruplarla çalışan öğrencilerin konuşması, fikir alışverişi yaparak tartışması, malzemeleri kesip biçmesi, sınıf içerisinde dolaşıp ihtiyaç duyduğu malzemeleri alması beklenen ve istenen bir durumdur. Ejiwale (2012) de öğrencilerin sınırlandırılmadan rahatça çalışacakları öğretim ortamlarının STEM ile sağlanacağını belirtmektedir.

Öğrencilere grup kılavuzları verilerek süreç içerisinde yaptıkları çalışmaları adım adım yazmaları ve süreçle ilgili sorulara cevap vermeleri istenmiştir. Fakat bu istek öğrenciler tarafından yazmaya karşı duyulan tepki nedeniyle cevapsız kalmıştır. Grup kılavuzuna kim yazacak konusu tartışmalara neden olmuş ve keyifle yaptıkları tasarım çalışmalarına ara vermek konusunda isteksiz davranmışlardır. Öğrencilerin isteksiz davranmalarının nedenlerinden biri de yazacakları ifadelerin kendilerinin değil veri toplamaya çalışan araştırmacının işine yarayacağı düşüncesidir. Ayrıca

genel olarak derslerde öğrencilere not tutturulmasının da genel bir tepki oluşturduğu düşünülmektedir. Şahin vd. (2014) de yaptıkları STEM uygulamalarında öğrencilerin not almak zorunda olmadıkları durumlarda daha çok eğlendiklerini belirtmektedirler.

Öğretim programında yer alan bu ifade derslerde Fen, Teknoloji ve Mühendisliğin birlikte ele alınmasına işaret etmektedir. Bu beklentilerin tek bir üniteye değil tüm derslerde sağlanabilmesi ise STEM disiplinlerinin Fen Bilimleri Müfredatı'na entegre edilmesini gerektirmektedir.

5.2 Sonuç

1998 yılından beri fen bilimleri fen bilimleri programlarında Fen ve Teknoloji hep birlikte ele alınmış fakat mühendislik uygulamaları ilk kez 2017-2018 öğretim programında yer bulmuştur. 2017-2018 eğitim öğretim yılında yenilenen Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda uygulamalı bilim konu alanı olarak üç haftalık süreç içerisinde 'mühendislik uygulamaları' başlığı altında yer verilmiştir. Bu yenilik oldukça önemlidir. Ancak üç haftalık konu olarak eklenen mühendislik uygulamaları ile çocuk Fen ve Mühendislik arasındaki bütünleşikliği net olarak göremeyecektir. Oysa mühendisliğin tüm sürece entegrasyonu öğrenciler için fen bilimlerinin yaşam bağlamında ele alınmasında ve fenin mühendislik ile olan bağının farkına varılmasında çok daha etkili olacaktır.

Çalışmada elde edilen ve yukarıda tartışılan bulgular dikkate alındığında STEM uygulamaların bilginin kullanılabilir şekilde öğrenilmesine, problemin çözümüne yönelik tasarım ve ürün oluşturmada, işbirlikli öğrenmede, beceri geliştirmede önemli katkılar sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzer durum daha önce yapılan STEM çalışmalarında da ortaya çıkmış olup son yıllarda konu ile ilgili çalışmalar (Akbaba, 2017; Batı vd., 2017; Çevik, 2017; English & King, 2015; Estapa & Tank, 2017) da büyük bir hızla artmaktadır.

Geleceğin mesleklerini icra edecek olan bu günün çocuklarının merak duygusunu uyandıracak, yaratıcılıklarını, bilimsel süreç becerilerini ve yaşam becerilerini geliştirecek ve onları bir basamak daha yukarı taşıyacak STEM öğretim yaklaşımıyla buluşturmak önemli ve bir o kadar da gereklidir. Buna paralel olarak STEM'in müfredata entegrasyonu için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Son yıllarda okul dışı süreçlerde birçok araştırmacı STEM süreçleri yürütmüş ve olumlu

çıkıtlara ulaşmıştır (Baran, Bilici, Mesutoglu & Ocak, 2016; Şahin vd., 2014). Bununla birlikte yapılan çalışmalarda STEM müfredat enegrasyonunun gerekliliğine vurgu yapılmaktadır (English & Mousoulides, 2009; Estapa & Tank, 2017; Lachapelle vd., 2012; Mousoulides & English, 2009; Rogers vd., 2010; Sullivan, 2016; Wendell, Watkins & Johnson, 2016; Wendell & Rogers, 2013; Wendell vd., 2010). Çalışmadan elde edilen bulgulara göre birçok durumda STEM uygulamalarının yaygınlaştırılmasının yararlı olacağı sonucuna varılmıştır. Özellikle eğitim sistemimizde eksik olan birlikte çalışma, iş bölümü yapma ve sorumluluk alma davranışlarının gelişmesi açısından son derece yararlı olacaktır.

Türkiye’de yeterli bilgi edinilmesine rağmen bu bilgilerin kullanılması, günlük yaşama dönüştürülmesi veya üretime yönelik olarak kullanılması konusunda önemli bir eksiklik olduğu bilinmektedir. Bu nedenle üretim yapan toplumdan ziyade tüketen toplum olarak sürekli kaynaklarımızı kullanmaktayız. Öğrencilerin mühendislik bilgilerinin ve mühendislikle ilgili düşüncelerindeki olumlu artış 21. yüzyılda ülkelerin üreten toplum hedefi için bir önkoşul olarak görülmektedir. Çeşitli ülkelerde daha çok üretime yönelik olan fen ve mühendislik ile ilgili meslekler STEM meslekleri olarak ele alınmakta olup özellikle en başarılı ya da en zeki öğrencilerinin bu mesleklere yönelmesi güçlü ve üreten ülke olma konusunda daha ön sıralara yerleşmenin anahtarı olarak görülmektedir. Türkiye’de üniversite sınavında ilk bindeki öğrencilerin STEM mesleklerine yönelme oranı 2000 yılından itibaren her yıl biraz daha azalmış 2012 yılından itibaren yaklaşık sabit değerlerde seyretmiştir (Akgündüz, 2016). Bu durum başarılı öğrencilerin STEM mesleklerine ilgi duymaları için neler yapılabilir sorusunu akla getirmektedir. Çalışma sonuçları STEM eğitiminin bu ilgiyi uyandırabilecek özellikleri barındırdığını göstermektedir.

Türkiye’de ortaokula yeni başlayan bir öğrencinin yaklaşık 8 yıl sonra üniversiteye, 12 yıl sonra da mesleğe adım atmaları beklenmektedir. Üniversitede STEM meslekleri ile ilgili tercih yapmaları beklenen nesil için ortaokul yılları öğrencilerde ilgi ve merak uyandırarak yönlendirmede kritik bir süreç olarak değerlendirilip bu uygulamalara ağırlık verilmesi gerekmektedir. Bu durum özellikle belirli bir potansiyele sahip öğrencilerin meslek seçiminin yanı sıra daha başarılı olmalarını ve üretken bireyler olarak yetişmelerini sağlayacaktır. Özellikle bilginin günlük yaşama

uygulanması ile ilgili öğrencilerin kendi yaşam düzeneği içerisinde yer alan fen ve mühendislik bilimleri ile ilgili algılarını değiştirebilecektir.

Eğitim sürecinde benzer çalışmalara daha fazla yer verilmesinin öğrencilerin işbirliğine dayalı akran öğrenmeleri konusunda daha fazla deneyime sahip olmalarını ve bilgiyi günlük yaşama dönük ürüne dönüştürme konusunda çok yararlı olacaktır. STEM ülkemizde de tüm okullara yaygınlaştırılıp uygulamaya konulması yararlı olacaktır. Çalışmayı destekler nitelikte Bybee (2010), Corlu, Capraro ve Capraro (2014), Gülhan ve Şahin (2016) de yaptıkları çalışmalarda STEM eğitiminin yaygınlaştırılmasının önemine vurgu yapmışlardır. Türkiye’de de son yıllarda Türkiye Sanayi ve İşadamları Derneği (TÜSİAD) ve çeşitli üniversiteler tarafından STEM eğitime dikkat çekilmekte ve STEM eğitimi ile ilgili projeler geliştirilmektedir. Özellikle özel üniversiteler ve özel eğitim kurumlarında bununla ilgili STEM dernekleri ya da kurumlar arası STEM uygulamaları birlikleri ile eğitim çalışmaları büyük hız kazanmıştır. Bu farklılaşmaların devlet okullarında da uygulanması ve yaygınlaştırılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Amerika’ da 2013 yılında yayınlanan 5 yıllık STEM eğitimi stratejik planda hedeflere ulaşmak için girişimcilerin, memurların, sivil toplumun ve üniversiteleri de STEM eğitim planlarına dahil edilmesi gerektiği belirtilmektedir. Yine Türkiye’de de bu konu ile ilgili çalışmalar başlatılmış ve kısmen de olsa öğretmenlere STEM eğitimi verilmeye başlanmıştır.

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) tarafından hazırlanan Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) sonuçlarına ilişkin değerlendirmeleri içeren ulusal ön rapora göre yıllara göre fen okuryazarlığı ortalama puanlarına bakıldığında Türkiye 72 ülke içerisinde 50. sırada yer almaktadır (PISA, 2016). Türk öğrencilerin sınavdaki başarısızlığı fen eğitimi ile ilgili yeni tartışmalara yol açmaktadır. Tüm dünyada ve Türkiye’de öğretimde kaliteyi arttırmak amacıyla kullanılan yöntemler çeşitlenmektedir. 21. yüzyılda bilişsel kuramcılarının ifade ettiği gibi bireyin yaparak yaşayarak elde ettiği deneyimlerle bilgiyi zihninde kendisinin yapılandığı kabul görmektedir. Bu nedenle öğrencinin aktif olacağı yöntemler daha sık kullanılmaya başlanmıştır.

Sonuç olarak birçok alanda STEM uygulamaların yararlı olacaktır çünkü eğitimimizde süre gelen bilgi aktarma çabaları hiçbir gelişmeye neden olmamış, teknoloji üretimimiz gerçekleşmemiş, yaşamı kolaylaştıran her türlü bilimsel gelişmeler dışardan satın alınmaya devam edilmiştir. Bu nedenle ülkenin gelişmesi bir yana teknolojik ve bilgi üretme düzeyi açısından daha alt sıralara doğru gerilemeye başlamıştır. STEM uygulamaları belki de bilgiyi kullanma, ürün oluşturma, özgüveni geliştirme ve farklı disiplinlerden bilgi transferi yaparak problemleri çözme yönünde yeni bir ufuk açabilir. Çünkü STEM' in doğası gereği;

1-STEM'in problemi, yeni bir sistemin tasarımı ve üretilmesi ya da daha önceden üretilmiş bir sistemin geliştirilmesi şeklinde olabilir.

2-STEM'de üretim ve 21. yy becerilerinden yaratıcılık ve inovasyon ön plandadır.

3-STEM'de hedef, okulda fen derslerinde öğrenilen bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirilerek, probleme çözüm sağlayacak bir ürün ortaya koymaktır.

4-STEM'de problem net olarak belirlendikten sonra, bu problemin çözümüne yönelik tasarımlar, düzenlemeler ve çözüm yolları aranır.

5-STEM çözüm yolları çok basit ya da imkânsız olabilir, her durumda çözüm geliştirme odaklıdır ve değerlendirme ortaya konulan çözümlere göre yapılır.

6-STEM'de üretilen çözüm yolları arasından maliyet, güvenlik ya da uygulanabilirlik gibi sınırlamalar düşünülerek en uygun çözüm yolu seçilir.

7-STEM'de çözüm yolu belirlendikten sonra, onu uygulamak ve denemek için plan yapılır, başarıya ulaşmak zorunluluk halindedir.

8-STEM'de ürün başarısız olursa tüm süreç yeniden tekrarlanır ve en uygun ürün ortaya konulur.

9-STEM'de bilimsel bilgiden, meslek erbabından ya da bilgisayar destekli tasarım araçlarından yararlanılarak plan belirlenir ve yapım aşamasına geçilebilir. Bu aşamada tasarlanan sistemin prototipleri yapılabileceği gibi tüm sistem alt birimler halinde de üretilip daha sonra birleştirilebilir.

10-STEM de tasarlanan sistemin veya ürünün problemi çözüp çözemediğini görebilmek için ürün test edilir. İstenen başarıya ulaşılamaz ise tüm aşamalar gerek görülen veya fark edilen yeni eklemeler ile tekrar edilir.

5.3 Öneriler

Çalışma sonuçları göz önünde bulundurularak daha sonraki çalışmalara yönelik öneriler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

1- Öğretmenlerin STEM konusunda daha sonra eğitilmesi yerine öğretmen yetiştiren kurumlar olan eğitim fakültelerinde uygulanmaya başlanmasının daha yararlı olacaktır. Çünkü öğretmenler eğitimin her kademesinde yeni öğretim yaklaşımlarını uygulayabilmeli ve bilginin üretime dönüştürülmesini sağlayan becerilere sahip bireyler yetiştirebilmelidir.

2- Öğretim programında yer alan konuların STEM ile entegrasyonunun gerçekleştirilip gerçekleştirilemeyeceğinin iyi analiz edilip eğer uygunsa entegre edilmesinin öğretimde başarıyı arttıracığı düşünülmektedir.

3- Araştırma sonuçları yaşam becerileri ile ilgili nitel verilerle sınırlı kalmıştır Bu nedenle STEM öğretim programı entegrasyonu ile öğrencilerin yaşam becerilerinin geliştirmelerine yönelik daha derinlemesine uygulamalar yapılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

4- Araştırma sonucunda uygulamalarda kullanılan bilgisayar yazılımlarının öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarını arttırdığı tespit edilmiştir. Bu nedenle öğretmenlerin derslerde bu yazılımları kullanabilecek şekilde donanımlı olmalarının faydalı olacağı düşünülmektedir.

5- Çalışmada 7. sınıf Elektrik Enerjisi ünitesine yönelik öğretim STEM çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda farklı ünitelerde Teknoloji, Matematik ve Mühendislik entegrasyonu ile STEM uygulamaları geliştirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

6- Öğrencilerin çalışma süresince farklı materyal taleplerinden yola çıkarak, öğrencilerin dikkatlerini daha çok çekebilmek ve araştırmaların sürdürülebilirliği için

okullarda laboratuvarın belli bir bölümünde tasarım materyalleri ile zenginleştirilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

7- Araştırmada karar verme becerileri sadece bilimsel süreç becerilerindeki gelişme içerisinde yer almıştır. Bu nedenle 21. yüzyıl becerilerinden Mühendislikte önemli olan karar verme becerileri ile ilgili daha kapsamlı çalışmalar yapılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

8- Bu araştırmada akademik başarıları yüksek olan öğrencilerin daha başarılı ürünler geliştirdikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle başarılı öğrencilerin öğretim gördüğü fen liselerinde STEM çalışmalarının yaygınlaştırılmasının meslek seçimi açısından öğrencileri yüreklendireceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Abdelraheem, A. & Asan, A. (2006). The effectiveness of inquiry-based technology enhanced collaborative learning environment. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 2(2), 65-87.
- Akbaba, C. (2017). *Okullarda Maker ve Steam eğitim hareketlerinin incelenmesi. Trakya Üniversitesi. Yüksek Lisans Projesi.*
- Akdeniz, A. R. (2004). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi.* Pegem Akademi, 8. Baskı (2010). Ankara. (127-176).
- Akgunduz, D. (2016). A research about the placement of the top thousand students in STEM fields in Turkey between 2000 and 2014. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(5), 1365-1377.
- Alliance, A. (2011). Afterschool: Avital partner in STEM education. Washington, DC: Author. Erişim adresi: http://www.afterschoolalliance.org/Afterschool_as_STEMpartner.pdf. (10.09.2017)
- Altıparmak, M. & Nakiboğlu, M. (2005). Lise biyoloji laboratuvarlarında" iş birlikli öğrenme" yönteminin tutum ve başarıya etkisi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(1), 105-123.
- Atik, H. (2006). *Beşeri Sermaye, Dış Ticaret ve Ekonomik Büyüme.* Bursa: Ekin Kitabevi, 1. Baskı.
- Auger, R. W., Blackhurst, A. E. & Wahl, K. H. (2005). The development of elementary-aged children's career aspirations and expectations. *Professional School Counseling*, 322-329.
- Bal Arıları Mühendis Oluyor Projesi. (2016-2017). Erişim adresi: <https://www.balarilarimuhendis oluyor.com> (04.04.2017)
- Baran, E., Bilici, S. C., Mesutoglu, C. & Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: students' perceptions about an out of school STEM Education Program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9-19.
- Barker, B. S., Grandgenett, N., Nugent, G. & Adamchuk, V. I. (2010). Robots, GPS/GIS, and programming technologies: The power of" digital manipulatives" in youth extension experiences. *Journal of Extension*, 48(1).
- Barth, K. N. (2013). An investigation of the effects of integrating science and engineering content and pedagogy in an elementary school classroom. brigham young university. *All Theses and Dissertations*. Paper 3696. Erişim adresi: <http://scholarsarchive.byu.edu/etd> (30.08.2017)
- Batı, K., Çalışkan, İ. & Yetişir, M. İ. (2017). Fen eğitiminde bilgi işlemsel düşünme ve bütünleştirilmiş alanlar yaklaşımı (STEAM). Erişim adresi: <https://www.researchgate.net/publication/315657826> (13.09.2017)

- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*. Gazi Üniversitesi. Yayınlanmış Doktora Tezi.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M. & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in p-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem.16. Baskı (2014).Ankara.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *science*, 329, 996. doi: 10.1126/science.1194998
- Capobianco, B. M., Diefes-dux, H. A., Mena, I. & Weller, J. (2011). What is an Engineer? Implications of elementary school student conceptions for engineering education. *Journal of Engineering Education*, 100(2), 304-328.
- Çepni, S. (2012). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Celepler Matbaacılık. Genişletilmiş 6. Baskı. Trabzon.
- Çepni, S., & Çil, E. (2009). *Fen ve teknoloji programı ilköğretim 1. ve 2. kademe öğretmen el kitabı*. Ankara: Pegem A Yayınları.
- Çevik, M. (2017). Content analysis of STEM-Focused education research in Turkey. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 14(2).
- Çorlu, M. A., Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Çorlu, M. S. & Özel, S. (2012). Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (BTMM) Eğitimi: Disiplinler arası çalışmalar ve etkileşimler. X. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde Sunulmuş Bildiri*.
- Corlu, M.S. (2012). *A pathway to STEM education: Investigating pre-service mathematics and science teachers at turkish universities in terms of their understanding of mathematics used in science*. Texas A & M University. Yayınlanmış Doktora Tezi.
- Corlu, M.S., Capraro, R.M. & Capraro, M.M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our ateachers for the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 171(39).
- Coştu, B., Ünal, S. & Ayas, A. (2007). Günlük yaşamdaki olayların fen bilimleri öğretiminde kullanılması. *Ahievran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi(KEFAD)*, 8(1), 197-207.
- Creswell, J.W. & Plano Clark, V.L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. London: Sage Publication. 270-283.
- Cultural Learning Alliances. (2014). Erişim adresi: www.culturallearningalliance.org.uk. (27.12.2016).

- Cunningham, C. M. & Hester, K. (2007, March). Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children. *In American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Honolulu, HI.
- Dass, P.M. (2015). Teaching STEM effectively with the learning cycle approach. *K-12 STEM Education*, 1(1), 5-12.
- DeJarnette, N. (2012). America's children: Providing Early Exposure to STEM (Science, Technology, Engineering And Math) Initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- de Jong, T., Sotiriou, S. & Gillet, D. (2014). Innovations in STEM education: the global federation of online labs. *Smart Learning Environments*, 1(1), 3.
- DiFrancesca, D., Lee, C. & McIntyre, E. (2014). Where is the "E" in STEM for young children? engineering design education in an elementary teacher preparation program. *Issues in Teacher Education*, 23(1), 49.
- Dorie, B. L., Cardella, M. & Svarovsky, G. N. (2014). Capturing the design thinking of young children interacting with a parent. *School of Engineering Education Graduate Student Series*, P. 52. Erişim adresi: <http://docs.lib.purdue.edu/enegs/52>
- Driscoll, M. P. (2005) Psychology of learning for instruction. Boston, MA: *Pearson Education*, Inc. 341-373.
- Duran, M. & Şendağ, S. (2012). A preliminary investigation into critical thinking skills of urban high school students: role of an IT/STEM program. *Creative Education*, 3(02), 241.
- Ejiwale, J. A. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 7(2), 63-74.
- Engineering Girl. (2012). Erişim adresi: <https://www.engineergirl.org> (13.04.2017)
- English, L. D. & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 14.
- English, L. D. & Mousoulides, N. G. (2009). Integrating engineering education within the elementary and middle school mathematics curriculum. *In Proceedings of the 6th Conference of the European Research in Mathematics Education*.
- English, L. D. & Mousoulides, N. G. (2011). Engineering based modelling experiences in the elementary and middle classroom. In *Models and Modeling* (pp. 173-194). Springer Netherlands.
- English, L. D., Dawes, L., Hudson, P. B. & Byers, T. (2009). Introducing engineering education in the middle school. *In Proceedings of the Research in Engineering Education Symposium*. Melbourne School of Engineering, The University of Melbourne.

- English, L. D., Hudson, P. B. & Dawes, L. (2012). Engineering design processes in seventh-grade classrooms: bridging the engineering education gap. *European Journal of Engineering Education*, 37(5), 436-447.
- English, L. D., Hudson, P. B. & Dawes, L. A. (2011). Middle school students' perceptions of engineering. In *STEM in Education Conference: Science, Technology, Engineering and Mathematics in Education Conference*. Queensland University of Technology.
- English, L. D., Hudson, P. B. & Dawes, L. A. (2013). Engineering based problem solving in the middle school: design and construction with simple machines. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 3(2), 1-13.
- Erdogan, N. & Stuessy, C. L. (2015). Modeling successful STEM high schools in the united states: *An Ecology Framework*. Online Submission, 3(1), 77-92.
- Erdogan, N. & Stuessy, C. (2016). Examining the role of inclusive STEM schools in the college and career readiness of students in the united states: a multi-group analysis on the outcome of student achievement. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(6), 1517-1529.
- Erkuş, A. (2006). Sınıf öğretmenleri için ölçme ve değerlendirme: kavram ve uygulamalar. Ankara: Ekinoks Eğitim Danışmanlık Hiz. Ve Bas. Yay. Dağ. San. ve Tic. Ltd. Şti.
- Eser, K., E. Gökmen, Ç. (2009). Beşeri sermayenin ekonomik gelişme üzerindeki etkileri: dünya deneyimi ve Türkiye üzerine gözlemler. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, Cilt 1, Sayı 2, 2009 ISSN: 1309- 8012 (Online)
- Estapa, A. T. & Tank, K. M. (2017). Supporting integrated STEM in the elementary classroom: a professional development approach centered on an engineering design challenge. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 6.
- Federal Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education 5-Year Strategic Plan. (2013). Erişim adresi: https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf
- Fraenkel, J.R. & Wallen, N.E. (2006). *How to design and evaluate research in education*. (6. Baskı). New York: McGraw- Hill Book Company.
- Global Humanitarian Assistance Report [GHA]. (2016). Erişim adresi: www.globalhumanitarianassistance.org/wp.../2016/07/GHA-report-2016-full-report.pdf (11.03.2017)
- Glesne, C. (2013). *Nitel araştırmaya giriş* (Becoming qualitative researchers). Anı Yayıncılık. Ankara. 3. Baskı.
- Gonzalez, H. B. & Kuzenzi, J.J., (2012). Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education: A Primer 2012. *Congressional Research Service*, Library of Congress.

- Grandgenett, N. (2011). Phet interactive simulations. *Mathematics and Computer Education*, 45(1), 83.
- Gülhan, F. & Şahin F. (2016). Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1) 602-620. doi:10.14687/ijhs.v13i1.3447
- Gülhan, F. & Şahin, F. (2016). Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve mesleklerle ilgili görüşlerine etkisi. *Pegem Atıf İndeksi*, 283-302.
- Gürdal, A. (1988). *Fen öğretimi*. Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Yayınları, 21, 34-49.
- Han, S., Capraro, R. & Capraro, M. M. (2014). 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*, 13(5), 1089-1113.
- Hançer, A. H., Şensoy, Ö. & Yıldırım, H. İ. (2003). İlköğretimde çağdaş fen bilgisi öğretiminin önemi ve nasıl olması gerektiği üzerine bir değerlendirme. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 80-88.
- Holter, C. A. (2016). *Assessing elementary pupils' attitudes toward technology*. (Doctoral dissertation . Virginia Polytechnic Institute and State University)
- Hom, E.J. (2014). What is STEM education? Erişim adresi: <http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html> (25.03.2017)
- Hsu, M. C., Cardella, M. E. & Purzer, S. (2012). Elementary students' engineering design process knowledge: instrument development and pilot test. in american society for engineering education. *American Society for Engineering Education*.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. & Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into high school stem courses. *The Material is Based on Work Supported by the National Science Foundation Under Grant No. ESI-0426421*. (02.09.2017)
- K. Erdamar, G., & Demirel, H. (2010). Öğretmen adaylarının grup çalışmalarına ilişkin algıları. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(3), 205-223.
- Kärkkäinen, K. & Vincent-Lancrin, S. (2013). Sparking innovation in STEM education with technology and collaboration. Pp.15-100.
- Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M. A. (2009). *Engineering in K-12 education: understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academies Press.
- Kendall, A. L. M. & Wendell, K. B. (2012). Understanding the beliefs and perceptions of teachers who choose to implement engineering-based science instruction. *American Society for Engineering Education*. San Antonio, TX.

- Kendall, A. & Portsmore, M. D. (2013). Teachers' attention to student thinking during the engineering design process: a case study of three elementary classrooms. *In 120th American Society for Engineering Education, Annual Conference Proceedings.*
- Klahr, D., Triona, L. M. & Williams, C. (2007). Hands on what? the relative effectiveness of physical versus virtual materials in an engineering design project by middle school children. *Journal of Research in Science teaching*, 44(1), 183-203.
- Kutch, M. (2011). *Integrating Science and Mathematics instruction in a middle school stem course: the impact on attitudes, career aspirations and academic achievement in Science and Mathematics.* Yayınlanmamış Doktora Tezi. Wilmington University, New Castle.
- Lachapelle, C. P. & Cunningham, C. M. (2014). Engineering in elementary schools. engineering in pre-college settings: *Synthesizing Research, Policy and Practices*, 61-88.
- Lachapelle, C. P., Cunningham, C. M., Jocz, J., Kay, A. E., Phadnis, P. & Sullivan, S. (2011). Engineering is elementary: an evaluation of year 6 field testing. *In NARST Annual International Conference*, Orlando, FL (Vol. 2011).
- Lachapelle, C. P., Phadnis, P. S., Jocz, J. & Cunningham, C. M. (2012). The impact of engineering curriculum units on students' interest in engineering and science. *In NARST Annual International Conference*, Indianapolis, IN.
- Luo, Y. (2015). Design fixation and cooperative learning in elementary engineering design project: a case study. *International Electronic Journal Of Elementary Education*, 8(1), 133.
- Mann, E. L. & Mann, R. L. (2016). Engineering design and gifted pedagogy. Erişim adresi: http://digitalcommons.hope.edu/faculty_publications/1427 21.08.2017. pp.33-44.
- Mann, E. L., Mann, R. L., Strutz, M. L., Duncan, D. & Yoon, S. Y. (2011). Integrating engineering into k-6 curriculum: developing talent in the stem disciplines. *Journal of Advanced Academics*, 22(4), 639-658.
- Marshall, C., & Rossman., G. B. (1995). *Designing qualitative research.*(85).
- Marulcu, İ. & Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *AKÜ FEBİD* 12 (2012) 012202 (13-23)
- Marulcu, İ. & Höbek, K. M. (2014). Teaching alternate energy sources to 8th grades students by engineering design method. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research MAJER*, Issue: 9.
- MDOE. (2006). Massachusetts science and technology, engineering curriculum framework. Erişim adresi: <http://www.doe.mass.edu/frameworks/scitech/1006.pdf> (14.03.2017)

- Meadows, L. A., Sekaquaptewa, D. & Paretto, M. C. (2015). Interactive panel: improving the experiences of marginalized students on engineering design teams. *age*, 26, 1.
- Meriç, G., & Karatay, R. (2014). Ortaokul 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin incelenmesi. *Tarih Okulu Dergisi*, 7(18), 653-669.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2016). Fen Bilimleri Müfredatı. Erişim adresi: <http://mufredat.meb.gov.tr> (19.02.2017)
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2017). Fen Bilimleri Müfredatı. Erişim adresi: <http://mufredat.meb.gov.tr> (08.09.2017)
- Milli Eğitim Bakanlığı-Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü [MEB-YEĞİTEK]. (2016). STEM Türkiye Raporu. Erişim adresi: <http://yegitek.meb.gov.tr/www/meb-yegitek-genel-mudurlugu-stem-fen-teknoloji-muhendislik-matematik-egitim-raporu> (10.08.2017)
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma. desen ve uygulama için bir rehber*. (Çev. Ed.: Turan, S.). Ankara: Nobel Yayın.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. London:Sage Publication.
- Mills, L. A. (2013). *Indicators of Science, Technology, Engineering and Math (STEM) Career Interest Among Middle School Students in the USA*. Doctoral Dissertation, University of North Texas. pp. 20-24.
- Mishra, P., Koehler, M. J. & Zhao, Y. (2006). Communities of designers: a brief history and introduction. *Faculty Development by Design: Integrating Technology In Higher Education*, 1-26.
- Moore T. & Richards L. G. (2012). P-12 engineering education research and practice. *Introduction to a Special Issue of Advances in Engineering Education*, 3 (2), 1-9.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M. & Roehrig, G. H. (2013). Implementation and integration of engineering in k-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. E. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Synthesizing Research, Policy and Practice* (pp. 35–54). The Netherlands: Sense Publishers.
- Morrison, J. S. (2006). Attributes of STEM education: The Students, the academy, the classroom. *TIES STEM Education Monograph Series. Baltimore: Teaching Institute for Excellence in STEM*.
- Mousoulides, N. G. (2013). Facilitating parental engagement in school mathematics and science through inquiry-based learning: an examination of teachers' and parents' beliefs. *ZDM*, 45(6), 863-874.
- Mousoulides, N. G. & English, L. D. (2009). Integrating engineering experiences within the elementary mathematics curriculum. *In Proceedings of the Research in Engineering Education Symposium*. Melbourne School of Engineering, The University of Melbourne.

- Nadelson, L. S., Pfiester, J., Callahan, J. & Pyke, P. (2015). Who is doing the engineering, the student or the teacher? the development and use of a rubric to categorize level of design for the elementary classroom. Erişim adresi: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v26n2/nadelson.html> (21.08.2017)
- National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC]. (2009). Engineering in k-12 education understanding the status and improving the prospects. Edt. Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council [NRC]. (2012). A framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts and core ideas. Washington DC: The National Academic Press. <http://77nap.edu/13165>. pp. 90 (02.08.2017)
- National Research Council [NRC]. (2011). Successful k-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering and mathematics. Washington. DC: National Academy Press.
- Navruz, B., Erdogan, N., Bicer, A., Capraro, R. M. & Capraro, M. M. (2014). Would a STEM school 'by any other name smell as sweet'?. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 1(2), 67-75.
- National Center for Education Statistics [NCES]. (2013). STEM attrition: college students' paths into and out of stem fields statistical analysis report. U. S. Department Of Education. P.2
- Newby, T. L. (2012). *The Implementation of Engineering Design Challenges on 4th Grade Students' Attitudes Towards Engineering, Classroom Climate, and Writing Ability*. University of Central Florida. Master's Thesis.
- Next Generation Science Standarts [NGSS]. (2013). Next generation science standards: for states, by states. Erişim adresi: <http://www.nextgenscience.org/>. (25.03.2017)
- Obama, B. (2010). Changing the equation in STEM education. Erişim adresi: <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2010/09/16/changing-equation-stem-education>. (11.03.2017)
- Özçelik, D. A. (2010). *Ölçme ve değerlendirme*. Pegem Akademi. Ankara. 4. Baskı. ISBN: 9786054282852
- Öztürk, N. (2008). *İlköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerini kazanma düzeyleri*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi.
- Partnership for 21st Century Learning (P21). (2015). Erişim Adresi: http://www.p21.org/storage/documents/P21_framework_0515.pdf (03.08.2016)
- Pecen, R. & Humston, J. (2009). "MSETI-AREA: Math-Science-Engineering Technology in Iowa on applied renewable energy areas," *Proceedings of the 2009 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*. AC 2009-2403. Austin, Texas.

- Pisa Türkiye Raporu. (2016). Erişim adresi: <http://pisa.meb.gov.tr/>. (27.12.2016).
- Project Kaleidoscope. (2006) Transforming America's scientific and technological infrastructure. recommendations for urgent action. Erişim adresi: <http://www.pkal.org/documents/ReportonReportsII.cfm> 20.08.2017
- Richardson, D. & Houston, C. W. (2006). A study of the impact of an informal science education program on middle school students' science knowledge, science attitude, stem high school and college course selections, and career decisions.
- Ringwood, J. V., Monaghan, K. & Maloco, J. (2005). Teaching engineering design through Lego® Mindstorms™. *European Journal of Engineering Education*, 30(1), 91-104.
- Rivera, Daniel E. Mr., "Free STEM apps for common core" (2015). *Interdisciplinary STEM Teaching & Learning Conference*. p. 38. Erişim adresi: <http://digitalcommons.georgiasouthern.edu/stem/2015/2015/38>
- Rogers, C. B., Wendell, K. & Foster, J. (2010). A review of the NAE report, engineering in k-12 education. *Journal of Engineering Education*, 99(2), 179.
- Şahin A., Ayar C.M. & Adıgüzel T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Educational Science, Theory & Practice*, 14(1).
- Sanders, M. (2009). The technology teacher. 20-26. Erişim adresi: <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Savran Gencer, A. (2005). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: fırlıdak etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(1), 1-19.
- Schnittka, C. G. (2009). *Engineering Design Activities and Conceptual Change in Middle School Science*. Yayımlanmamış doktora tezi, University of Virginia, Virginia. Ann Arbor, 1050, 48106-1346.
- Sirinterlikci, A., Zane, L. & Sirinterlikci, A. L. (2009). Active learning through toy design and development. *Journal of Technology Studies*, 35(2), 14-22.
- Sullivan, A. A. (2016). *Breaking the STEM Stereotype: Investigating the Use of Robotics to Change Young Children's Gender Stereotypes About Technology and Engineering* (Doctoral dissertation, Tufts University).
- Türk Dil Kurumu [TDK]. (2017). Erişim adresi: <http://www.tdk.gov.tr/index.php?> (02.07.2017)
- The U.S. Department of Labor (DOL). (2013). Erişim adresi: <http://www.dol.gov/oasam/programs/history/herman/reports/futurework/report.htm>. (25.03.2017)
- Tomlinson, C.A., Kaplan, S.N., Renzulli, J.S., Purcell, J.H., Leppien, J.H., Burns, D.E., Strickland, C.A. & Imbeau, M.B. (2009). The parallel curriculum: a

design to develop learner potential and challenge advanced learners (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu [TÜBİTAK]. (2004). Vizyon 2023, Bilim ve teknoloji stratejileri. (2004). TÜBİTAK Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları. Erişim adresi: <https://www.tubitak.gov.tr/tr/kurumsal/politikalar/icerik-vizyon-2023> (10.08.2017)

Ünlü, M. & Aydın, S. (2011). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin matematik öğretiminde öğrenci takımları başarı bölümleri tekniği hakkındaki görüşleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 2011, 101-117.

Uzun, N. & Keleş, Ö. (2012). İlköğretim öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon düzeylerinin değerlendirilmesi/evaluation of primary school students' motivation levels for science learning. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(20).

Vallera, F. L. (2016). *Weaving More Than Just Fibers: Integrating a Fully STEM-Focused, Project-Based Agricultural Literacy Module into Elementary Curricula*. Doctoral Dissertation. Lehigh University.

Venville, G., Rennie, L. & Wallace, J. (2012). Curriculum integration: challenging the assumption of school science as powerful knowledge. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook Of Science Education* (pp.737-751). Netherlands: Springer.

Watson, A. D. & Watson, G. H. (2013). Transitioning STEM to STEAM: reformation of engineering education. *The Journal for Quality & Participation*, 36(3), 1-4.

Wendell, K. B. & Rogers, C. (2013). Engineering design-based science, science content performance and science attitudes in elementary school. *Journal of Engineering Education*, 102(4), 513-540.

Wendell, K. B. (2013). Pre-Service teachers' engineering design practices in an integrated engineering and literacy experience. age, 23, 1.

Wendell, K. B. & Lee, H. S. (2010). Elementary students' learning of materials science practices through instruction based on engineering design tasks. *Journal of Science Education and Technology*, 19(6), 580-601. DOI 10.1007/s10956-010-9225-8

Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M. & Marulcu, I. (2010). Incorporating engineering design into elementary school science curricula. In *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Louisville, KY.

Wendell, K. B., Watkins, J. & Johnson, A. W. (2016). Noticing, assessing, and responding to students' engineering: exploring a responsive teaching approach to engineering design. In *Paper To Be Presented At The 123rd*

American Society for Engineering Education Annual Conference, New Orleans, LA. pp. 26-29.

- Yamak, H., Bulut, N. & Dündar, S., (2014). The impact of stem activities on 5th grade students' scientific process skills and their attitudes towards science. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yıldırım, B. (2013). STEM eğitimi ve Türkiye, *IV. National Primary Education Student Congress*. Nevşehir Hacıbekaş University.
- Yıldırım, B. & Altun. Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2). 28-40
- Yıldırım, B. & Selvi M., (2017). An experimental research on effects of STEM applications and mastery learning. *Journal of Theory and Practice in Education*, 13(2), 183-210. ISSN: 1304-9496
- Yildiz, F. (2013). Attracting young minds to engineering technology fields with mobile renewable energy education. *American Society for Engineering Education (ASEE)*, Washington, DC.
- Yılmaz, E., Türkoğuz, S. & Şahin, M. (2014). Güneş sistemi ve uzay konularına yönelik kavram yanlışlarının günlük yaşama etkisi üzerine öğretmen görüşleri. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*. 37, (37-44).

EKLER

EK.1 Tez Uygulama İzin Belgesi





T.C.
SAMSUN VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 71852106-605-E.4467866
Konu: Doktora Tez Uygulama İzni

20.04.2016

ATAKUM KAYMAKAMLIĞINA
(İlçe Millî Eğitim Müdürlüğü)

İlgi : a) Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün
07/03/2012 tarih ve 3616 sayılı 2012/13 nolu Genelgesi,
b) Fatma TAŞTAN AKDAĞ'ın 08.04.2016 tarihli yazısı.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Eğitimi Doktora Programında eğitimine devam eden ilimiz Atakum ilçesi Samsun Garip Zeycan Yıldırım Fen Lisesi Fizik Öğretmeni Fatma TAŞTAN AKDAĞ'ın, Atakum Mimar Sinan Orta Okulu 7. Sınıf öğrencilerine uygulanmak üzere, "Tasarım Temelli Fen Eğitiminin Akademik Başarı, Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi" konulu doktora tez uygulaması yapmak istediğine ilişkin ilgi (b) yazısı ve ekleri ilgi (a) genelgeye göre incelenmiştir.

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Millî Eğitim Temel Kanunu ile Türk Millî Eğitiminin genel amaçlarına uygun olarak, ilgili yasal düzenlemelerde belirtilen ilke, esas ve amaçlara aykırılık teşkil etmeyecek şekilde, duyurusu ve denetimi ilçe millî eğitim müdürlükleri tarafından gerçekleştirilmek üzere söz konusu Doktora Tez Uygulaması yapılması uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Coşkun ESEN
Vali a.
İl Millî Eğitim Müdürü

EK : İlgi yazı sureti (56 Sayfa)

DAĞITIM:

Gereği :
Atakum İlçe Kaymakamlığına
(İlçe Millî Eğitim Müdürlüğü)

Bilgi :
Fatma Taştan Akdağ

Atatürk Blv.Yeni Hükümet Konağı Kat:3 SAMSUN
Elektronik Ağ: <http://samsun.meb.gov.tr>
e-posta: samsunmem@meb.gov.tr

İrtibat: V. POLAT
Tel: (0 362) 4358063-4358064 (232)
Faks: (0 362) 4324854-4319376

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <http://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden bd6e-e0e1-32e5-bd4c-326e kodu ile teyit edilebilir.

EK.2 Bilgi Testi

ELEKTRİK ENERJİSİ

1-Günlük yaşantımızda evlerimizde, birçok elektrikli aleti aynı anda kullanmaktayız. Ayşe ve ailesi dün akşam sevdikleri TV programını seyrederken bir anda tüm ev karanlığa gömülmüş, pencereden dışarı baktıklarında komşuların ışıklarının yandığını gözlemişlerdir. Ayşe ve ailesinin yaşadığı durumun nedeni ne olabilir?

1-

2-

3-

4-

1	Doğru Yanıt
	1-Elektrik tesisatında kısa devre 2-Şehir elektriğinin yüksek voltajda gelmesi 3-Herhangi bir elektrikli aletin arıza vermesi
2	Kısmi doğru yanıt
	1-Elektrikle ilgili bir sorun olmuştur 2-alakasız cevap
3	Yanlış Yanıt
	Alakasız cevaplar
4	Yanıtsız
	Boş

2-) Damlanın babası işten eve geldiğinde elindeki elektrik faturasına bakarak ev halkına seslendi: ‘sizi her gün uyarıyorum, uyarılarımı dinlemediğiniz için yine yüksek fatura ödeyeceğiz ‘.

Damlanın babasının ev halkına her gün yaptığı uyarılar neler olabilir?

1-

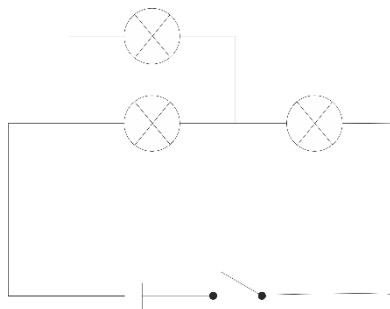
2-

3-

4-

1	Doğru Yanıt
	1-Televizyonu düğmesinden kapatın 2-Kullanmadığınız lambaları söndürün 3- Gereksiz yere radyo, televizyon, müzik seti gibi araçları çalıştırmamalısınız 4-Elektrikli araçları kullanma talimatlarına uygun çalıştırınız.
2	Kısmi Doğru Yanıt
	Televizyonu düğmesinden kapatın(doğru yanıtlardan 1 i ya da 2 si) 2- akşam ışıkları kapatmalıyız vs.(ihtiyaç duyulanı da kullanmamak)
3	Yanlış Yanıt
	Su tasarrufu ile ilgili yanıtlar, elektriği sınırlı kullanma
4	Yanıtsız
	Boş

3-)



Ahmet yandaki elektrik devresinde akımın değerini ve ampulün uçları arasındaki

potansiyel farkını ölçmek istiyor.

Yandaki devrede ne gibi değişiklikler yaparsa amacına ulaşabilir.

1-

2-

3-

1	Doğru Yanıt
	1-Ampermetreyi seri bağlamak 2-Voltmetreyi paralel bağlayın 3-Anahtarı kapatmak
2	Kısmen Doğru Yanıt
	1-Anahtarı Kapatmak(doğru yanıtlardan biri) 2- Yanlış bir yanıt
3	Yanlış Yanıt
	Diğer yanıtlar
4	Yanıtsız
	Boş

4-) Evlerimizde kullandığımız elektrik enerjisinin tasarruflu kullanılmasının ekonomi için önemini açıklayınız.

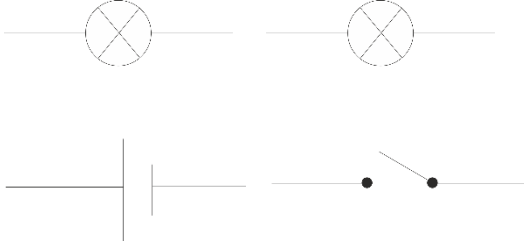
1-

2-

1	Doğru Yanıt
	1-Ülkemizin milli serveti farklı yatırımlar için kullanılabilir

	2-Daha az fatura gelir, gelirimizi boşa harcamış olmayız
2	Kısmen Doğru Yanıt
	1-Ülkemizin milli serveti farklı yatırımlar için kullanılabilir 2-.....
3	Yanlış Yanıt
	Diğer yanıtlar
4	Yanıtsız
	Boş

5-) Aşağıda verilen devre elemanlarını kullanarak ampullerin farklı parlaklıkta ışık vereceği şekilde bir elektrik devresi oluşturunuz.



1	Doğru Yanıt
	1-seri bağlama 2- paralel bağlama
2	Kısmen Doğru Yanıt
	Sadece seri ya da sadece paralel bağlama doğru ise
3	Yanlış Yanıt
	Diğer yanıtlar

4	Yanıtız
	Boş

6-) Gül bir elektrik devresi oluşturmuş, devreye her defasında bir tane daha pil eklemiş ve ampulün parlaklığını gözlemlemiştir. Ampulün parlaklığında değişiklik gözlenmediğine göre;

6a- Gül pilleri devreye nasıl bağlamıştır?

6b-Ampuller üzerinden geçen akım değerleri her bir pil eklenişinde nasıl değişmektedir?

6c- Her bir pil eklenişinde piller üzerinden geçen akım nasıl değişmektedir?

1	Doğru Yanıt
	a- paralel b- değişmez c- azalır
2	Kısmen Doğru Yanıt
	Üç yanıtın ikisi doğru
3	Yanlış Yanıt
	Diğer yanıtlar
4	Yanıtız
	Boş

7-) a-Selim bir elektrik devresi oluşturmuş ve devreye her defasında bir ampul daha ekleyerek akım değerini ampermetre ile ölçmüştür. Selimin ampermetre ile ölçtüğü son değer kaç miliamperdir?

Akım(miliamper)	Direnç(ohm)
12	2
6	4
	6

7-) b-Selimin kurduğu elektrik devresinde aşağıda verilenleri yazınız.;

Bağımlı değişken:

Bağımsız değişken:

Sabit tutulan değişken:

1	Doğru Yanıt
	a maddesi 4 yazan ve Bağımlı değişken: akım Bağımsız değişken: direnç Sabit tutulan değişken: potansiyel farkı
2	Kısmen Doğru Yanıt
	Sadece a maddesi doğru veya Bağımlı değişken, Bağımsız değişken, Sabit tutulan değişken, den en az ikisi doğru
3	Yanlış Yanıt
	Diğer yanıtlar
4	Yanıtsız
	Boş

8-) Evinizde kullandığınız elektrikli aletlerden elektrik enerjisini 3 farklı enerji çeşidine dönüştüren 3 farklı elektrikli alet ve dönüştürdüğü enerji çeşidini yazınız.

1-

2-

3-

1	Doğru Yanıt
	1-ütü-elektrik enerjisi ısı enerjisine 2-çamaşır makinası-elektrik enerjisini hareket enerjisine 3-ısıtıcı-elektrik enerjisi ışık enerjisine dönüştürür
2	Kısmen Doğru Yanıt
	1- ütü-elektrik enerjisi ısı enerjisine 2-yanlış yanıtlar
3	Yanlış Yanıt
	Diğer yanıtlar
4	Yanıtsız
	Boş

9-) Evlerimizdeki elektrik tesisatı paralel devreler yerine seri devrelerden oluşsaydı nasıl olaylarla karşılaşırız? Açıklayınız.

1-

2-

3-

1	Doğru Yanıt
	1-Elektrikli aletlerden biri bozulursa diğerleri de iptal olurdu 2- bir aleti çalıştırmak için tüm aletleri çalıştırmamız gerekirdi. 3- Eğer elektrikli aletlerden biri hatalıysa diğerleri de kullanılamaz

2	Kısmen Doğru Yanıt
	1- Elektrikli aletlerden biri bozulursa diğerleri de iptal olurdu 2- yanlış yanıt
3	Yanlış Yanıt
	Diğer yanıtlar
4	Yanıtsız
	Boş

10-) a- Ali ve Ayşe özdeş 1'er pil ve 2'şer ampul kullanarak birer elektrik devresi kurmuştur. Devredeki pilin yanındaki teldeki akım değerini ölçtüklerinde Ali 1 miliamper Ayşe 4 miliamper değerini okumuştur.

Ali ve Ayşenin farklı akım değerleri okumalarının nedeni ne olabilir?

1-

2-

10-) b- Ali ve Ayşenin kurduğu devrelerin ışık verme sürelerini kıyaslarsak nasıl bir açıklama yapabiliriz?

1	Doğru Yanıt
---	-------------

	Ayşenin kurduğu devre daha kısa süre ışık verir ve Ampuller ve piller özdeş olduğu için Ali ampulleri seri, Ayşe paralel bağlamıştır
2	Kısmen Doğru Yanıt
	1-Doğru yanıtlardan birini verir fakat açıklama yapar. Ya da iki doğru cevabı verir fakat açıklama yapmaz
3	Yanlış Yanıt
	Diğer yanıtlar
4	Yanıtsız
	Boş

11-) Kerem kurduğu elektrik devresinde ampulün uçları arasına bağladığı Voltmetrede 2V ampermetrede 12 Ma değerini okumuştur. Devreye bir pil daha eklediğinde Voltmetrede 4V Ampermetrede 24 Ma değerini okumuştur. Keremin yaptığı bu deneyde ampulün uçları arasındaki gerilim nelere bağlıdır?

1-

2-

1	Doğru Yanıt
	1-devrenin potansiyel farkına 2-devreden geçen akım şiddetine
2	Kısmen Doğru Yanıt
	1- devrenin potansiyel farkına 2- yanlış cevap
3	Yanlış Yanıt

	Diğer yanıtlar
4	Yanıtsız
	Boş

12-)Evlerimizde yer alan elektrikli aletlerin üzerinde akım değerlerinin yer almasının amacı sizce nedir?

1	Doğru Yanıt
	Sigortaların bu akım değerlerine göre ayarlanması, bir arıza olduğunda değiştirilecek parçaların direnç değerlerini belirlemede.
2	Kısmen Doğru Yanıt
	Üzerinden geçen akımları göstermek
3	Yanlış Yanıt
	Diğer yanıtlar
4	Yanıtsız
	Boş

13-) Seri olarak bağlanan ampullerle oluşturulmuş bir elektrik devresinde ampullere seri bir ampul daha bağlandığında devre ile ilgili ‘’ ile verilen yerlere gelmesi gereken ifadeleri yazınız.

1-Devredeki toplam gerilim.....

2-Devredeki akım değeri.....

3-Devrenin toplam direnci.....

4-Ampullerin parlaklığı.....

1	Doğru Yanıt
	1-Değişmez, 2-azalır, 3-artar, 4-azalır
2	Kısmen Doğru Yanıt
	2 doğru 2- yanlış cevap
3	Yanlış Yanıt
	2 den daha az doğru yanıtlar
4	Yanıtsız
	Boş

14-) Bir elektrik devresinde açığa çıkan ısı enerjisi nelere bağlıdır?

1-

2-

3-

4-

1	Doğru Yanıt
	1-devreden geçen akıma 2-direncin uçları arasındaki potansiyel farkına
2	Kısmen Doğru Yanıt

	1- devreden geçen akıma 2-yanlış bir yanıt
3	Yanlış Yanıt
	Diğer yanıtlar
4	Yanıtsız
	Boş

15-)Aşağıda bir elektrik devresindeki gerilim-akım tablosunu görmekteyiz.

Gerilim(Volt)	Akım(miliamper)
5	1
10	2
15	3

Tabloya göre Gerilim akım grafiğini çiziniz.

Tabloya göre Gerilim Direnç grafiğini çiziniz.

1	Doğru Yanıt
	İki grafik de tam doğru olarak çizilmiş

2	Kısmen Doğru Yanıt
	Grafiğin biri doğru veya ikisinde de kısmen eksiklik mevcut
3	Yanlış Yanıt
	Yanlış çizimler
4	Yanıtızsız
	Boş

16-)Enerji verimliliği konusunda ülkemizdeki resmi kurumlar ve sivil kuruluşlar neler yapmalıdır.

1-

2-

3-

4-

1	Doğru Yanıt
	Kurumların yapabileceği nitelikte cevaplar
2	Kısmen Doğru Yanıt
	Bazıları olası, bir kısmı olası olmayan cevaplar
3	Yanlış Yanıt
	Diğer yanıtlar
4	Yanıtızsız
	Boş

17-)Ülkemizde yer alan güç santrallerinin (hidroelektrik, termik, rüzgar, jeotermal, nükleer) ortak özelliklerini sıralayınız.

1-

2-

1	Doğru Yanıt
	1-jeneratör kullanılması 2-elektrik enerjisi üretilmesi
2	Kısmen Doğru Yanıt
	1- jeneratör kullanılması 2-yanlış bir yanıt
3	Yanlış Yanıt
	Diğer yanıtlar
4	Yanıtsız
	Boş

EK.3 Mühendislik Bilgi Formu

Sevgili öğrenciler aşağıda yer alan sorular mühendislik ile ilgili bilgi düzeyinizi öğrenmek için hazırlanmıştır. Sorulara detaylı cevap vermeniz bilgilerinizin güvenilirliği için çok önemlidir. Katılımınız için teşekkür ederim.

1-) Sence Mühendis ne demektir?

2-) Mühendis deyince hangi mühendislikler aklına geliyor? Sıralar mısın?

3-) Sence Mühendislikteki temel amaç nedir?

4-) Günlük hayatta mühendis gibi davrandığın bir olay oldumu? Anlatır mısın?

5-) Kendini bir mühendis olarak görüyor musun? Neden?

6-) Bir mühendislik tasarım sürecinin temelini oluşturan aşamalı, yaratıcı ve tekrarlı olması ne anlama gelmektedir?

Aşamalı:

Yaratıcı:

Tekrarlı:

7-)Sence Mühendisler bir ürün tasarlarlarken genel olarak hangi aşamaları izler? Sıralar mısın?

8-)Mühendisler tasarımlarını planlarken ‘‘kriterleri’’ ve ‘‘kısıtlamaları’’ belirlerler. Sence kısıtlama ve kriter ne demektir? Açıklar mısın?

Kısıtlama:

Kriter:

9-) Mühendislik tasarım sürecinde kriter ve kısıtlamalar her zaman birbirini destekleyici nitelikte midir? Eğer birbirleriyle çelişirse nasıl bir yol izlenmelidir?

10-) Sence Mühendislik için Fen gerekli mi? Açıklar mısın?

11-) Teknoloji ve mühendislik ile Fen ve Teknoloji ilişkisini kendine göre değerlendirir misin?

12-) Sence Mühendislik tasarım sürecinin birden fazla doğru sonuca götüren yolu olabilir mi? Açıklar mısın?

Mühendislik Disiplini Bilgi Formuna Yönelik Dereceli Puanlama Anahtarı

Kategori	Değerlendirmede Kullanılan Ölçüt	Puan
Çok İyi	Soruya yönelik tüm beklentiler cevaplanmış	4
İyi	Beklentilerin çoğu cevaplanmış fakat kısmen hata veya3 eksiklik	
Orta	Beklentilerin bir kısmı cevaplanmış, hata veya eksiklik mevcut	2
Zayıf	Büyük oranda hata veya eksiklik mevcut, çok az beklenti1	
Çok Zayıf	Beklentilerin hiçbiri karşılanmamış	0

1.Sence Mühendis ne demektir?

	Puan
İnsanların hayatlarını kolaylaştırmak için çalışan, tasarım yapan, yaratıcı...4 ifadeleri ya da bu anlamda başka ifadelerle yapılan tanımlar	
Sadece tek bir özellekle tanımlama	3
Geliştiren, hayata geçiren gibi niteleyici 1 den fazla ifade	2
Geliştiren, hayata geçiren gibi niteleyici 1 ifade	1
Cevap verilmemiş ya da tamamen yanlış açıklama veya yanlış örnek kullanma	0

2.Mühendis deyince hangi mühendislikler aklına geliyor? Sıralar mısın?

	Puan
Tamamı doğru 4 veya daha fazla alan belirtilmiş	4
4 veya daha fazla doğru alan belirtilmiş, doğru olmayan alanlar da olmasına3 rağmen doğruların sayısı yanlışlardan fazla ya da tamamı doğru 3 alan belirtilmiş 4' den az doğru alan belirtilmiş, yanlış alanlarda olmasına rağmen doğruların2 sayısı yanlışlardan fazla ya da tamamı doğru 2 alan belirtilmiş 4' den az doğru alan belirtilmiş, yanlışların sayısı daha fazla ya da sadece 1 doğru1 alan belirtilmiş	
Cevap yok ya da yazılan alanların tamamı yanlış	0

3. Sence Mühendislikteki temel amaç nedir?

	Puan
İnsanların ihtiyaçlarını karşılama, sorunları çözme, hayatlarını kolaylaştırma,4 probleme yönelik müdahale ... ifadeleri ya da bu anlamda başka ifadeler	

Bir sorun, ihtiyaç, problem durumu için örnekler belirtme	3
Teknoloji üretme, icat yapma şeklinde daha özel anlamlara sahip ifadeler kullanma (bir sorun, ihtiyaç, problem bağlamını ifade etmeksizin)	2
Bir sorun, ihtiyaç, problem durumunu ifade etmeksizin, örnekler belirtme ya da tasarım özelliklerini örneklendirme (estetik gibi...)	1
Cevap verilmemiş ya da tamamen yanlış açıklama veya yanlış örnek kullanma	0

4. Günlük hayatta mühendis gibi davrandığın bir olay oldumu? Anlatır mısın?

	Puan
Evet, mühendislikle ilgili fen tasarım sürecinde	4
Evet, mühendislikle ilgili diğer derslerde yaptığım tasarım sürecinde	3
Evet, mühendislikle ilgili okul dışı tasarım sürecinde	2
Sadece evet cevabı verilmiş bir açıklama yok	1
Hayır	0

5. Kendini bir mühendis olarak görüyor musun? Neden?

	Puan
Evet, mühendislik yeterliliklerine sahip olduğunu ifade etmiş	4
Evet, okuldaki tasarım süreçlerinde hissettim	3
Evet, okul dışında yaptığı tasarımlarda	2
Evet, hedef-ya da merak	1
Hayır	0

6. Bir mühendislik tasarım sürecinin temelini oluşturan aşamalı, yaratıcı ve tekrarlı olması ne anlama gelmektedir?

Mühendislik tasarım süreci yinelenen (tekrarlı) bir yapıdadır.

Açıklama: Mühendislik tasarım süreci son bulan bir süreç değildir. İyileştirmeler daima devam eder. Son ürün yoktur. Ürünler daima iyileştirmeye açıktır.

Mühendislik tasarım süreci yaratıcı bir süreçtir.

Açıklama: Süreç tasarım probleminin yapısına göre değişiklik gösterebilir ya da bir tasarım çözümü için farklı çözüm yolları mevcuttur.

Mühendislik tasarım süreci sistematik bir yapıdadır.

Açıklama: Mühendisler tasarım sürecinde hangi uygulama adımlarını izleyeceklerinin belli olduğu sistemli çalışmalar gerçekleştirirler.

Kısmen açıklama da soru kökünde yer alan ifadeler dışında kelimeler kullanma aranmaktadır.

	Puan
3 özellikte belirtilen vurguları yansıtacak şekilde açıklanmış.	4
2 özellik belirtilen vurguları yansıtacak şekilde açıklanmış. 1 özellik boş ya da 3 vanlıs. Ya da 3 özellik de kısmen açıklanmış	
Yalnızca 1 özellik belirtilen vurguları yansıtacak şekilde açıklanmış. 2 özellik de 2 bos ya da vanlıs. Ya da 2 özellik kısmen açıklanmış	
Bir özelliğe ait doğru açıklama her üç özellik için de yazılmış. Ya da bir özellik 1 kısmen açıklanmış	
Özelliklerin hiçbiri belirtilen vurguları yansıtmıyor ya da boş bırakılmış	0

7. Sence Mühendisler bir ürün tasarlarlarken genel olarak hangi aşamaları izler? Sıralar mısın?

	Puan
Problemin belirlenmesi, Olası çözümlerin araştırılması, En uygun çözüme karar4 verilmesi, Prototip yapımı ve Test etme, İletişim basamaklarının tamamı bu ifadelerle ya da bu anlamlara gelecek benzer ifadelerle belirtilmiş	
Belirtilen 5 uygulama adımından 4 tanesi bu ifadelerle ya da bu anlamlara gelecek3 benzer ifadelerle belirtilmiş.	
Belirtilen 5 uygulama adımından 3 tanesi bu ifadelerle ya da bu anlamlara gelecek2 benzer ifadelerle belirtilmiş.	

Belirtilen 5 uygulama adımından 1 ya da 2 tanesi bu ifadelerle ya da bu anlamlara gelecek benzer ifadelerle belirtilmiş.
Cevap tamamen yanlış ya da boş bırakılmış

0

8. Mühendisler tasarımlarını planlarken ‘‘kriterleri’’ ve ‘‘kısıtlamaları’’ belirlerler. Sence kısıtlama ve kriter ne demektir? Açıklar mısın?

Kriter: Başarılı tasarım çözümünün taşıması gereken özellikler.

Sınırlılık (Kısıtlama): Çözümün gerçekleştirilmesi için ekonomik, yasal, fiziksel... engeller.

Puan

Her iki kavram da belirtilen doğrultuda açıklanmış.

4

Kavramlardan biri belirtilen doğrultuda açıklanmış, diğeri (gerçekleştirdikleri3 tasarımlara yönelik özel örnekler olmamak kaydıyla) doğru şekilde Her iki kavram için de açıklama yapılmamış fakat her ikisi de(gerçekleştirdikleri2 tasarımlara yönelik özel örnekler olmamak kaydıyla)doğru şekilde örneklendirilmiş. Ya da kavramlardan yalnız biri belirtilen doğru da açıklanmış Her iki kavram için de açıklama yapılmamış. Kavramlardan yalnız biri1 gerçekleştirdikleri tasarımlara yönelik özel örnekler olmamak kaydıyla) doğru Cevap tamamen yanlış ya da boş bırakılmış

0

9. Mühendislik tasarım sürecinde kriter ve kısıtlamalar her zaman birbirini destekleyici nitelikte midir? Eğer birbirleriyle çelişirse nasıl bir yol izlenmelidir?

Puan

Önem vurgusu yapılarak bazı kriterlerden ödün verilmesi gerektiği4

doğrultusundaki ifadeler

Önem vurgusu yapılmaksızın bazı kriterlerden ödün verilmesi 3

gerektiği doğrultusundaki ifadeler

Ödün verme dışındaki günlük hayat için gerçekçi (pazarlık yapma, ucuzu arama...2

gibi) çözüm önerileri getirme

Kriter ve kısıtlamaları dikkate almak gerektiğini belirtme fakat bunlar arasında1

ödün verme, vazgeçme, tercih etme gibi davranışları belirtmeme.

Cevap yok ya da tamamen yanlış cevap

0

10. Sence Mühendislik için Fen gerekli mi? Açıklar mısın?

	Puan
Gereklidir, Fen alanında ortaya çıkan bilgi ve açıklamalar mühendislerin çalışmalarını kolaylaştırır. doğrultusunda açıklama yapılmış	4
Gereklidir, Açıklama yapılmamış fakat açıklama doğru şekilde örneklendirilmiş	3
Gereklidir, cevabı verilmiş, açıklama kısmen doğru	2
Gereklidir, cevabı verilmiş fakat tamamen yanlış açıklama ya da örnek ifade edilmiş, ya da açıklama yok	1
Cevap yok ya da Gereklidir değildir cevabı verilmiş.	0

11. Teknoloji ve mühendislik ile Fen ve Teknoloji ilişkisini kendine göre değerlendirir misin?

	Puan
İki ilişki için de geçerli ifadelerle açıklama yapmış	4
Bir ilişki tam açıklanmış, diğeri kısmen ifade edilmiş	3
Bir ilişki tam ya da iki ilişki de kısmen ifade edilmiş	2
Bir ilişki kısmen ifade edilmiş	1
Cevap yok ya da Etkilemez cevabı verilmiş.	0

12. Sence Mühendislik tasarım sürecinin birden fazla doğru sonuca götüren yolu olabilir mi? Açıklar mısın?

"Mühendislik tasarım sürecinde genellikle"

Tek bir doğru çözüm yolu vardır.

Birden fazla doğru çözüm yolu vardır.

Açıklama: Birden fazla doğru çözüm yolu vardır çünkü tasarım problemleri için tasarlanan farklı çözümler başarılı olabilmektedir.

Doğru cevap verilmiş ve belirtilen doğrultuda açıklama getirilmiş	4
Doğru cevap verilmiş, açıklama yapılmamış fakat belirtilen3 doğrultudaki açıklama örneklendirilmiş.	
Doğru cevap verilmiş, açıklama ya da örnek yok.	2
Yanlış cevap verilmiş fakat cevap tasarım süreci özellikleri ile1	
Cevap yok ya da yanlış cevap ve yanlış açıklama	0

EK.4 Bilimsel Süreç Becerileri Testi

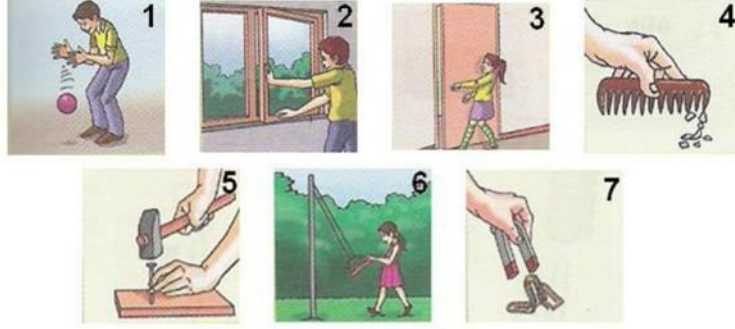
Sevgili öğrenciler,

Size verilen bu test 26 sorudan oluşmaktadır. Bu testi cevaplamanız için verilen toplam süre 30 dakikadır. Test çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır, bu soruların her birini dikkatlice okuyup, doğru olduğunu düşündüğünüz seçeneği size verilen cevap kâğıdına işaretleyiniz.

Kitapçık üzerine hiçbir işaretleme yapmayınız.

Bu araştırmaya katıldığınız için teşekkür ederim ve derslerinizde başarılar dilerim...

1) Aşağıda verilen kutucuklarda çeşitli uygulanan kuvvetler verilmiştir. Resimleri dikkatle inceleyiniz.



Yukarıdaki kutucuklardan hangilerinde uygulanan kuvvet temas gerektirmeyen kuvvettir?

- A) 1-2-3 B) 1-4-7
C) 2-3-6 D) 4-5-6

2)

CANLI TÜRÜ	ÜREME SIKLIĞI (YILDA)	BİR DOĞUMDAKİ YAVRU SAYISI (EN FAZLA)	YAKLAŞIK GEBELİK SÜRESİ (GÜN)
Serçe	3-4	5	12
Kedi	3	4	65
Köpek	2	10	60
At	1	1	330

Yukarıdaki tabloda verilen bilgilerle aşağıdaki sonuçlardan hangisine ulaşamaz?

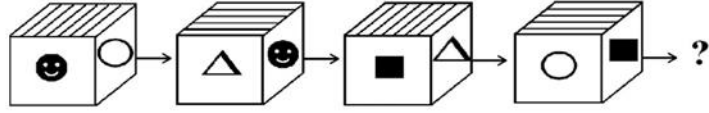
- A) Gebelik süresi büyük vücutlu canlılarda daha uzundur.
B) Üreme sıklığı küçük vücutlu canlılarda daha fazladır.
C) Üreme sıklığı çevre koşulları ile ilgilidir.
D) Bir doğumdaki yavru sayısı en büyük vücutlu canlıda en azdır.

3) Aşağıdaki canlılar en doğru şekilde nasıl sınıflandırılır?

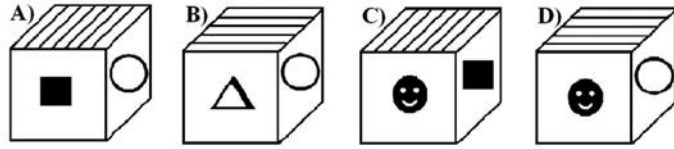


- A) Üreme şekillerine göre
- B) Karada yaşayanlar ve denizde yaşayanlar
- C) Beslenme şekillerine göre
- D) Omurgalı olanlar ve omurgasız olanlar

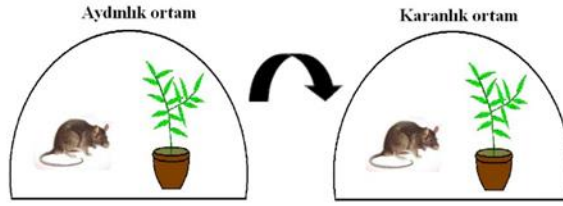
4)



Yukarıdaki şekiller belli bir ilişkiye göre dizilmiştir. Buna göre, soru işareti yerine aşağıdaki ilişkilerden hangisi gelmelidir?



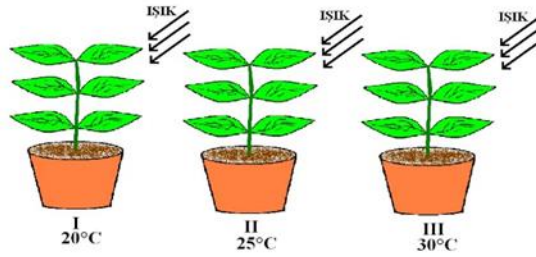
5)



Bir bitki ile bir fare aydınlık ortamdaki kapalı bir fanusta yaşamaktadırlar. Eğer fanus karanlık ortama koyulursa ve bir süre bekletilirse aşağıda verilen durumlardan hangisi gözlenebilir?

- A) Bitki ile fare yaşamlarına devam ederler.
- B) Fare bitkiyi yer.
- C) Bitki yaşar, fare ölür.
- D) İkisi de ölür

6)

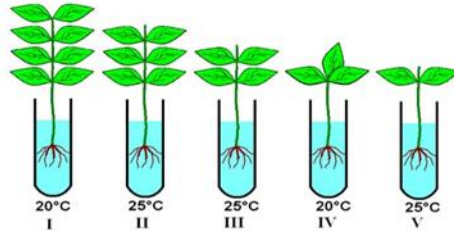


3

Bir bilim insanı üç saksıya da yeterli miktarda toprak, madensel tuzlar ve su koyuyor. Yukarıdaki düzeneği hazırlayıp bir süre inceleme yapıyor. Buna göre, bu bilim adamının yaptığı araştırmanın konusu aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) Toprak çeşidinin bitki büyümesine olan etkisi
- B) Sıcaklığın bitki büyümesine olan etkisi
- C) Işığın fotosenteze olan etkisi
- D) Suyun fotosentez için önemi

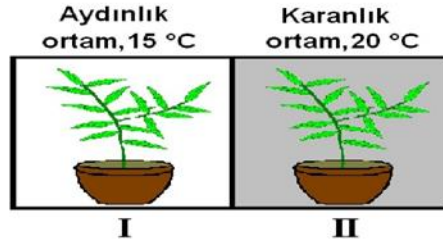
7)



“Toplam yaprak sayısı ile terleme arasında nasıl bir ilişki vardır?” sorusuna cevap arayan bir öğrenci, aynı bitki türü kullanarak hazırlanan yukarıdaki düzeneklerden bazılarıyla deney yapacaktır. Buna göre öğrencinin kaç numaralı düzenekleri seçmesi yeterlidir?

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

8)



Mehmet, güneş ışığının besin yapımına etkisini gözlemek istiyor. Eşit miktarda su verip, aynı tür toprağa ektiği özdeş saksı bitkilerini farklı ortamlara koyarak yukarıdaki gibi deney düzeneği hazırlıyor.

- Buna göre Mehmet, aşağıdakilerden hangisini yaparsa deneyden sonuç alır?
- A) I. saksının bulunduğu ortamın sıcaklığını 20 °C' a çıkarmalı.
 - B) I. saksının sıcaklığını 10 °C'ye düşürmeli.
 - C) II. saksıyı 15 °C' deki aydınlık ortama koymalı.
 - D) II. saksının sıcaklığını 15 °C'ye düşürmeli.

4

9) Aşağıdaki tabloda K, L, M maddelerinin, 10°C, 50°C ve 80°C halleri verilmiştir.

	10°C	50°C	80°C
K	Katı	Sıvı	Gaz
L	Katı	Katı	Sıvı
M	Sıvı	Sıvı	Sıvı

Bu durumla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

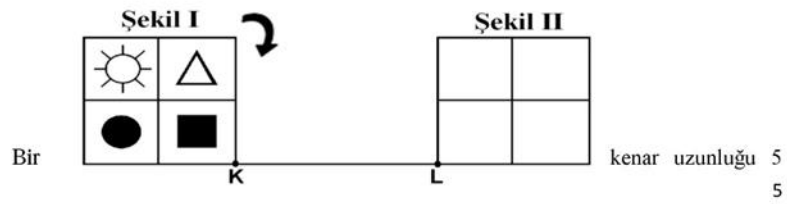
- A) Erime noktası en büyük olan M' dir.
- B) Kaynama noktası en büyük olan K' dir.
- C) Erime noktası en küçük olan L' dir.
- D) Kaynama noktası en küçük olan K' dir.

10) Aşağıdaki taşıtlar en doğru şekilde nasıl sınıflandırılır?

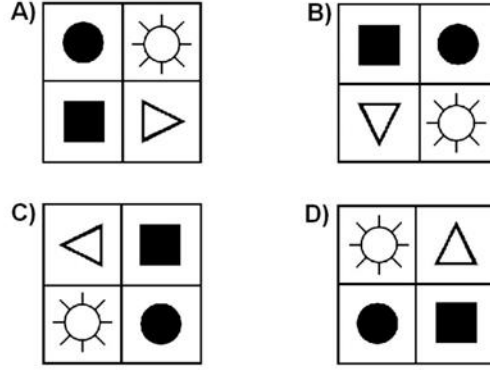


- A) İnsan gücüyle çalışan araçlar
- B) Hayvan gücüyle çalışan araçlar
- C) Motorlu ve motorsuz araçlar
- D) Yük taşıyan araçlar

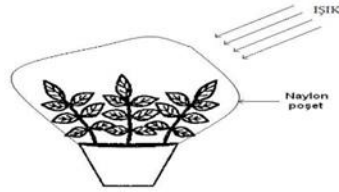
11)



cm olan kare şeklindeki bir karton parçası, şekil I' deki gibi dört eş parçaya bölünerek, her bir parçasının içine şekiller çiziliyor. Bu karton parçası, KL doğru parçası üzerinde ok yönünde kenarları üzerinde döndürülerek, K noktasından L noktasına getiriliyor. K ile L noktaları arasındaki uzaklık 25 cm olduğuna göre, bu kartonun şekil II' deki görünümü aşağıdakilerden hangisi olur?



12)

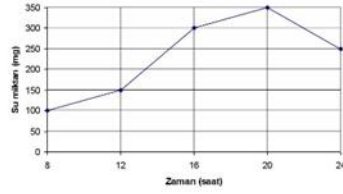


Edanur bir araştırmasında bitkinin yapraklarına naylon poşet geçirip, bitkide meydana gelen terlemeyi belirli aralıklarla ölçmüştür. Aşağıdaki Çizelgede yer alan verileri elde etmiştir.

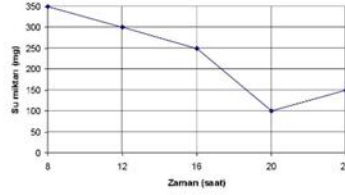
Saat	Su miktarı (mg)
8:00	100
12:00	150
16:00	300
20:00	350
24:00	250

Bu verilere göre, aşağıda verilen grafiklerden hangisi doğrudur?

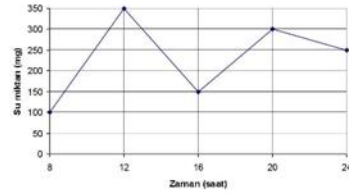
A)



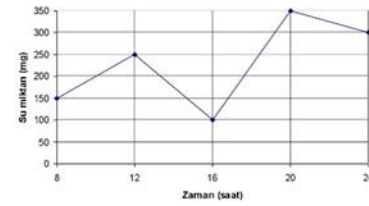
B)



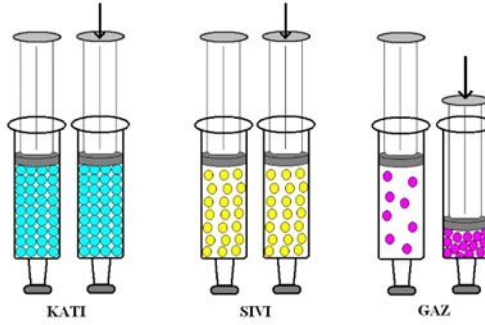
C)



D)



13)



Yukarıdaki resimleri dikkatlice inceleyiniz. Yapılan deneyde üç adet şırınganın birincisinde maddenin katı hali, ikincisinde sıvı hali ve üçüncüsünde de gaz hali vardır. Katı, sıvı ve gaz dolu şırıngalarda taneciklerin sıkıştırılmadan önceki ve sıkıştırıldıktan sonraki durumları şekildeki gibidir.

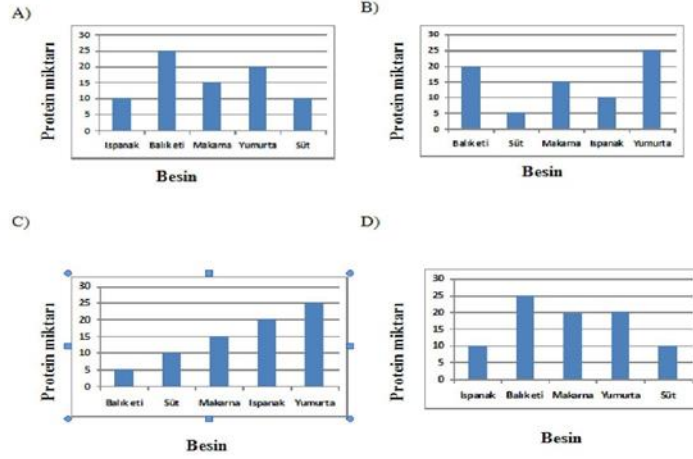
Buna göre aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A) Maddenin katı ve sıvı hali sıkıştırılabilir.
- B) Maddenin yalnızca katı hali sıkıştırılabilir.
- C) Maddenin üç hali de sıkıştırılabilir.
- D) Maddenin yalnızca gaz hali sıkıştırılabilir.

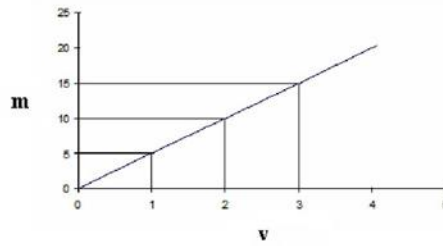
14)

Yemek adı	Protein miktarı
Ispanak	♥ ♥
Balık eti	♥ ♥ ♥ ♥ ♥ ♥
Makarna	♥ ♥ ♥
Yumurta	♥ ♥ ♥ ♥ ♥
Süt	♥ ♥

Eşit miktarda alınan bazı besinlerin protein miktarları " ♥ " ile yukarıdaki tabloda gösterilmiştir.
Buna göre, besinlerin protein miktarları hangi grafikteki gibi olabilir?

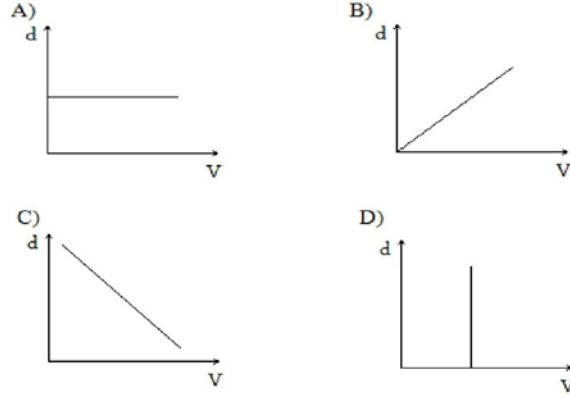


15) Yoğunluğun sabit olduğu bir durumda kütle-hacim ilişkisi şekildeki gibi grafikte gösterilmiştir.

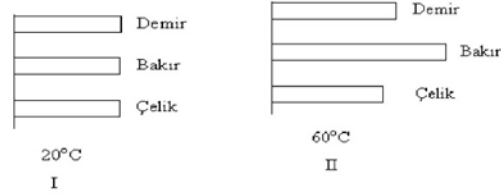


8

Eğer kütle sabit tutulup, hacim arttırılırsa yoğunluk – hacim ilişkisi hangi grafikte doğru verilmiştir?



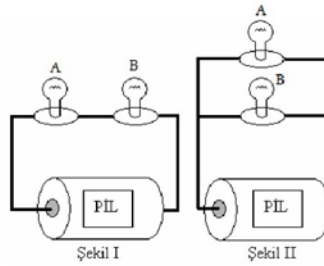
16) Bir öğrenci 20°C sıcaklıkta boyları eşit demir, bakır ve çelik çubukların sıcaklıklarını bir ısıtıcı yardımıyla 60°C 'ye yükseltiyor.



Buna göre, bu öğrenci nasıl bir hipotez geliştirebilir?

- A) Sıcaklık arttıkça, genleşme azalır.
- B) Sıcaklık ve genleşme arasında bir ilişki yoktur.
- C) Sıcaklık arttıkça, maddelerin boylarında meydana gelen değişme cinsine bağlıdır.
- D) Maddelerin cinsi ile boylarında meydana gelen değişme arasında bir ilişki yoktur.

17) Şekil I'de seri olarak bağlanan özdeş ampuller şekil II'deki gibi paralel bağlanırsa ampullerin parlaklığı nasıl değişir?



- A) Değişmez.
B) Şekil II' deki ampullerin parlaklığı Şekil I' dekinden daha az olur.
C) Şekil II' deki ampullerin parlaklığı Şekil I' dekinden daha fazla olur.
D) Şekil II' deki A ampulünün parlaklığı artar.

18) Normalde kanımızın 1 litresinde, ortalama 1 gr şeker vardır. Yediğimiz maddeler bu şeker miktarını yükseltir. Bir yiyecek maddesi kan şekerini ne kadar çok yükseltiyorsa, şişmanlatma etkisi de o kadar fazladır.

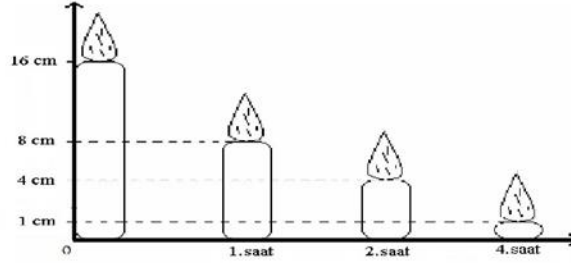
Besin	Kan şekerini yükseltme oranı
Fırında patates	95
Çavdar ekmeği	40
Kuru fasulye	30
Beyaz ekmekek	70
Sıkma meyve suyu	40
Taze sebze	15
Mantar	15
Karpuz	75

Ayşe son günlerde kilo aldığını fark eder. Bu durumdan şikâyet etmekte ve şişmanlamak istememektedir. Yukarıdaki tabloda kan şekerini yükseltme özelliklerine göre, yiyecek maddeleri verilmiştir.

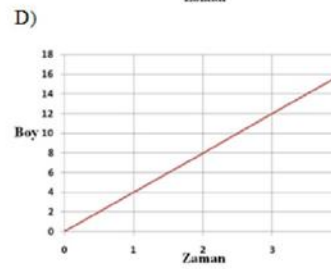
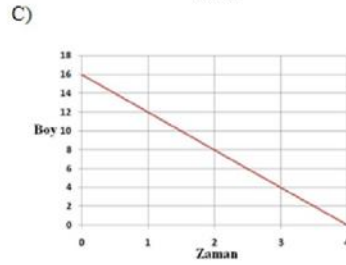
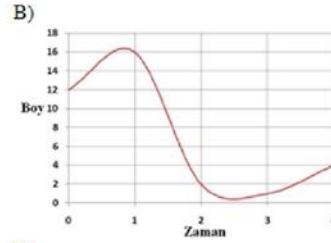
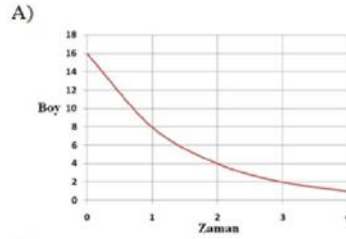
Buna göre, şişmanlamak istemeyen Ayşe aşağıdaki yiyeceklerden hangisini daha çok tüketmelidir?

- A) Çavdar ekmeği, karpuz, fırında patates
B) Beyaz ekmekek, fırında patates, taze sebze
C) Çavdar ekmeği, mantar, fırında patates
D) Çavdar ekmeği, kuru fasulye, sıkma meyve suyu, taze sebze

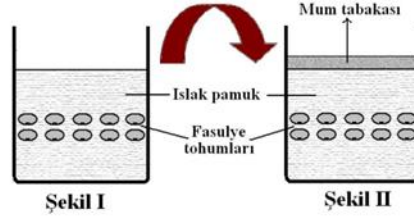
19) Bir araştırmacı, mumun boyu ile erime süresi arasındaki ilişkiyi incelemek istemiştir. Mumun erime süresini belirli zaman aralıklarında gözlemlemiş ve şu bilgilere ulaşmıştır. Mumun ilk boyu 16 cm, 1saat sonra boyu 8cm, 2saat sonra boyu 4cm, 4 saat sonra boyu 1 cm kalmıştır.



Bu kaydedilen verilere göre, aşağıdaki mumun boyu - mumun erime süresi grafiklerinden hangisi doğrudur?



20)



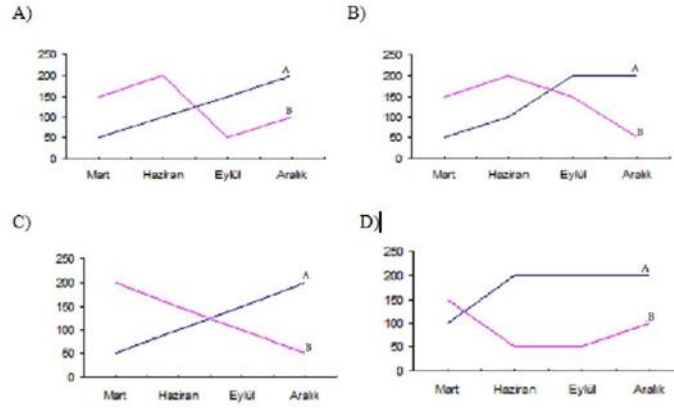
Bir öğrenci, oda sıcaklığında kavanozun içine ıslak pamuk koyuyor. Islak pamuğun arasına fasulye tohumları yerleştiriyor. Bir süre sonra fasulye tohumlarının çimlenmeye başladığını gözlüyor. Eğer bu öğrenci, ıslak pamuğun üzerini tamamen mum ile kapatırsa tohumlardaki değişiklik nasıl olur?

- A) Çimlenme az da olsa devam eder.
- B) Çimlenme daha çok olur.
- C) Çimlenme durur.
- D) Mum ile kapatmak çimlenmeyi hiçbir şekilde etkilemez.

21) Aynı ortamda bulunan iki canlı türüne ait birey sayıları belli aralıklarla ölçüldüğünde aşağıdaki değerlere ulaşılmıştır.

TÜR	MART	HAZİRAN	EYLÜL	ARALIK
A	50	100	150	200
B	150	200	50	100

Bu tablo değerleri grafikte nasıl gösterilir?



12

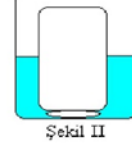
22) Aşağıdaki tabloda 10 °C' de ilk boyları eşit olan demir ve bakırın sıcaklıkları arasındaki ilişki gösterilmiştir.

Bu tabloya göre bir hipotez geliştirmek istersek en yaklaşık hipotez hangisi olabilir?

Madde °C	20°C	40°C	60°C	80°C
Demir	5cm	10cm	20cm	40cm
Bakır	10cm	20cm	40cm	80cm

- A) Maddelerin sıcaklığı düşükçe, genişleme miktarı azalır.
B) Maddelerin genişleme miktarı ile sıcaklığı arasında bir ilişki yoktur.
C) Daha yüksek sıcaklıkta maddenin genişleme miktarı daha azdır.
D) Yukarıdaki tablodan bir hipotez çıkarılamaz.

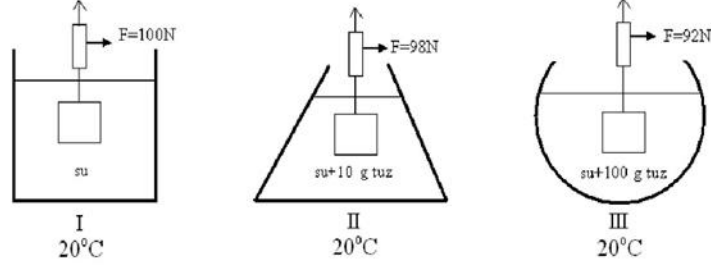
23) Murat'ın annesi kışlık turşuyu konserve şişelerine koymuştur. Bir gün Murat'ın canı turşu istemiş. Kavanozu açmaya çalışmış ama açamamış. O arada annesi gelmiş, Murat'ın elinden kavanozu almış ve sıcak suyun içinde kapağı aşağı gelecek şekilde bir süre bekletmiş. Sonra kavanozu sudan çıkarmış ve kapak zorlanmadan açılmış.



Buna göre Murat bu olaydan nasıl bir sonuç çıkarmıştır?

- A) Çocuklar kavanozun kapağını açamazlar.
B) Kapağı açmak için ters çevirmek yeterlidir.
C) Sıcak suyun içine kavanozu ters koymak, kapağın genişlemesini ve rahat açılmasını sağlamıştır.
D) Bir sonuca varılamaz

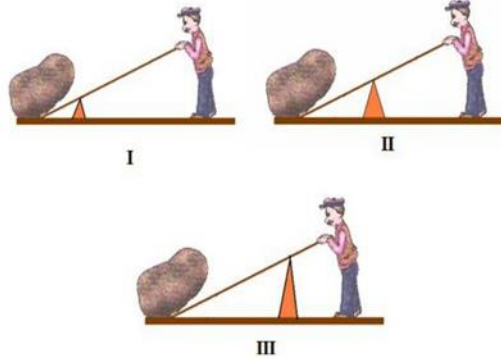
24) Bir öğrenci 3 farklı kaba eşit miktarda su koymaktadır. II. kaba 10 g tuz, III. kaba ise 100 g tuz ilave etmiştir. Suyun içine konulan cismi dinamometre ile ölçtüğünde, küpün ağırlığı I. kaba 100N, II. kaba 98N ve III. kaba ise 92N gelmiştir.



Buna göre, ağırlıklarının azalmasına neden olan değişken nedir?

- A) Suyun sıcaklığının değişmesi
- B) Kapların şekillerinin birbirinden farklı olması
- C) İlave edilen tuz miktarının değişmesi
- D) Küpün bir süre sonra genleşmesi

25)

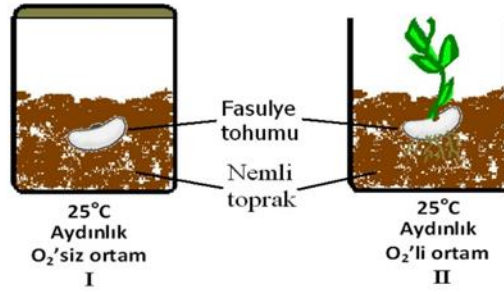


Yukarıdaki resimlerde görülen işçi, bir kaya parçasını farklı şekillerde kaldırmaya çalışıyor. I. şekilde taşı kaldırabiliyor, II. şekilde az da olsa taşı yerinden oynatabiliyor, III. şekilde ise taşı hiç kaldıramıyor.

Buna göre aşağıda verilenlerden hangisi söylenebilir?

- A) Kuvvet kolunun uzun ya da kısa olması yükü kaldırmak için uygulanan kuvvetin büyüklüğünü etkilemez.
- B) Destek yükü ne kadar yakınsa yükü kaldırmak o kadar zor olur.
- C) Destek uygulanan kuvvete ne kadar yakınsa yükü kaldırmak o kadar kolay olur.
- D) Kuvvet kolu ne kadar uzunsa yükü kaldırmak için uygulanan kuvvet o kadar küçük olur.

26)



Furkan Fen ve Teknoloji dersinde öğrendiği bilgilerle tohumun çimlenmesini gözlemek istemiştir. Fasulye tohumunun hangi ortamda çimlendiğini merak etmiş ve şekildeki deney düzenliğini kurmuştur. I nolu kabın ağzını kapatmış, II nolu kabın ağzını ise açık konumda bırakıp tohumu gözlemiştir. Bir hafta sonra II nolu kaptaki fasulyenin çimlendiğini, I nolu kaptakinin ise çimlenmediğini görmüştür.

Buna göre aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A) Çimlenme için su gerekli değildir.
- B) Çimlenme için sadece ışık gereklidir.
- C) Sadece 25°C de çimlenme gerçekleşir.
- D) Çimlenme için O₂'ye gerek vardır.

Ek 4.b. Bilimsel Süreç Becerileri Belirtke Tablosu

Bilimsel Süreç Becerileri	Sorular																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Tahmin Yapma					X																						
Gözlem yapma	X												X														
Ölçme verileri yorumlama		X																X									
Sınıflandırma			X							X																	
Verileri Kaydetme											X								X								
Model Oluşturma													X							X							
Sayı Uzay İlişkileri				X							X																
Değişkenleri Kontrol Etme						X																			X		
Sonuç Çıkarma									X																	X	
Deney Yapma							X	X																			
Hipotez Oluşturma																X					X						
Değişken Değiştirme															X	X											
Karar Verme																							X			X	

EK.5 Öğrenci Tasarım Formu

2.Tasarım Görevi Oyuncak Tekne

Gerçekleştireceğiniz tasarımda dokunmadan ilerleyecek oyuncak tekne yapmanız beklenmektedir.

Aşağıdaki tabloyu gruptaki tüm öğrenciler bireysel olarak dolduracaktır.

Tasarım problemimize çözümler sağlayacak özellikler(kriterler)

1-

2-

3-

Tasarım problemimize çözümler için sınırlılıklar(kısıtlamalar)

1-

2-

3-

Tasarım Görevini Gerçekleştirmek için Mühendislik tasarım sürecini kullanmanız gerekmektedir. Nasıl bir yol izleyeceğinizi açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Gerçekleştirmeyi düşündüğünüz tasarımı tüm ayrıntılarıyla çizin.



Tasarımınızı gerçekleştirmek için hangi bilgilere sahipsiniz?

1-

2-

3-

Tasarımınızı gerçekleştirmek için hangi bilgilere ihtiyacınız var?

1-

2-

3-

ELEKTRİK ENERJİSİ

OYUNCAK TEKNE TASARIMI

GRUP ÜYELERİ

.....
.....
.....
.....
.....

Araştırma 1: Elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşür mü?

İletken teli bir kalem üzerine sarıp sarmal hale gelince çıkarınız ve bir pilin uçlarına bağlayınız ? 2 dakika bekledikten sonra strafor köpüğü tele değdiriniz? nasıl bir değişim gözlemlediniz ?



Şimdi de devreye bir ampul bağlayıp bir dakika, 2 dakika, 3 dakika sonra elinizle dokunup gözlemlerinizi yazınız.

Sıcaklık değişiminin nedeni nedir?

Isı enerjisi nasıl ortaya çıkmıştır? Nedeni nedir?

İnternet ve sınıfınızda bulunan kaynaklardan araştırınız. Araştırmalarınız sonucu ulaştığınız bilgileri yazınız.

Araştırma 1 ile hangi sonuçlara vardınız?

1-

2-

3-

Araştırma 2: Elektrik motoru nedir? Üzerinde hangi enerji dönüşümleri gerçekleşir?

(mıknatıs, iletken tel, kalem pil ve elektrik bantı) sağlanan malzemeler ile basit bir elektrik motoru tasarlayınız .



Elektrik motorunda gerçekleşen enerji dönüşümü nedir? Yazınız.

Bir elektrik motorunda mıknatısın görevi nedir?

İnternette ve sınıfınızda bulunan kaynaklardan araştırınız. Araştırmalarınız sonucu ulaştığınız bilgileri yazınız.

Araştırma 2 ile hangi sonuçlara vardınız?

1-

2-

3-

Araştırma 3- Tasarım

Evlerimizde kullandığımız çay makineleri ve su ısıtıcılarının çalışma prensibi nasıldır?

Bir su ısıtıcısı modeli tasarlayınız, çizimini yapınız?

Öğrenmeniz gereken bilgiler olduğunu düşünüyorsanız internet ve sınıfta bulunan kaynaklardan kafanızdaki soru işaretlerini araştırınız. Neler öğrendiniz yazınız.

Verilen malzemelerini kullanarak bir su ısıtıcısı modeli tasarlayınız.

Araştırma 3 ile hangi sonuçlara vardınız?

1-

2-

3-

Araştırma 4:

Bir elektrik motorunu pil ile çalıştıracak düzeneği önce çiziniz sonra deney malzemeleri ile oluşturunuz. ?

Elektrik motoru içindeki enerji dönüşümü nedir?

Günlük yaşantımızda kullandığımız araçlardan hangilerinin içerisinde elektrik motoru bulunmaktadır?

Elektrikli aletler üzerinde akım değeri bulunmasındaki amaç nedir?

Evlerde kullanılan sigortanın elektrikli aletler üzerinde bulunan akım değeriyle bir ilişkisi var mıdır?

Sigortanın kullanım amacı nedir?

Sigortaların çalışma prensibi nasıldır?

Araştırma 4 ile hangi sonuçlara vardınız?

1-

2-

3-

Araştırma5: Elektrik enerjisinin bilinçli ve tasarruflu kullanılmasının aile ve ülke ekonomisi bakımından önemi nedir?

Enerji tasarrufu ne demektir? Araştırınız ve açıklayınız.

Enerji tasarrufu için yapılması gerekenleri ve önerilerinizi listeleyiniz

1-

2-

3-

4-

5-

TASARIM KARARI

Tasarım görevimizi hatırlayalım: Gerçekleştireceğiniz tasarımda Oyuncak Tekne yapmanız beklenmektedir.

Grubunuzda yer alan üyelerin göreve yönelik tasarım çizimlerini inceleyiniz. Şu ana kadar gerçekleştirdiğiniz araştırmalar ve oluşturduğunuz düzeneklerden yola çıkarak tasarımlarınızı inceleyiniz ve değerlendiriniz.

Farklılıklar:

.....
.....
.....

Ortak noktalar:

.....
.....
.....

Tasarım problemine yönelik grup kararınız nedir? Bu kararı nasıl verdiniz? Farklı çözüm önerilerinin belirli özelliklerini birleştirmeyi düşündünüz mü? Açıklayınız.

.....
.....
.....
.....

Aşağıdaki boşluğa gerçekleştireceğiniz tasarımı ayrıntılı bir biçimde çizin.

EK.7 Grup Süreç İzleme Formu

GRUPLARIN	1	2	3	4
1-İş Bölümü ve Organizasyon				
2-İletişim ve Karşılıklı Saygı				
3-Bireysel Özellikler(Sorumluluk alma, liderlik, motivasyon, bilgi toplama)				
4-Yönergeleri Takip Etme				
5-Bilgisayar ve Malzeme Kullanımı				
6-Zamanı Etkin Kullanma				
7-Ürün ve Sunum				

EK.8 Tasarım Mülakat Formu

Tasarım Mülakat Formu

Soru 1: Elektrik enerjisi ünitesi ile ilgili yapmış olduğunuz tasarım temelli STEM etkinlikleri hakkında ne düşünüyorsunuz?

Soru 2: STEM etkinliklerin en çok hoşuna giden kısımları nelerdi?

Soru 3: Yapılan etkinlikleri değerlendirdiğinde ne gibi değişiklikler olsa daha iyi öğrenirdin?

Soru 4: STEM etkinlikleri sana neler kazandırdı?

EK.9 Ders Planı Örneği

Dersin Adı	Fen Bilgisi
Sınıf	7. sınıf
Ünitenin Adı, Numarası	Elektrik Enerjisi, 5
Konu	Elektrik Devreleri
Önerilen Süre	8 saat
Öğrenci Kazanımları/Hedef davranışlar	<p>7.6.2.1. Elektrik enerjisinin ısı ve ışık enerjisine dönüştüğüne ilişkin deneyler yapar ve sonucu gözlemler.</p> <p>7.6.2.2. Elektrik enerjisinin ısı ve ışık enerjisine dönüşümünü temel alan teknolojik uygulamalara örnekler verir.</p> <p>7.6.2.3. Elektrik enerjisinin hareket enerjisine, hareket enerjisinin de elektrik enerjisine dönüştüğünü kavrar.</p>
	<p>FEN BİLİMLERİ</p> <p>Enerji kavramını çok boyutlu olarak ifade edebilir.</p> <p>MATEMATİK</p> <p>Tasarımı gerçekleştirecek çizimlerin boyutlarını hesaplar.</p> <p>Zamanlama gereken çalışmalarda geçen süreyi hesaplar.</p>

STEM Entegrasyonu	<p>MÜHENDİSLİK</p> <p>Mühendislik tasarım sürecinin aşamalarını ifade eder</p> <p>Fenin mühendislik açısından neden gerekli olduğunu örneklendirebilir</p> <p>Tasarım çözümleri için çizimler oluştururlar.</p> <p>Elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşeceği tasarımlar yapar.</p> <p>Elektrik enerjisinin ışık enerjisine dönüşeceği tasarımlar yapar.</p> <p>Elektrik enerjisinin hareket enerjisine dönüşeceği uygun çizimi yapar.</p> <p>Hareket enerjisinin elektrik enerjisine dönüşeceği uygun çizimi yapar.</p> <p>Elektrik enerjisinin hareket enerjisine dönüşeceği düzeneği tasarlar.</p> <p>Hareket enerjisinin elektrik enerjisine dönüşeceği düzeneği tasarlar.</p> <p>TEKNOLOJİ</p> <p>Araştırmalarında bilgisayar teknolojilerini kullanır.</p> <p>Araştırmalarında seçtiği çeşitli araç gereçleri kullanır.</p>
-------------------	---

	<p>21.YY BECERİLERİ</p> <p>Grup çalışmalarında görev ve sorumluluklarının bilincine varır</p> <p>İşbirliği ve fikirlere saygı duymanın başarıyı arttırıcı etkisinin farkına varır</p> <p>Elektrik enerjisinin bilinçli ve tasarruflu kullanılmasına yönelik fikirler ortaya koyar ve arkadaşlarıyla paylaşır.</p> <p>Hazırladığı tasarım ürünlerini sunar.</p> <p>Probleme yönelik çözüm önerileri geliştirirler.</p>
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Pil, Kablo, (+)kutup, (-)kutup,akım,potansiyel fark, direnç, iletken tel, kablo, pil, sigorta, parlaklık, enerji, yapıştırıcı,silikon tabancası
Güvenlik Önlemleri	Maket bıçağı, makas, Silikon tabancası öğretmen kontrolünde kullanılacak
Öğretme- Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	STEM, 5-E, Soru-cevap, anlatım, deney, grup çalışması
Kullanılan Eğitim Teknolojileri	Bilgisayar, Akıllı tahta,
Açıklamalar	<p>Öğrencinin bilgisayardan araştırmalar yapması istenen bölümlerde öğretmen de ihtiyaca yönelik öğrencileri bilgilendirir.</p> <p>Öğretmen süreç boyunca rehberlik eder.</p> <p>Öğretmen süreç içerisinde öğrencilerin ihtiyaç duyduğu materyalleri sağlar.</p>

	<p>Öğrenci gruplarına ders süresince kullanacakları yönergeler içeren ve süreç içerisindeki çalışmaların çizimlerini ve notlarını yazacakları bir tasarım kılavuzu verilecektir.</p>
<p>Öğrenme Öğretme Etkinlikleri</p>	
<p>Ön bilgileri Yoklama ve Tasarım Görevinin Açıklanması</p>	<p>Öğrencilere büyük tasarım görevinin ne olduğunun açıklanması ile dikkatler çekilir. ‘Gerçekleştireceğiniz tasarımda plastik havuzda su içerisinde elimizle dokunmadan dokunmadan ilerleyecek Oyuncak Tekne yapmanız beklenmektedir.’</p>
<p>Mini Araştırmalar ve Mini Tasarımlar Yolu İle Bilimsel Bilgi ve Beceri Gelişimi</p>	<p>Bu aşamada öğrencilere araştırma görevleri verilir. Bu süreç soru cevaplarla, küçük tasarım ve araştırma süreçleriyle bilgi ve becerilerini yapılandırır.</p> <p>Araştırma 1: Elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşür mü?</p> <p>İletken teli sarmal hale getirip bir pil kullanarak gözlemlerinizi yazınız.</p> <p>Hazırladığınız tel strafora temas ettiğinde nasıl bir değişiklik gözlemlendi açıklayınız.</p> <p>Oluşturacağınız bir elektrik devresine sırasıyla bir, iki, üç ampul ekleyerek elinizle dokununuz ve gözlemlerinizi yazınız.</p> <p>Isı enerjisi nasıl ortaya çıkmıştır. Açıklayınız.</p>

	<p>Araştırma 1 ile ilgili vardığınız sonuçları sıralayınız.</p> <p>Araştırma 2: Elektrik motoru nedir? Üzerinde hangi enerji dönüşümleri gerçekleşir?</p>
<p>(Süreç içerisinde öğrenciler gözlemlenir, gereken açıklamalarda bulunulur. Elektrik enerjisi ünitesi ile ilgili gerekli bilgileri içeren sunum yapılır. Öğretmen rehberliğinde araştırmalara devam edilir.)</p>	<p>Araştırma 3: Bir su ısıtıcı modeli tasarlayınız?</p> <p>Su ısıtıcısı modelinin çizimini yapınız.</p> <p>Tasarım için gereken ve ihtiyaç duyduğunuz bilgiler nelerdir?</p> <p>Araştırma 4: Bir elektrik motorunu pille çalıştıracak düzeneği oluşturunuz?</p> <p>Araştırma 5: Elektrik enerjisinin bilinçli ve tasarruflu kullanılmasının aile ve ülke ekonomisi bakımından önemi nedir?</p>
<p>Büyük Tasarım Çözümünün İnşa Edilmesi, Çözümün Test Edilmesi ve İyileştirme</p>	<p>Araştırmalar sonucunda öğrenci grupları büyük tasarım görevi için, kriter ve kısıtlamalar ile en uygun çözüme varır.</p> <p>Öğrenciler grupça belirledikleri materyalleri kullanarak tekne modelini oluştururlar.</p>
<p>Ürünlerin Sunumu ve Değerlendirme</p>	<p>Gruplar prototiplerini sınıf ortamında sunarlar. Grupların oluşturdukları prototiplerin başarılı ve başarısız yönleri tartışılır.</p> <p>Öğrenci kazanımlarını ölçmek için açık uçlu sorulardan oluşan bir test uygulanır.Yapılan ürünlerin amaca uygunluğu soru-cevap şeklinde değerlendirilir.</p>

EK.10 Zaman Çizelgesi

Tarih	Çalışma
11 Şubat 2016	Pilot çalışma Ön test uygulamaları
12 Şubat 2016	Pilot çalışma Mühendislik Tanıtımı
18 Şubat 24 Mart 2016	Pilot Çalışma Uygulama Süreci
25-31 Mart 2016	Pilot çalışma Son Test Uygulamaları
20 Nisan 2016	Çalışma Ön test uygulamaları
21 Nisan 2016	Çalışma Mühendislik Tanıtımı
25 Nisan 04 Haziran 2016	Çalışma Uygulama Süreci
06-07 Haziran 2016	Çalışma Son Test Uygulamaları
15 Haziran 2016- 25 Aralık 2017	Verilerin Analizi
1 Ocak 2017- 10 Ekim 2017	Bulguların Yorumlanması

Ek 11 Bilgi Testi Uygulama Örneği

5

EK 9:

Sevgili öğrenciler, araştırmacı tarafından geliştirilen bu test Enerji Ünitesi ile ilgili bilginizi ölçmek üzere geliştirilmiştir. Çalışma sadece araştırma için kullanılacaktır. 40 dakikalık iki ders saatinde uygulanmak üzere hazırlanan test iki oturumda gerçekleştirilecektir. Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederim.
Fatma TAŞTAN AKDAĞ

ELEKTRİK ENERJİSİ

1-Günlük yaşantımızda evlerimizde, birçok elektrikli aleti aynı anda kullanmaktayız. Ayşe ve ailesi dün akşam sevdiği TV programını seyrederken bir anda tüm ev karanlığa gömülmüş, pencereden dışarı baktıklarında komşuların ışıklarının yandığını gözlemişlerdir. Ayşe ve ailesinin yaşadığı durumun nedeni ne olabilir?

- 1- Sigorta atmış olabilir.
- 2- Elektrik faturaları ödemediği için elektrikler kesilmiş olabilir.

3-

4-

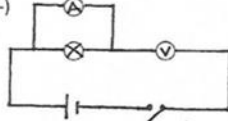
2-) Damlanın babası işten eve geldiğinde elindeki elektrik faturasına bakarak ev halkına seslendi: "sizi her gün uyarıyorum, uyarılarımı dinlemediğiniz için yine yüksek fatura ödeyeceğiz".

Damlanın babasının ev halkına her gün yaptığı uyarılar neler olabilir?

- 1- Boşa yanan ışıkları kapatınız.
- 2- Sofya da olan eşyaları kullanmamalıyız.
- 3- Enerjimizi boşa harcamamalıyız.

4-

3-)



Ahmet yandaki elektrik devresinde akımın değerini ve ampulün uçları arasındaki potansiyel farkını ölçmek istiyor.

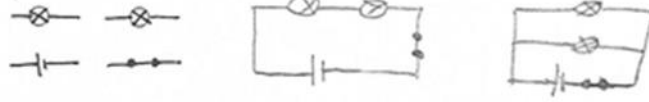
Yandaki devrede ne gibi değişiklikler yaparsa amacına ulaşabilir.

- 1- Ampermetreyi seri bağlanmalıdır.
- 2- Voltmetre paralel bağlanmalıdır.
- 3- Anahtar kapatılmalıdır.

4-) Evlerimizde kullandığımız elektrik enerjisinin tasarruflu kullanılmasının ekonomi için önemini açıklayınız.

- 1- Faturamıza az gelis.
- 2- Ülke ekonomisi için önemlidir.

5-) Aşağıda verilen devre elemanlarını kullanarak ampullerin farklı parlaklıkta ışık vereceği şekilde bir elektrik devresi oluşturunuz.



6-) Gül bir elektrik devresi oluşturmuş, devreye her defasında bir tane daha pil eklemiş ve ampulün parlaklığını gözlemlemiştir. Ampulün parlaklığında değişiklik gözlenmediğine göre;

Gül pilleri devreye nasıl bağlamıştır?

Paralel bağlamış olabilir.

Ampuller üzerinden geçen akım değerleri her bir pil eklenişinde nasıl değişmektedir?

Geçen akım değeri her bir pil eklenişinde artar.

Her bir pil eklenişinde piller üzerinden geçen akım nasıl değişmektedir?

Piller üzerinden geçen akım artar.

7-) a-Selim bir elektrik devresi oluşturmuş ve devreye her defasında bir ampul daha ekleyerek akım değerini ampermetre ile ölçmüştür. Selimin ampermetre ile ölçtüğü son değer kaç miliamperdir?

Akım(miliamper)	Direnç(ohm)
12	2
6	4
4	6

7-) b-Selim kurduğu elektrik devresinde aşağıda verilenleri yazınız.;

Bağımlı değişken: Akım şiddeti.

Bağımsız değişken: Ampul sayısı

Sabit tutulan değişken: Pil sayısı.

8-) Evinizde kullandığınız elektrikli aletlerden elektrik enerjisini 3 farklı enerji çeşidine dönüştüren 3 farklı elektrikli alet ve dönüştürdüğü enerji çeşidini yazınız.

1. Perçane → hareket

2. Ütü → ısı

3. Ampul → ışık ve ısı

9-) Evlerimizdeki elektrik tesisatı paralel devreler yerine seri devrelerden oluşsaydı nasıl olaylarla karşılaşırđık? Açıklayınız.

- 1- Bir yeri kapattığımızda, her yer sönür.
- 2- Bir yeri açtığımızda, her yer yanar.
- 3-

10-) a- Ali ve Ayşe özdeş 1'er pil ve 2'şer ampul kullanarak birer elektrik devresi kurmuştur. Devredeki pilin yanındaki teldeki akım değerini ölçtüklerinde Ali 1 miliamper Ayşe 4 miliamper değerini okumuştur.

Ali ve Ayşenin farklı akım değerleri okumalarının nedeni ne olabilir?

- 1- Ayşe paralel bağlamıştır.
- 2- Ali seri bağlamıştır.

10-) b- Ali ve Ayşenin kurduğu devrelerin ışık verme sürelerini kıyaslırsak nasıl bir açıklama yapabiliriz?

Ali seri bağlamış olabilir. Bu yüzden paralele göre daha uzun yanar.

11-) Kerem kurduğu elektrik devresinde ampulün uçları arasına bağladığı Voltmetrede 2V ampermetrede 12 mA değerini okumuştur. Devreye bir pil daha eklediğinde Voltmetrede 4V Ampermetrede 24 mA değerini okumuştur. Kerem'in yaptığı bu deneyde ampulün uçları arasındaki gerilim nelere bağlıdır?

- 1- Pil yarı gerilime bağlıdır.
- 2-

12-) Evlerimizde yer alan elektrikli aletlerin üzerinde akım değerlerinin yer almasının amacı sizce nedir?

Eğer fazla akım giderse aletin patlaması yerine alet kısa devreye uğrar.

13-) Seri olarak bağlanan ampullerle oluşturulmuş bir elektrik devresinde ampullere seri bir ampul daha bağlandığında devrede ile ilgili '.....' ile verilen yerlere gelmesi gereken ifadeleri yazınız.

- 1- Devredeki toplam gerilim.....*artar*.....
- 2- Devredeki akım değeri.....*artar*.....
- 3- Devrenin toplam direnci.....*artar*.....
- 4- Ampullerin parlaklığı.....*artar*.....

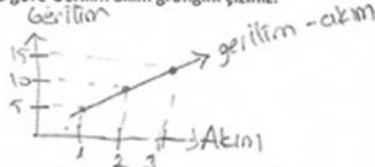
14-) Bir elektrik devresinde açığa çıkan ısı enerjisi nelere bağlıdır?

1. Direncin akıma karşı farkı olmasıdır.
- 2-
- 3-
- 4-

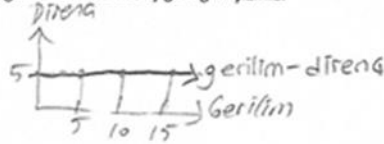
15-)Aşağıda bir elektrik devresindeki gerilim-akım tablosunu görmekteyiz.

Gerilim(Volt)	Akım(miliamper)
5	1
10	2
15	3

a- Tabloya göre Gerilim akım grafiğini çiziniz.



b- Tabloya göre Gerilim Direnç grafiğini çiziniz.



16-)Enerji verimliliği konusunda ülkemizdeki resmi kurumlar ve sivil kuruluşlar neler yapmalıdır.

1. İnsanlar bilinçlendirilmelidir.
2. Geçitli yarışmalar yapılabilir. (örni: tasarruf ile ilgili bilgi yarışması)
3. Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmalıyız.
- 4-

17-)Ülkemizde yer alan güç santrallerinin (hidroelektrik, termik, rüzgar, jeotermal, nükleer) ortak özelliklerini sıralayınız.

1. Enerji üretmeleri
2. Doğal olmaları ve hepsinde jeneratör vardır.

EK.12 Mühendislik Bilgi Testi Örneği

17
EK:8

MÜHENDİSLİK BİLGİ FORMU

Sevgili öğrenciler aşağıda yer alan sorular mühendislik ile ilgili algınızı öğrenmek için hazırlanmıştır. Sorulara detaylı cevap vermeniz bilgilerin güvenilirliği için çok önemlidir. Katılımınız için teşekkür ederim.

1-) Sence Mühendis ne demektir?

Bence Mühendis birşeyleri tasarlamak birleştirmektir.
Yeni şeyler hayal etmek ve kağıda tamamlanaktır.

2-) Mühendis deyince hangi mühendislikler aklına geliyor? Sıralar mısın?

Makina Mühendisi, Çevre Mühendisi
Bilgisayar Mühendisi
Elektrik Elektronik Mühendisi

3-) Sence Mühendislikteki temel amaç nedir?

Yeni şeyler yapmak. Hayal etmek.
Düşünmek ve tamamlamak

4-) Günlük hayatta mühendis gibi davrandığın bir olay oldu mu? Anlatır mısın?

Evet. Mesela bu projeyi yaparken öncelikle hayal ettik sonra birbirimizden fikir alıp bir çizim yaptık sonrada şekil olarak tamam oldu

5-) Kendini bir mühendis olarak görüyor musun? Neden?

Yaptığım etkinliklerde mühendis gibi hissettim.
Ama normalde görmüyorum

6-) Bir mühendislik tasarım sürecinin temelini oluşturan aşamalı, yaratıcı ve tekrarlı olması ne anlama gelmektedir?

Aşamalı: Belirli adımları içeriyor ✓
Yaratıcı: Değişik fikirlere açık olması ✓
Tekrarlı: Olanda kadar devam etmek ✓

EK:8

7-) Sence Mühendisler bir ürün tasarlarlarken genel olarak hangi aşamaları izler? Sıralar mısın?

- 1- Öncelikle hoyal ederler ve kafelerinde tasarlanlar.
- 2- Bir fikir ortaya atarlar ve fizim yoparlar.
- 3- Ve son olarak bu fizim mabete dönüştürürler.

8-) Mühendisler tasarımlarını planlarken "kriterleri" ve "kısıtlamaları" belirlerler. Sence kısıtlama ve kriter ne demektir? Açıklar mısın?

Kısıtlama: Sınırdır, Aşılmayacak ve değıştirilmeyecek gerçektir.

Kriter: Yapmak istediğimiz şeylerdir. Ortaya attığımız özellikler.

9-) Mühendislik tasarım sürecinde kriter ve kısıtlamalar her zaman birbirini destekleyici nitelikte midir? Eğer birbirleriyle çelişirse nasıl bir yol izlenmelidir?

Eğer birbiri ile çelişirse aynı malzemenin daha ucuzu fakat aynı fiyatı görenini bulabiliniz, veya aynı ürünün daha küçükünün fakat aynı iştevi görenini yapabilirsiniz.

10-) Sence Mühendislik için Fen gerekli mi? Açıklar mısın?

Evet gerekli. Çünkü fende mühendisliğin bir parçasıdır. Mesela fen mühendisliğin daha basitidir, Mühendislik onun bir kademe üstüdür yani fen olmadan mühendislik olmaz.

11-) Teknoloji ve mühendislik ile Fen ve Teknoloji ilişkisini kendine göre değerlendirir misin?

Teknoloji ve mühendislik birbirini tamamlayan iki şeydir. Fen ve teknolojide aynı bunlar gibi birbirini tamamlayan şeylerdir. Yani biri olmazsa diğentinin olmayacağı şeylerdir.

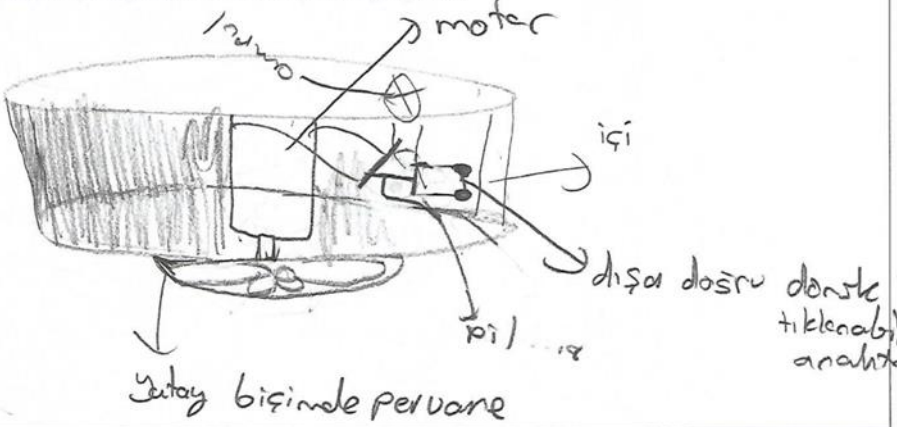
12-) Sence Mühendislik tasarım sürecinin birden fazla doğru sonuca götüren yolu olabilir mi? Açıklar mısın?

Evet olabilir, mesela aynı sonuca ulaşacağımız daha kısa ve ya daha uzun yol olabilir bu durumlarda bize en uygun ve yaptığımız işe en uygun yolu seçmeliyiz.

6

BÜYÜK TASARIM GÖREVİ 2: OYUNCAK TEKNE

Gerçekleştireceğiniz tasarımda plastik havuzumuzdaki su içerisinde elimizle dokunmadan ilerleyecek enerjide tasarrufu sağlayacak ışıklı OYUNCAK TEKNE yapmanız beklenmektedir. Aşağıdaki tabloyu gruptaki tüm öğrenciler bireysel olarak dolduracaktır.


Tasarım problemimize çözümler sağlayacak özellikler(kriterler)
1- Yuvculuk olması
2-
3-
Tasarım problemimize çözümler için sınırlılıklar(kısıtlamalar)
1- 25 kwi geçmicek
2- Akıllı olmalı
3-
Tasarım Görevini Gerçekleştirmek için Mühendislik tasarım sürecini kullanmanız gerekmektedir. Nasıl bir yol izleyeceğinizi açıklayınız.
ilk önce çizim sonra araştırıp en sonunda tasarım yapılır
Gerçekleştirmeyi düşündüğünüz tasarımı tüm ayrıntılarıyla çiziniz.

Tasarımınızı gerçekleştirmek için hangi bilgilere sahipsiniz?
1- araştırınca bilgiye sahip olucam ama yiradab aralık sahibim
2-
3-
Tasarımınızı gerçekleştirmek için hangi bilgilere ihtiyacınız var?
1- teknenin nasıl çalışacağına ve içindeki simentlere
2-
3-

6

BÜYÜK TASARIM GÖREVİ 3BARAJIMI TASARLIYORUM

Gerçekleştireceğiniz tasarımda yağmur sularını değerlendirerek apartmanınıza elektrik enerjisi sağlayacak (bir ampülü yakacak) ev tasarlayarak baraj oluşturmanız gerekmektedir.

Aşağıdaki tabloyu gruptaki tüm öğrenciler bireysel olarak dolduracaktır.

Tasarım problemimize çözümler sağlayacak özellikler(kriterler)
1- hareket enerjisini kullanma mı?
2-
3-
Tasarım problemimize çözümler için sınırlılıklar(kısıtlamalar)
1- fiyat
2- alan
3-
Tasarım Görevini Gerçekleştirmek için Mühendislik tasarım sürecini kullanmanız gerekmektedir. Nasıl bir yol izleyeceğinizi açıklayınız.
Arztım, Qi dim, Tasarım
Gerçekleştirmeyi düşündüğünüz tasarımı tüm ayrıntılarıyla çiziniz.

Tasarımınızı gerçekleştirmek için hangi bilgilere sahipsiniz?
1- Nasıl çalıştığını biliyorum ama fazla bilgi değil
2-
3-
Tasarımınızı gerçekleştirmek için hangi bilgilere ihtiyacınız var?
1- enerji denizden sonra bina ise nasıl dışı tıkar
2-
3-

EK. 14 Öğrenci Tasarım Mülakat Formu Örneği

18

TASARIM MÜLAKAT FORMU

1-Elektrik enerjisi ünitesi ile ilgili yapmış olduğunuz tasarım temelli etkinlikler hakkında ne düşünüyorsunuz?

Elektirik ünitesinde yaptığımız devreler daha verimli oldu öğrenimimize. Bu nedenle bize katkı sağladı.

2-Yapılan etkinliklerle ilgili en çok hoşuna giden hangi kısımlardı? Neden?

Tekne etkinliğiydi, Çünkü yapmak hem kolay oldu hem daha eğlenceli oldu.

3-Yapılan etkinlikleri değerlendirdiğinde, ne gibi değişiklikler olsa daha iyi öğrenirdin?

Her çalışmanın başında nasıl yapıcağımız hakkında bilgi verselerdi daha iyi olurdu.

4-STEM tasarım etkinlikleri sana neler kazandırdı?

Nasıl yapıcağımız hakkında ileride yardımcı olacak deneyler oldu. Bu deneyler eğitimimiz için verimli bir çalışma oldu.

TASARIM MÜLAKAT FORMU

1-Elektrik enerjisi ünitesi ile ilgili yapmış olduğunuz tasarım temelli etkinlikler hakkında ne düşünüyorsunuz?

Bence Derney yaparak çalışmak daha iyi.
Sınıfta bunu sükacı gösterdi

2-Yapılan etkinliklerle ilgili en çok hoşuna giden hangi kısımlardı? Neden?

Peruaneli Çtekene)
Çünkü motorda uğraşmayı seviyorum

3-Yapılan etkinlikleri değerlendirdiğinde, ne gibi değişiklikler olsa daha iyi öğrenirdin?

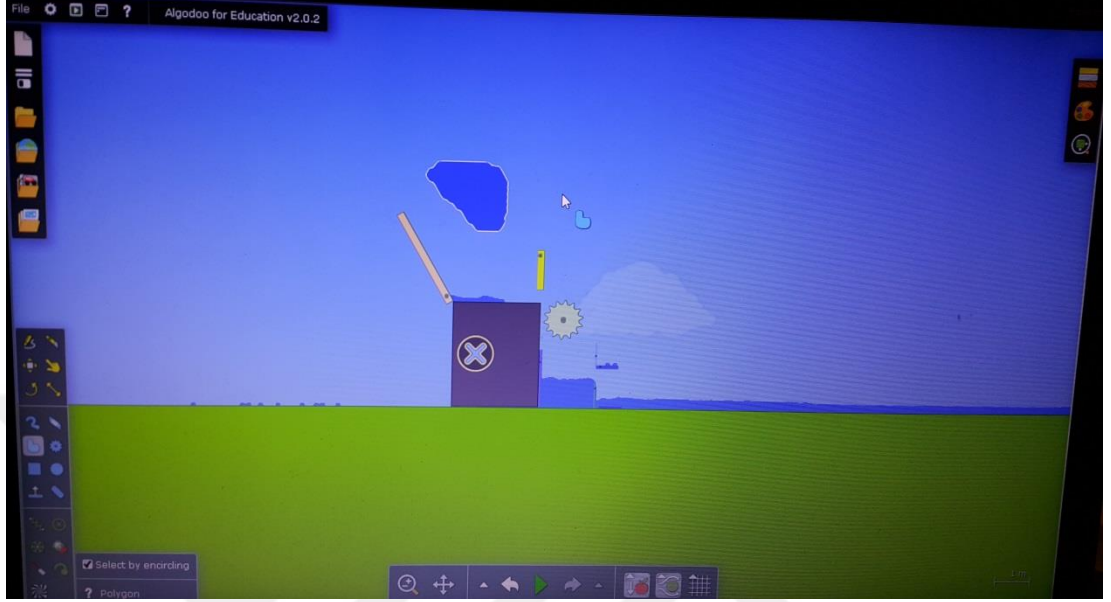
Bence bu esnasında öğretici ve gösterilirdi.

4-Tasarım Temelli etkinlikler sana neler kazandırdı? Açıklar mısın?

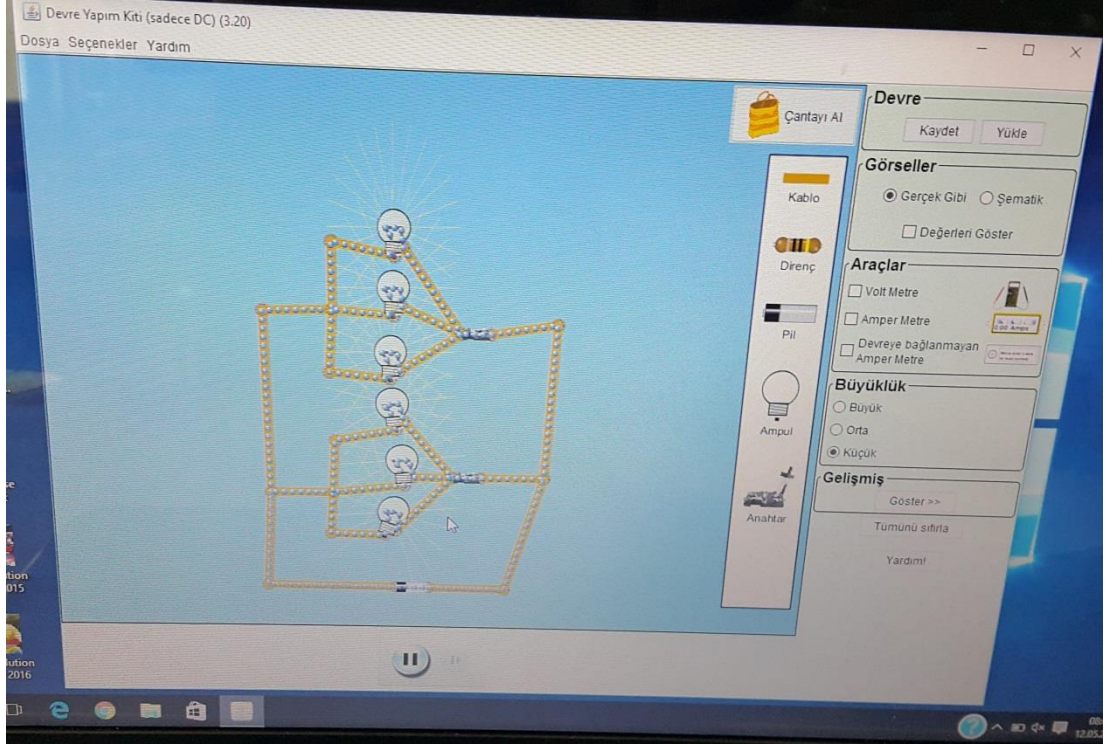
Konuyu Daha iyi anıyıp Bu konu hakkında
Bilgi edindim ve bu konu hakkında ustasıcım

EK. 15 Çalışmalarda Kullanılan Yazılımlardan Örnek Görüntüler

1- Algodoo Yazılımı



2-Phet Yazılımı



EK.16 Öz Geçmiş

FATMA TAŞTAN AKDAĞ

Doğum Tarihi : 19/12/1981

Doğum Yeri : Samsun/ TÜRKİYE

Mesleği : Fizik Öğretmeni

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Doktora : Fen Bilimleri Eğitimi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi,
2013-2017

Lisans- Yüksek lisans : Fizik Eğitimi, KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi, 1999-2004

Lise : Trabzon Yomra Fen Lisesi, 1996- 1999

Orta okul : Sinop Anadolu Lisesi, 1992- 1996

Yabancı Dil : İngilizce

İŞ DENEYİMİ

Samsun Garip Zeycan Yıldırım Fen Lisesi 2015- Halen

Samsun Altinkum Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi 2008- 2015

Mardin Midyat İMKB Lisesi 2006- 2008

Adana Karataş Hamit Buğa İlköğretim Okulu 2005- 2006

Ağrı Hamur Lisesi 2004- 2005

İLETİŞİM BİLGİLERİ

E mail : fatmaakdag81@gmail.com

YAYINLAR

Taştan Akdağ, F., Güneş, T. (2017). Science High School Students and Teachers' Opinions About The STEM Applications on The Subject of Energy. International Journal of Social Sciences and Education Research, 3(5),1643-1656. (Enerji Konusunda Yapılan STEM Uygulamaları İle İlgili Fen Lisesi Öğrenci ve Öğretmen Görüşleri)

Güneş, T., Taştan Akdağ, F. (2017). High School Students' Hopelessness Levels Towards Physics Lesson. International Journal of Social Sciences and Education Research, 3(2), 499-507. (Lise öğrencilerinin fizik dersine yönelik umutsuzluk düzeyleri)

Taştan Akdağ, F., Güneş, T. (2016). Assessment Of Stem Applicatons In Terms of Students' Opinions. Participatory Educational Research (PER). Special Issue 2016-III, pp., 161-169 November, 2016. (Stem Uygulamalarının Öğrenci Görüşlerine Göre Değerlendirilmesi)

Taştan Akdağ, F., Güneş, T. (2016). The Effect of STEM Applications On Students' Science-Engineering Perceptions. Participatory Educational Research (PER). Special Issue 2016-III, pp., 195-207 November, 2016. (Stem Uygulamaların Öğrencilerin Fen-Mühendislik Algıları Üzerine Etkisi)

Güneş, T., Taştan Akdağ, F. (2016) The State Of Science High School Students' Associating Physics Lesson With Life And With Other Science Lessons. Participatory Educational Research (PER). Special Issue 2016-III, pp., 170-181 November, 2016. (Fen Lisesi Öğrencilerinin Fizik Dersini Yaşamla ve Diğer Fen Dersleri İle İlişkilendirme Durumları)

Güneş, T., Taştan Akdağ, F., Güneş, O. (2016). Readiness and Misconceptions of High School Students in Learning of the Buoyancy of Liquids. International Journal

of Social Sciences and Education Research, 2 (1), 24-39. (Lise Öğrencilerinin Sıvıların Kaldırma Kuvvetinin Öğrenilmesine Yönelik Hazır Bulunuşlukları ve Kavram Yanılgıları)

Güneş, T., Taştan Akdağ, F. (2016). Determination of Perceptions of Science High School Students on Energy and Their Levels of Interdisciplinary Association. International Journal of Social Sciences and Education Research, 2 (2), 774-787. (Fen Lisesi Öğrencilerinin Enerji Konusundaki Algıları ve Disiplinlerarası İlişkilendirme Düzeylerinin Belirlenmesi)

BİLDİRİLER

Taştan Akdağ, F., Güneş, T. (2017). Enerji Konusunda Yapılan STEM Uygulamaları İle İlgili Fen Lisesi Öğrenci ve Öğretmen Görüşleri. 4th International Conference on Social Sciences and Education Research(ICSER). Ankara, Turkey.

Taştan Akdağ, F., Güneş, T. (2017). Kuvvet Ve Hareket Ünitesinin Bilgisayar Destekli Öğretiminde Algodoo Kullanımı. 4th International Conference on Social Sciences and Education Research(ICSER). Ankara, Turkey.

Güneş, T., Taştan Akdağ, F. (2016). Lise öğrencilerinin fizik dersine yönelik umutsuzluk düzeyleri. 2nd International Conference on Social Sciences and Education Research. İstanbul, Turkey.

Taştan Akdağ, F., Güneş, T. (2016). Evaluation of STEM Applications According to Student Opinions. International Dynamic, Explorative and Active Learning (IDEAL) Conference. Samsun, Turkey.

Taştan Akdağ, F., Güneş, T. (2016). The Effect of STEM applications on Perceptions of The Students Towards the Science and Engineering. International Dynamic, Explorative and Active Learning (IDEAL) Conference. Samsun, Turkey.

Güneş, T., Taştan Akdağ, F. (2016) Assessment of Physics Lessons and Association With Other Science Lessons by Science High School Students. International Dynamic, Explorative and Active Learning (IDEAL) Conference. Samsun, Turkey.

Güneş, T., Taştan Akdağ, F., Güneş, O. (2015). Readiness and Misconceptions of High School Students in Learning of the Buoyancy of Liquids. International Conference on Social Sciences and Education Research(IJSSER). Antalya, Turkey.

Güneş, T., Taştan Akdağ, F. (2015). Determination of Perceptions of Science High School Students on Energy and Their Levels of Interdisciplinary Association. International Conference on Social Sciences and Education Research (IJSSER). Antalya, Turkey.

ALDIĞI EĞİTİMLER

STEM Öğretmeni Sertifika Programı - İstanbul Aydın Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi (2016)

SPSS İstatistik Kursu - Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi (2015)

PROJELER

OMÜ, 1904 - BAP (Bilimsel Araştırma Projesi) - Tasarım Temelli Fen Eğitiminin Akademik Başarı, Bilimsel Süreç Becerileri ve Yaşam Becerilerine Etkisi (2016-2017)