



**T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü**



**STEM TEMELLİ LEGO-ROBOT ETKİNLİKLERİNİN
İLKOKUL 4. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MÜHENDİSLİK
ALGILARINA, 21.YY BECERİLERİNE VE
BİLİMSEL YARATICILIKLARINA
ETKİSİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ebru AKDAĞ

TEMEL EĞİTİM ANABİLİM DALI

İzmir
Temmuz, 2022

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

STEM TEMELLİ LEGO-ROBOT ETKİNLİKLERİNİN İLKOKUL
4.SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MÜHENDİSLİK ALGILARINA,
21.YY BECERİLERİNE VE BİLİMSEL
YARATICILIKLARINA
ETKİSİ

Yüksek Lisans Tezi

Ebru AKDAĞ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Pınar ÇAVAŞ

Temel Eğitim Anabilim Dalı
Sınıf Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı

İzmir
Temmuz, 2022

EGE ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Ege Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “*STEM Temelli LEGO-Robot Etkinliklerinin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Mühendislik Algılarına, 21.yy Becerilerine ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi*” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

Ebru AKDAĞ

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın gerçekleşmesinde bilgi, görüş ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, bu süreçte akademik hayatın dışında bana arkadaş olup meslek hayatıma yön veren Sayın Danışmanım Prof. Dr. Pınar Çavaş'a

Lisansüstü eğitim hayatında bilgi, görüş ve önerileri ile destek olan Doç. Dr. Belgin Arslan Cansever ve Doç. Dr. Kemal Altıparmak'a ve Lisansüstü eğitim hayatına girmem de değerli katkıları olan Deniz Atalay'a,

Tez çalışmasının uygulama aşamasında desteklerini esirgemeyen Berkan Camgöz'e, verilerimin analiz kısmında uzaklardan da olsa destek sağlayan Doç. Dr. Yalçın Kanbay'a ve bu süreç boyunca desteğini esirgemeyen, sevinç ve üzüntülerimi paylaşan değerli arkadaşlarım Canan Karadaş, Merve Mert Karadaş, Sevil Çınar, İpek Yorgun ve Selin Özkan'a,

Hayatımın her döneminde olduğu gibi bu zorlu süreçte de fedakârlıktan kaçınmayan, tezimin her aşamasında bana destek olan annem ve babama; varlıklarıyla hayatıma mutluluk ve huzur veren, akademik bilgi, görüş ve tecrübesiyle bana ışık olan ve yolumu aydınlatan kız kardeşim Dr. Cansu Akdağ Topal ve her anlamda yanımda olan ve destek olan erkek kardeşim Fırat Akdağ'a,

Son olarak hem çalışıp hem de akademik hayatı aynı anda yürüterek, pek çok konuda fedakarlıklar yapıp kendini geliştirme yolunda çıkan tüm engelleri azimle, sabırla bir bir aşarak yola devam eden kendime ve bu tezi okuyarak son dokunuşları katacak tüm okuyuculara teşekkür ediyorum.

Ebru AKDAĞ

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iv
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
ÖZET	x
BÖLÜM I	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	6
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi	6
1.3. Problem Cümlesi	6
1.4. Araştırmanın Amacı	7
1.5. Araştırmanın Önemi	7
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları	7
1.7. Tanımlar	8
BÖLÜM II	9
KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	9
2.1. STEM Eğitimi	9
2.1.1. STEM Eğitimi Nedir?	9
2.1.2. STEM Eğitimin Tarihçesi	9
2.1.3. Neden STEM Eğitimi?	12
2.2. Disiplinlerarası- Bütünleşik STEM Eğitimi	13
2.3. 21.yy. Becerileri ve STEM Eğitiminin 21. Yüzyıl Becerilerinin Kazandırılmasındaki Önemi	16
2.4. STEM Eğitiminde Mühendislik Tasarımı Yaklaşımı/ Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi (MTTFE)	19
2.4.1. Mühendislik Tasarım Süreci	20
2.4.2. Lego-Robot Çalışmaları	23

2.5. Bilimsel Yaratıcılık	25
2.6. İlgili Araştırmalar	27
2.6.1. 21.yy. Becerileri.....	28
2.6.2. Mühendislik	29
2.6.3. Lego Robot Çalışmaları	32
2.6.4. Bilimsel Yaratıcılık.....	34
BÖLÜM III.....	36
YÖNTEM	36
3.1. Araştırmanın Modeli	36
3.2. Evren ve Örneklem.....	36
3.3. Veri Toplama Araçları	37
3.3.1. Bir Mühendis Çiz Testi.....	37
3.3.2. 21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği	38
3.3.3. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği	38
3.4. Verilerin Toplanması	41
3.5. Veri Çözümleme Teknikleri	43
BÖLÜM IV	44
BULGULAR.....	44
4.1.1. Mühendislik Çağrışımlarına İlişkin Bulgular	44
4.1.2. Mühendislik Mesleğine İlişkin Görüşler	46
4.1.3. Öğrencilerin Mühendislik Algılarına İlişkin Bulgular.....	47
4.1.4. Mühendis Özelliklerine İlişkin Bulgular	49
4.1.5. Mühendis Cinsiyetine İlişkin Bulguları	50
4.2. STEM temelli LEGO-Robot Etkinliklerinin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin 21.yy. Becerilerine Etkisine Yönelik Bulgular	51
4.3. STEM Temelli LEGO-Robot Etkinliklerinin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisine Yönelik Bulgular	52

BÖLÜM V.....	57
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	57
5.1. Sonuçlar ve Tartışma.....	57
5.1.1. STEM Temelli LEGO-Robot Etkinliklerinin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Mühendislik Algılarına Etkisine Yönelik Sonuç ve Tartışma.....	57
5.1.1.1. Öğrencilerin Mühendis Çağrışımlarına-Algılarına Yönelik Sonuç ve Tartışma	58
5.1.1.2. Öğrencilerin Mühendis Algılarında Vurgu Yaptıkları Özelliklere İlişkin Sonuçlar ve Tartışma	59
5.1.1.3. Öğrencilerin Algılarındaki Mühendis Cinsiyetine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma	60
5.1.2. STEM temelli LEGO-Robot Etkinliklerinin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin 21.yy. Becerilerine Etkisine Yönelik Sonuç ve Tartışma	61
5.1.3. STEM Temelli LEGO-Robot Etkinliklerinin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma	62
5.2. Öneriler	63
KAYNAKÇA	65
EKLER.....	76
EK 1. ÖLÇEK İZİNLERİ	76
EK 2. ÇOK BOYUTLU 21. YÜZYIL BECERİLERİ ÖLÇEĞİ	77
EK 3. BİR MÜHENDİS ÇİZ ÖLÇEĞİ.....	80
EK 4. BİLİMSEL YARATICILIK TESTİ.....	81

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.21. yy. Eğitimi Becerileri (P21, 2011).....	2
Tablo 2. STEM Eğitiminin Gelişmesine Katkıda Bulunan Tarihsel Olaylar (Yıldırım, 2016)	11
Tablo 3. Deney Deseni.....	36
Tablo 4. Deneklerin Cinsiyete Göre Dağılımı	37
Tablo 5. Bilimsel Yaratıcılık Testinin Puanlama Sistemi.....	40
Tablo 6. Ders Etkinlik Planı.....	42
Tablo 7. Çok Boyutlu 21. yy. Becerileri Ölçeği ve Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Shapiro Wilk Analiz Tablosu.....	43
Tablo 8. Mühendislik Mesleğine İlişkin Görüşler	46
Tablo 9. Mühendislik Mesleğine İlişkin Cinsiyete Dayalı Görüşler	46
Tablo 10. Öğrencilerin Mühendis Algılarına Yönelik Bulgular	47
Tablo 11. Öğrencilerin Yanlış Mühendis Algılarına Yönelik Bulgular.....	48
Tablo 12. Öğrencilerin Mühendis Algılarında Vurgu Yaptıkları Özelliklerle İlgili Bulgular.....	49
Tablo 13. Öğrencilerin Algılarındaki Mühendis Cinsiyetine Yönelik Bulgular.....	50
Tablo 14. Deney ve kontrol grubunun ön test/ son test farklarının karşılaştırılması .	51
Tablo 15. Çok boyutlu 21. yy becerileri ölçeğinin alt boyutlarının deney ve kontrol gruplarına göre puan ortalamalarının dağılımı.....	51
Tablo 16. Bilimsel Yaratıcılık Testi Ön test-Son Test Karşılaştırmaları	53
Tablo 17. Bilimsel Yaratıcılık Testi Toplam Puan T-Testi.....	53
Tablo 18. Bilimsel Yaratıcılık Testi Alışılmadık Kullanımlar Alt Boyutu.....	53
Tablo 19. Bilimsel Yaratıcılık Testi Problemi Keşfetme Alt Boyutu.....	54
Tablo 20. Bilimsel Yaratıcılık Testi Ürün Geliştirme Alt Boyutu.....	54
Tablo 21. Bilimsel Yaratıcılık Testi Bilimsel İmgelem Alt Boyutu	55
Tablo 22. Bilimsel Yaratıcılık Testi Problem Çözümü Alt Boyutu.....	55
Tablo 23. Bilimsel Yaratıcılık Testi Fen Deneyi Alt Boyutu	56
Tablo 24. Bilimsel Yaratıcılık Testi Ürün Tasarımı Alt Boyutu	56

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.Artan Bütünleşme Seviyeleri (Vasquez ve Diğerleri, 2013, Akt. English, 2016)	13
Şekil 2.Yirmi Birinci Yüzyıl Becerilerinin Sınıflandırılması (Çepni ve Ormancı, 2017)	17
Şekil 3.Yüzyıl Öğrenci Sonuçları ve Destek Sistemleri (Partnership for 21st Century Skills, 2019).	18
Şekil 4.Mühendislik Tasarım Yönteminin Uygulama Basamakları (Çavaş ve Çavaş, 2018, 122)	21
Şekil 5.Hu ve Adey (2002) Bilimsel Yaratıcılık Modeli	26



ÖZET

Bu çalışmanın amacı, STEM temelli LEGO-robot etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin mühendislik algılarına ve 21.yy. becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin araştırılmasıdır. Araştırmada “ön test- son test kontrol gruplu desen” kullanılmış ve seçkisiz atama ile iki grup belirlenmiştir. Araştırmaya 2019-2020 öğretim yılında İzmir ili Bornova ilçesinde devlet okulda öğrenim görmekte olan 55 dördüncü sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırmada veri toplama araçları olarak “Çok Boyutlu 21. yy. Becerileri Ölçeği”, “Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği” ve “Bir Mühendis Çiz” ölçeği kullanılmıştır. Ölçekler ön test olarak uygulanmış ve ardından deney grubu ile 13 hafta süren STEM temelli LEGO-Robot etkinlikleri uygulanmıştır. Kontrol grubunda ise öğretim programında önerilen şekilde ders süreci devam etmiştir. Daha sonra ölçekler son test olarak her iki gruba da uygulanmıştır.

Araştırma sonuçları, ilkokul öğrencilerinin 21.yy. becerilerine ilişkin son test puanlarında deney ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını göstermiştir. Ancak ölçeğin alt boyutları incelendiğinde; “Bilgi ve Teknoloji Okuryazarlığı” alt boyutunda gruplar arası deney grubu lehine anlamlı bir farka rastlanmıştır. Deney grubunda “Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Becerileri” ve “Girişimcilik ve İnovasyon Becerileri” alt boyutlarında uygulama öncesi ve sonrası arasında anlamlı bir fark gözlenmiştir. Kontrol grubunda bu değişkenlerde istatistiksel fark bulunmamıştır. Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi mühendislik çağrışımlarında mühendisi bina yapan, tasarlayan ve inşaat ile uğraşan, inşaatçı, mimar ve bilgisayarla uğraşan kişi olarak tanımladıkları görülmüştür. Uygulama sonrasında ise öğrenciler mühendisi inşaat, bilgisayar, gıda mühendisi, inşaat mühendisi, bilgisayar mühendisi, tasarım-çizim yapan, elektrikle uğraşan, ev-yapı yapan, teknoloji, gibi daha teknik ve mühendislik kavramlarıyla ifade etmişlerdir. Öğrencilerin mühendis algılarında vurgu yaptıkları özelliklerle bakıldığında deney grubu öğrencilerinin araştırmacılık alanında bir artış olduğu görülmüştür. Öğrencilerin mühendislik mesleğine yönelik algılarında, cinsiyetine yönelik ön test sonuçlara bakıldığında kız öğrencilerin daha çok kadın mühendis çizdikleri görülmektedir. Erkek öğrencilerin ise mühendisi daha çok erkek olarak çizerlerken bir kısmı da cinsiyetsiz mühendis çizmişlerdir. Ayrıca STEM temelli

LEGO-robot etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: 21. yy. becerileri, Bilimsel yaratıcılık, İlkokul STEM eğitimi, LEGO-Robot etkinlikleri, Mühendislik algısı.



ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the effects of STEM-based LEGO-robot activities on the engineering perceptions and 21st-century skills and scientific creativity of primary school 4th-grade students. In the study, two groups were determined by random assignment using the "pretest-posttest control group design". In the 2019-2020 academic year, 55 fourth-grade students studying at a public school in Bornova, Izmir participated in the research. Multidimensional 21st Century Skills Scale, Scientific Creativity Scale and Draw an Engineer Scale were used in data collection tools in the research. The scales were applied as a pre-test, and then STEM-based LEGO-Robot activities lasting 13 weeks were applied to the experimental group. In the control group, the course process which is recommended by the curriculum continued. Then, the scales were applied to both groups as a post-test.

When the post-test scores of the students regarding 21st-century skills were examined, no statistically significant difference was found between the groups. However, when the subscale scores are examined; a significant difference was found between the groups only in the "Information and Technology Literacy" sub-dimension. A significant difference was observed between the pre-posttest sub-dimensions of "Critical Thinking and Problem-Solving skills and "Entrepreneurship and Innovation Skills" in the experimental group. No statistical difference was found in the control group. It was observed that the students in the experimental group defined the engineer as a person who builds, designs and deals with construction, builder, architect and computer in the engineering connotations before the application. After the application, the students expressed the engineer with more technical and engineering concepts such as construction, computer, food engineer, civil engineer, computer engineer, design-drawing, electrical, home-builder, technology. Considering the characteristics that the students emphasized in their engineers' perceptions, it was seen that there was an increase in the research field of the experimental group students. The engineering gender in students' perceptions, female students draw more female engineers at the pre-test results. On the other hand, male students drew the engineer as a male, and some of them drew a genderless engineer. When the findings on the effects of STEM-based LEGO-robot activities on the scientific creativity of primary school 4th-grade students are examined; A significant difference was observed between pre-test and

post-test scores, and it was determined that STEM-based LEGO-robot activities developed students' scientific creativity.

Keywords: 21st Century skills, Engineering perception, LEGO-Robot activities, Primary school STEM education, Scientific creativity.



BÖLÜM I

GİRİŞ

21. yüzyılda fen eğitiminin gelişimine bakıldığında, fen ile ilgili diğer alanların bütünleştirilmesine ve bu alanların sınıf içerisinde uygulanmasına yönelik bir yaklaşımın olduğu görülmektedir. STEM; Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik) disiplinlerinin ilk harflerinden oluşmakta ve bu disiplinlerin birbirine entegre edilmesi anlamına gelmektedir. STEM kavramı Türkçeye Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin baş harflerinin kullanılmasıyla oluşan FeTEMM olarak uyarlanmıştır. Bununla birlikte Türkiye’de yürütülen çalışmalara bakıldığında genellikle STEM kısaltmasının kullanıldığı görülmektedir. Bu nedenle bu araştırmada da STEM olarak kullanılacaktır.

Hem teknolojik hem de savunma sanayindeki gelişmeler dünya ülkelerini yenilikçiliğe, mühendisliğe ve bilime yatırıma yönlendirmesiyle STEM ’in ortaya çıkışı gerçekleşmiştir. İlk olarak mühendislik eğitiminin ilköğretimde ve ortaöğretimde verilmesi ve yaygınlaştırılması tartışmalara konu olmuştur. Okullar bu görevi okul sonrası etkinliklerle yürütmeye çalışmıştır. Okullara paralel olarak da çeşitli kurs merkezleri de mühendislik programlarına yönelik destek etkinlikleri yürütmeye başlamıştır. Bu sayede çalışmalar artmış ve STEM eğitimi, okul öncesi eğitiminden yükseköğretime kadar bütüncül bir yaklaşımı haline gelmiştir.

STEM eğitimi, öğretmenlerin ve öğrencilerin yaşantılarından ve ilgi alanlarından ortaya çıkarak şekil almıştır. STEM, merkeze bir disiplin ve bu disipline ait özel bilgi ve becerileri yerleştirip, en az bir diğer STEM disiplini ile entegre edilerek verilmesine olarak tanıyan disiplin olarak ifade edilmektedir (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Bu disiplinlere ait teorik bilgilerin kullanılması açısından da yaşantılara ve ürünlere dönüştürülmesine olanak tanımaktadır.

Günümüzde uygulanmakta olan öğretim programları, öğrencilerin Fen Bilimlerini, Matematik, Teknoloji ve Mühendislikle bütünleştirerek problemlere disiplinler arası bir yaklaşımla yaklaşımları, buluş ve yenilik yapmak için edindikleri bilgi ve becerileri kullanmalarını hedeflemektedir (Guzey ve Ark., 2014). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin ilişkili ve amaçlı bir şekilde bir arada ele alınarak bütünleştirilmesi STEM eğitimi için en temel amaçlardan biridir.

STEM eğitimi ile yaratıcılık, güçlü iletişim becerisi, eleştirel ve analitik düşünebilme, iş birliği yapabilme gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip öğrenciler yetiştirmek büyük önem taşımaktadır (Akgündüz, 2018).

21.yüzyılda gelişen ve değişen bilgi ve teknoloji, bireylerin hayatlarının tüm alanlarında da değişime zorunlu ihtiyaç oluşturmıştır. Bu değişimler, sadece bireyin yaşamında değil bireyin oluşturduğu toplum ve ülkenin de kültürünü, eğitimini, buna bağlı olarak ekonomisini de değişime zorlayarak hızlı bir küreselleşme yaşanmasına sebep olmuştur. Bu değişimlerle artık 21.yüzyıla ayak uydurabilen bireyler yetiştirmek kaçınılmaz hale gelmiştir (Şen, 2018). Bu bireylerin yetiştirilmesi için de gerekli becerilerin kazanılmasındaki en önemli yolun da eğitim olduğu kabul görülmüştür (Başar, 2018).

21.yy. becerileri ile STEM arasında karşılıklı ve birbirini etkileyen bir etkileşim bulunmaktadır. Özellikle öğrencilerin günlük yaşam ihtiyaçlarını karşılayacak bilgi ve becerilerini geliştirmede disiplinler arası eğitim hareketi olarak görülen STEM eğitimi 21. yy. becerilerini de doğrudan etkilemektedir. Partnership for 21st Century Learning (P21) tarafından tanımlanan, 4C olarak ifade edilen, İngilizce baş harfleri C ile başlayan beceriler 21. yy. becerilerinden en önemlileri olarak ifade edilmiştir. Bunlar; Communication- İletişim Kurma, Collaboration- İş Birliği Yapma, Critical Thinking- Eleştirel Düşünme, Creativity- Yaratıcılıktır. 21. yy. eğitiminde hedeflenen ve temel alan beceriler de aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır (P21, 2011).

Tablo 1.21. yy. Eğitimi Becerileri (P21, 2011)

Öğrenme ve İnovasyon Becerileri	Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri	Yaşam ve Kariyer Becerileri
Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Becerisi İletişim İş birliği Yaratıcılık ve İnovasyon	Bilgi Okur Yazarlığı Medya Okur Yazarlığı BİT (Bilgi, İletişim ve Teknoloji) Okuryazarlığı	Esneklik Uyum Girişim Öz Yönetim Sosyal Beceriler Verimlilik Hesap Verebilirlik Liderlik Sorumluluk

STEM eğitiminin 21.yy. becerilerine olan etkisinin ortaya konduğu çalışmalara baktığımızda P21 tarafından tanımlanan becerilerin temel alındığı görülmektedir (Şen, 2018). 21. yüzyıl becerileri pek çok ülkenin eğitim programında yer alırken;

Türkiye’de ilköğretim programlarına entegre edilmesi 2004 yılında gerçekleşmiştir. Tüm disiplinlere entegre edilen bu ortak becerilerin, 21. yüzyıl becerileri ile örtüştüğü görülmektedir (Aygün ve Ark., 2016).

STEM eğitiminde disiplinlerin birbirine entegre edilmesi, öğrencilerde 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasına, ilgili disiplinlerdeki mesleklere yönlendirilmesine, bu disiplinlere ait kavramlarının anlamlandırılmasına, teknoloji okuryazarı olmalarına ve mühendislik becerileri kazanmada katkı sağlamaktadır (NSR, 2012).

Mühendislik bilimi, karmaşık yaşam problemlerin çözümünde ve ürün ortaya koymada gerekli olan temel bilgiyi içermektedir (Kaverman, 2012). Mühendislik tasarım sürecinde öğrenciler, yaratıcılık becerilerini ve hayal güçlerini kullanarak istekler veya ihtiyaçlar doğrultusunda yaşamla ilgili problemlerin çözümüne yönelik öneriler tasarlamaktadırlar. Mühendislikte ürün ortaya koyma süreci; tasarım, yaratıcılık, temel Matematik ve Fen bilgisini aktif olarak kullanımını gerektirir (Şen, 2018). Tüm hayatımız bu ürünlerle çevrili olmasına rağmen, öğrencilerin çoğu mühendislerin gerçekte ne iş yaptığını, nasıl çalıştıklarını tam olarak bilmemektedir. STEM uygulamalarıyla mühendislik etkinlikleri gerçekleştiren öğrenciler, bir mühendis gibi düşünüp, hareket etmektedirler. Farklı disiplinler arasında ilişkiler kurarak, iletişime açık, sistematik düşünebilen, yaratıcı, problemin çözümleri arasından en uygun olanı seçebilen, bilimsel okuryazarlığa sahip ve grup etkinliklerinde başarılı olacak şekilde gelişmektedirler (Guzey ve ark., 2014).

İlkokul düzeyi için mühendislik tasarım süreci, “Bir mühendis nasıl tasarım yapar?” sorusu temele alınarak basite indirgenmiş olarak yürütülür. Problemin belirlenmesiyle süreç başlar. Problem tespit edildikten sonra probleme uygun çözümler oluşturulur ve araştırılır. Bu çözümlerden daha elverişli olanına karar verilir. Bir prototip üretilir ve çalıştırılarak test edilir. Bu prototip başarılı olmaz ya da çalışmazsa tüm süreçler baştan sona tekrar gözden geçirilir ve tekrar yapılır (Topalsan, 2018).

Son yıllarda fen eğitimi üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde alanın gelişimine katkı sağlaması için mühendislik tasarım temelli etkinlikler ihtiyacı doğmuştur (Kelly, 2010). Bununla birlikte de eğitimde kullanılan eğitim teknolojilerinin önemini de ortaya çıkmıştır (Erdoğan ve Çağiltay, 2009). Eğitim

teknolojileri özellikle Fen ve Matematik derslerinde karşılaşılan problemlerin mühendislik alanına özgü bilgi ve becerileri kullanarak çözmeye yardımcı zengin teknolojik seçenekler sunmaktadır (Bender, 2018). Bu seçenekler arasında dijitalleşen çağın gerekliliği haline gelen robot teknolojisi ön plana çıkmaktadır. Robot teknolojisinin gelişmesiyle birlikte erken yaşlardan itibaren çocuklara robot teknolojisinin temelini vermek amacıyla eğitsel robotik setleri üretilmiştir. Bu setler, programlanabilir mikro denetleyiciler, birbirine geçmeli parçalar (LEGO), motorlar, sensörler ve LED'ler gibi temel parçalardan oluşmaktadır. Bu setleri kullanan öğrenciler çevresini algılayabilen ve buna göre hareket eden robotlar üretebilmektedir. Bu çalışmalar öğrenmede etkili olup mühendislik sistemlerinin mükemmel somut örnekleri olduğu için öğrencilerin ilgisini çekmekte ve motivasyonunu arttırmaktadır (Şişman ve Küçük, 2018).

Eğitimde bu kadar önemli hale gelen robot teknolojileriyle birlikte kullanılan kodlama becerisi de mantıksal akıl yürütmenin bir parçası olarak 21. yüzyıl becerisi kapsamında ele alınmaktadır. Bir öğrencinin kodlama yapması, o öğrencinin teknolojik düşünmesinin ve üretmesinin bir yolu olarak kabul edilmektedir. Öğrencilerin etkileşimli hikâyeler yazabilmeleri, kendi oyunlarını oluşturabilmeleri, animasyonlar ve simülasyonlar yapabilmeleri kodlama becerisiyle mümkün hale gelmiştir (Sayın ve Seferoğlu, 2016). Yüzyıllardır toplumların belli bir kesiminde var olması yeterli olan yukarıda bahsettiğimiz bu beceriler artık 21. yüzyılda hayatta kalabilmek için evrensel okuryazarlık haline dönüşmüştür (Aydeniz ve Ark., 2015). Tüm bu becerileri öğrenciye kazandırmak istediğimizde ise birden fazla disiplini işe koşmak gerektiği için STEM eğitimini temel almanın gerekliliği ortaya çıkmıştır. STEM eğitiminin vurguladığı becerilerden biri olan yaratıcılık, insanlık tarihi kadar eski olan ve hiç eskimeyen sihirli bir sözcük olmasına karşın ne anlama geldiğine bakıldığında ise farklı anlamlara gelecek, çeşitli tanımlarla karşımıza çıkmaktadır. Buna karşın karşılaştığımız çeşitli tanımların birçoğunda özgünlük, farklılık ve problemlere benzersiz yaklaşım ifadelerinin ortak olarak yer aldığı da görülmektedir (Karabey ve Yürümezoğlu, 2015).

Yaratıcılığın tarihsel sürecine baktığımızda ise bilim, teknik, sanat ve eğitim alanlarının yaratıcılığa olan bakış açılarının farklı olduğunu görürüz. Bilim insanlarına göre yaratıcılık süreçten çok sonuçla ilgiliyken, sanat için yaratıcılık, estetik öğeler

içeren özgün bütünlüğe ulaşılan sürecin önemli olduğunu görürüz (Adıgüzel, 1993). Yaratıcılık genel olarak bir alanda özgün fikirler ve ürünler ortaya koymaktır diyebiliriz. Ancak özgünlükte tek başına yeterli değildir. Ortaya konan fikrin ya da ürünün aynı zamanda yeni ve uygun olması da gerekmektedir. Yeni ürün, bilimsel bakış açısı ya da paradigmalarda değişim meydana getirendir. Uygun ürün ise ortaya konan şeylerin bilim ile uğraşan kişiler tarafından yararlı, kullanılabilir, işe yarayan gibi sıfatlarla betimlenmesi durumudur (Tortop, 2018).

San (1985) 'a göre yaratıcı birey önce kendine güvenmeli, çalışacağı alan hakkında temel bilgilere sahip olmalı, bağımsız düşünebilmeli, alışılmış kalıpların ve kuralların dışına çıkabilmelidir. Ancak bunun için yeteneklerini sınırsızca kullanabileceği ortam ve özgürlüğün sağlanmış olması gerekmektedir. Torrance'e göre; "Yaratıcılık, bilgideki boşlukları ve problemleri algılama sürecidir, ardından zorlukları tanımlama ve denemeler, hatalar veya hipotezler oluşturmak yoluyla çözümleri araştırmaktır" (Akt.Tortop, 2018). Bilimsel yaratıcılığın oluşmasına yol açan önemli olan özelliklerden biri de problem çözme becerisidir. Bu süreç üç aşamalı olarak kavramsallaştırılmıştır. Bunlar; probleme duyarlı olma, problemi tanımlama (formülize etme) ve çözümler bulmadır (Tortop, 2018). Bu üç aşama Fen öğretiminde STEM süreçleriyle öğrenciye daha etkin ve kalıcı olarak kazandırılmaya çalışılmaktadır.

Tüm bu durumlar göz önüne alındığında fen öğretiminin amaçlarına ulaşması için Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi (MTTFE) uygulamalarının kullanılması ve bunun için de STEM çalışmalarının yaygınlaştırılması oldukça önemlidir. Bu konuda araştırmacıların deneysel çalışmalarını artırarak STEM çalışmalarının yaygınlaşmasına yardımcı olmaları, bu alandaki farkındalığın oluşmasına destek olacaktır (Çorlu, 2014). Öğrencilerin STEM disiplinlerine olan ilgilerinin eğitimin hayatlarının ilk basamaklarından itibaren başlaması ve onlara bu eğitimin verilmesi bu alanda yapılacak çalışmaların gerekliliğini de göstermektedir. Erken yaşlarda LEGO ve robotik uygulamalarıyla karşılaşan öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelik bilgi ve becerilerinin yanı sıra ilgi ve motivasyonlarının da geliştirilmesinde ve artmasında önemli bir etkidir (Küçük ve Şişman 2017).

1.1.Problem Durumu

STEM eğitime duyulan ihtiyaç çağın gelişmeleriyle gittikçe artmakta ve önemli hale gelmektedir. STEM eğitimi ile ilgili Türkiye de Dünya ülkeleri arasındaki yerini almak için gerekli adımları atmalı ve buna zemin hazırlamalıdır. MEB'in 2018 yılında yayınladığı Fen Bilimleri öğretim programında, bu alana özgü becerileri 'Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları' dersi kapsamında ele alınmıştır. Programda Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları dersi ilkokul dördüncü sınıfta dönemlik dokuz saat olarak planlanmıştır. Bu kapsamda öğrencilerden yıl içerisinde bu ders içinde uygulamalar yapmaları beklenmekte, fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarının sadece dokuz dersle sınırlı olmadığı ve bu alanların yıl boyunca verilmesi gereken fen konularına entegre edilerek uygulanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları ilkokul dördüncü sınıftan itibaren başladığı için, STEM uygulamalarının öğrencilerin Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarında çalışma yapabilmelerine olanak sağlaması açısından önem arz etmektedir (MEB, 2018). Bu çalışmada STEM temelli Lego-Robot-mühendislik uygulamalarının ilkokul öğrencilerinin bazı değişkenleri üzerindeki etkisi incelenerek, STEM eğitiminin önemini ortaya koymak amaçlanmaktadır. Ülkelerin gelecekte uluslararası platformda güçlü olabilmeleri, yetiştirecekleri öğrencilerin farklı alanlarda donanımlı kılınmasıyla mümkün olmaktadır. Özellikle gelecek Dünya'nın liderliği, öğrencilerimizi STEM alanlarında nasıl eğiteceğimize bağlıdır.

1.2.Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmada STEM temelli LEGO-Robot etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin mühendislik algılarına, 21.yy. becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi belirlenmeye çalışılacaktır. Bu nedenle araştırmanın problem cümlesi; "STEM temelli LEGO-Robot etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin mühendislik algılarına, 21.yy. becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi var mıdır?" şeklinde oluşturulmuştur.

1.3. Problem Cümlesi

1.STEM temelli LEGO-Robot etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin mühendislik algılarına etkisi var mıdır?

2.STEM temelli LEGO-Robot etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin 21.yy. becerilerine etkisi var mıdır?

3.STEM temelli LEGO-Robot etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi var mıdır?

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu çalışma ile STEM temelli LEGO-robot etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin mühendislik algılarına, 21.yy. becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

1.5. Araştırmanın Önemi

Yaşadığımız çağda STEM eğitime olan ihtiyaç ve önem hızla artmaktadır. Türkiye'nin de bu alanda yerini alması ve Dünya ülkesi olma eğiliminden dolayı bu alana yönelmesi ve çalışmalar yapması gerekmektedir. Erken yaşlarda öğrencilerin STEM disiplinlerine olan ilgilerinin olduğu yapılan araştırmalarda görülmüş ve bu alandaki çalışmaların önemi de vurgulanmıştır. İçerisinde yaşadığımız dünyada hem geleneksel hem de çağa ayak uydurabilen yani 21.yüzyıla ayak uydurabilen bireyler yetiştirmek kaçınılmaz hale gelmiştir (Şen, 2018). Öğrencileri yaşadıkları çağa hazırlayan becerilerin kazandırılmasında ise en önemli etken eğitimidir (Başar, 2018). 21.yy. becerileri ile STEM arasında karşılıklı ve birbirini etkileyen bir etkileşim bulunmaktadır. Özellikle öğrencilerin günlük yaşam ihtiyaçlarını karşılayacak bilgi ve becerilerini geliştirmede disiplinler arası eğitim hareketi olarak görülen STEM eğitimi 21. yy. becerilerini de doğrudan etkilemektedir. Eğitimde LEGO ve robotik etkinliklerinin kullanılması öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelik ilgi ve becerilerinin geliştirilmesinde ve motivasyonlarının artmasında önemli bir güce sahiptir. Ayrıca bu alanlarda alan yazın incelendiğinde, araştırmalarının ilkokul düzeyindeki azlığı açısından da bu çalışma önem arz etmektedir.

Tüm bu durumlardan yola çıkılarak, bu araştırmada STEM temelli LEGO-Robot etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin mühendislik algılarına, 21.yy. becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi belirlenmeye çalışılacaktır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırmanın sınırlılıkları aşağıdaki gibidir;

1.Araştırma 2018-2019 eğitim-öğretim yılı ve İzmir ilinden seçilen ilkokuldaki öğrenciler ile sınırlıdır.

2.Araştırmanın verileri ve bulguları örnekleme yer alan öğrenciler ile sınırlıdır.

3. Araştırma veri toplama araçları ile sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

STEM: Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine ait kazanımların birbiri ile ilişkilendirilerek verilmesidir.

21. yy. Becerileri: Bireylerin bilgi çağında başarılı olabilmeleri için geliştirmeleri gereken üst düzey becerileri ve öğrenme eğilimleridir.

Bilimsel Yaratıcılık: Bilimsel problemlere ve bilimsel bilgidaki boşlukları, eksikliklere, uyumsuzluklara duyarlı olma süreci, bunlara ilişkin tahminler yürütme, hipotezler üretme, çözümleri araştırma, hipotezleri test etme, sonuçları değerlendirme sürecidir. Bilimsel bilgiye yeni kavramlar, fikirler ekleme, teori ve modeller oluşturma, yeni deneyler tasarlama, özgün projeler ve araştırmalar oluşturmaktır. (Akt. Tortop, H., S., 2018, Moravesik,1982)

LEGO: Çeşitli renklerdeki yapı parçalarından oluşan, üzerlerindeki girintiler/çukurlar aracılığıyla birbirine takılıp çıkarılan, sonunda ortaya bir yapının meydana getirildiği bir oyuncak çeşididir.

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. STEM Eğitimi

2.1.1. STEM Eğitimi Nedir?

STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmalar ve araştırmalarla hala geliştirilmektedir. Bundan dolayı da kesin bir tanımı yoktur. STEM eğitimi kavramı için ise alanyazında farklı tanımlar ile karşılaşmak mümkündür. Bu tanımlardan yararlanarak STEM hakkında bir tanım yapılmaya çalışılmıştır (Okulu, 2019; Abacı,2020; Köse,2020) STEM eğitimi, çağın gerekliliği olan yaratıcılık, teknoloji geliştirme ve ihtiyaç temelli becerilerin geliştirilmesi amacıyla (Sharma ve Yarlagadda, 2018), Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematiği ayrı disiplinler olarak gören problemleri yok edip değiştiren (Vazquez, Sneijder ve Comer (2013: 4), bu alanlarının arasındaki bağlantıları, gerçek yaşam problemleri sayesinde birbirine bağlayan (Stohlmann ve diğerleri, 2012), gerçek dünyada karşılaşılan problemlerin çözümünde (Sanders, 2009), gerçek dünya ve probleme dayalı öğrenmenin birleştirildiği (Californians Dedicated to Education Foundation, 2014), bireysel veya grupla (Bender (2018), ortaklaşa yapılandırılan bilgi, beceri ve inançları içeren etkinliklerin (Çorlu ve diğerleri, 2014) hem formal hem de informal ortamlarda gerçekleştirilen (Gonzalez ve Kuenzi, 2012), bireyin tüm eğitim sürecini içine alan bir yaklaşımdır (MEB (2016a).

2.1.2. STEM Eğitimin Tarihçesi

STEM eğitimi, 1957 yılında Rusya'nın ilk yapay uydusu, Sputnik'i uzaya fırlatmasının ardından yaşanan dünya gelişmeleriyle ortaya çıkmış ve önem kazanmıştır. Çünkü bu durum Rusya'nın gösterdiği ilerlemelerle ABD'nin ve diğer dünya ülkelerinin önüne geçtiğini ispatlamıştır (Öztürk, 2020). Ancak Amerikalılar dünyadaki diğer ülkelerin STEM konusunda kendilerini geçmeleri kaygısıyla hızla bu konuya eğilmişler, büyük bir finansman sağlayarak, STEM alanında önemli adımlar atmışlardır (Sanders, 2009). STEM yaklaşımını devlet politikası haline getirip STEM okulları açmış ve STEM aktiviteleriyle birlikte üs düzey düşünme becerilerini geliştiren mühendislik, robot ve programlama gibi etkinlikler yapılarak (MEB, 2016). STEM adının yaygınlaşmasına ve popülerliğinin artmasına ön ayak

olmuşlardır. Tüm bu olaylar STEM eğitimi günümüzde kullandığımız halini almasına neden olmuştur.

Ülkemizde ise STEM disiplinlerinin Türkçe karşılığı olan “Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik” disiplinlerinin baş harflerinden yararlanarak FeTeMM halini almıştır. Ülkemizin STEM eğitimi için bir eylem planı yoktur. Ancak 2015-2019 Stratejik Planında STEM eğitime zemin hazırlamak adına amaçlar belirlenmiştir. Bunun yanı sıra STEM amaçlarının Teknoloji ve Tasarım dersi ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Teknoloji ve Tasarım dersi kapsamında yapılan uygulamaların STEM bazlı olduğu söylenebilir. Eğitimde FATİH Projesi kapsamında okullara sağlanan etkileşimli tahtalar, internet alt yapısı, verilen tablet bilgisayarlar, EBA tarafından sunulan elektronik içerikler; öğrencilerin sorgulama, araştırma yapma, ürün oluşturma ve buluş yapma becerilerini geliştirmek için kullanılabilecek bilişim teknolojileri de STEM eğitime hizmet eden bir diğer çalışmalar arasında yer aldığı söylenebilir MEB (2016). Dünyayı ekonomik olarak yönlendirmeye başlayan STEM yaklaşımının gelişimine katkıda bulunan tarihsel olaylar Yıldırım, (2016) tarafından “Teaching STEM in the Secondary School”, London: Routledge Banks, F. ve Barlex, D. 2014, kaynağından uyarlanmıştır (Tablo 2.).

Tablo 2. *STEM Eğitiminin Gelişmesine Katkıda Bulunan Tarihsele Olaylar (Yıldırım, 2016)*

Yıl	Olay	Gelişmeler
1957	İlk Uydunun Aya Fırlatılması	İlk uydu olan Sputnik'i fırlatılması
1962	Okulda Matematik Projesi (School Mathematic Project (SMP))	Birleşik Krallık'ta Matematik programına ihtiyaç duyulan yeni konuların eklenmesi
1966	Nuffield Fen Öğretimi Projesi (Nuffield Science Teaching Project)	Çocuk merkezli eğitimin öncüsü olan ezberleme yöntemiyle değil, bilimsel yollarla keşfederek öğrenmeye geçilmesi
1969	Ay'a İlk Adım	ABD'nin uzay yarışına yeniden girerek başarılı projeler sayesinde ilk kez aya ayak basılması
1980	Performans Değerlendirme Birimi (Assessment of Performance Unit (APU))	Fen Bilimleri müfredatının çocuklarının bilimi anlamlandırması yönünde değiştirilmesine karar verilmesi
1980-1989	Çocukların Bilim Öğrenmesi Projesi	Çocukların yaparak yaşayarak öğrenmesine olanak tanınması ile yapılandırmacı yaklaşımın oluşturulması
1982	Singapur Matematik Gelişmeleri	Singapur'a ait Matematik programı sayesinde; buluş yoluyla öğrenmeye ve problem çözmeye dayanan bir programın Dünya'ya tanıtılması ve Matematik alanında önemli bir adım atılmış olması
1983	Teknik ve Mesleki Eğitim Girişimi (TVEI)	Amerika uzay yarışında çok önemli bir ihtiyacı fark ederek Savunma Bakanlığı ile iş birliği içinde bir girişime öncülük etmesi
1985	Yeni Fen Eğitimi Politikasının Tanıtılması	Çocukların bilimi ve bilimsel düşüncelerinin çıktılarından yola çıkılarak yeni bir programa yön verilmesi
1988	Büyük Eğitim Reform Yasası	Büyük Eğitim Reform Yasası ile 5-16 yaş çocukların Fen ve Matematik programlarına yeni konular ve teknoloji eklenerek yeniden düzenlenmesi
1992	Ulusal Teknoloji Müfredatının Yayınlanması	Tasarım, teknoloji ve bilişim teknolojileri disiplinleri tartışmalar sonucunda ayrı disiplinler olarak kabul edilip müfredata eklenmesi
1996	Ulusal Fen Eğitimi Müfredatı (National Science Education Standards)	Sorgulama temelli Fen programının yayınlanması
2000	Genç Öngörü (Young Foresight) Oluşumu	İş insanları ile 14 yaşındaki öğrencilerin bir araya getirilerek ürün-hizmet geliştirmeye yön verilmesi konusunda danışmanlık süreçlerinin yürütüldüğü projenin hayata geçirilmesi
2002	İngiltere, Galler ve Kuzey İrlanda'nın Ulusal Müfredatında Değişimler	Fen, Matematik, Tasarım ve Teknoloji disiplinlerinin eğitimin tüm kademelerinde zorunlu olması gerektiğinin vurgulanması
2013	Ulusal Müfredatın Değişimlerinin Danışılması	Yeni programın tüm eğitim kademelerinde uygulanmaya başlanması

2.1.3. Neden STEM Eğitimi?

Avrupa’da yaşanan Sanayi Devrimi ile hızla gelişen teknoloji ve makineleşme ile makinelere olan ihtiyaç artmıştır. Ancak teknolojik olarak çok ileri düzeyde olan bu makineler halen daha insanların bazı yapabildiklerini yapamamakta, bazı becerileri gerçekleştirememektedir. Bunun için de bu beceriler çağın ihtiyaçları haline gelerek önem kazanmıştır (Beers, 2011). 21. yüzyılda ekonomide yaşanan küresel gelişmelerle birlikte karmaşık problemlerin çözümü için var olan araç gereçlerin kullanılmasının öneminin artmıştır (İnam,2020). Bu durum da STEM eğitimin hedefleri arasında yer aldığı için STEM eğitimi öne çıkarmıştır (Akgündüz ve diğerleri, 2015; Aydın, Saka ve Güzey, 2017; Abacı,2020). Çünkü bu hedeflere ulaşmadaki en iyi araç okullardaki eğitim uygulamalarıdır. Ancak okullardaki öğretim yöntem ve teknikleri ile gerçek hayat problemlerini çözmek için yetersiz kalmakla birlikte bu alanda bireyler yetiştirmek için de geri kalmıştır. STEM K-12 eğitim raporuna göre STEM eğitimi; disiplinlerine olan ilgiyi ve okuryazarlığı artırmak, iş kollarında ve meslek bilincini artırmak ve o kariyerlere yönelim oranlarını artırmayı hedeflemektedir (NRC, 2014).

Morrison (2006), bireylerin yaratıcılıklarını, mühendislik becerilerini, düşünme becerilerini, disiplinlerarası bağlantıları keşfetme becerilerini geliştirmelerine olanak tanınmasının STEM eğitiminin kazandırdıkları katkıları arasında sıralar. STEM eğitim bireylere çağın beklentileri doğrultusunda kendilerini geliştirmeleri ve yetiştirmeleri için fırsat vermektedir (Akgündüz, 2016). Yıldırım (2018), ülkelerin STEM eğitime önem vermelerinin sebeplerini; ekonomiyi takip edebilme, eğitimin günlük yaşamla ilişkisinin kurulabilmesi, teknoloji çağına ayak uydurabilme, okulla sanayi arasındaki bağlantının sağlanması, PISA-TIMMS sınav sonuçları, mesleki eğitim ve STEM disiplinlerine karşı ilginin artırılması olarak ifade etmiştir. STEM eğitimi uygulayan ülkelerde Fen ve matematik alanlarına olan önemin fazla olmasından dolayı PISA ve TIMSS sınavlarında elde edilen sonuçlarda ilk sıralarda oldukları tespit edilmiştir. Dolayısıyla PISA ve TIMSS gibi sınavlardaki başarı durumunu daha iyi bir noktaya taşımak için STEM eğitiminin ülkemizde kullanılması gerektiği ifade edilmiştir (MEB, 2016). Genel olarak, STEM eğitiminin amacı 21. yüzyılın beklentilerini giderebilecek STEM kuşağını yetiştirmeyi hedeflemektedir. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerini

birleştirirken aynı zamanda öğrencilerin bu alanlar arasında anlamlı bağlantıları kurarak, öğrenme sürecini çağa uydurmayı hedeflemektedir.

2.2. Disiplinlerarası- Bütünleşik STEM Eğitimi

Son yıllarda eğitimde farklı disiplinleri bütünleştirmenin gündeme gelmesiyle birlikte disiplinlerarası yaklaşım daha fazla önem kazanmaktadır. Disiplinlerarası yaklaşım, içinde barındırdığı disiplinlerin zenginliğini ortaya çıkarırken aynı zaman da birbirleriyle olan bağlantılarını, bağlam kavramlarını ve bunlar aracılığıyla dünyayı tanımanın çeşitli yollarını ortaya koyar (Çoruh, 2010). Disiplinlerarası bir yaklaşımla bir problemi ele alırken, konu çeşitli disiplinlerin bakış açısından analizi edilerek değerlendirilir, böylece birey kendisi için gerekli olan bilgiyi ayırt ederek, ulaşabilir (Duman ve Aybek, 2003). Disiplinlerarası, eski bir yaklaşım olsa da STEM uygulamalarının da önem kazanmasıyla birlikte eğitim alanında önemi artmaktadır (Turna ve Bolat, 2015). STEM eğitimi disiplinden, disiplinler arası yaklaşımlara kadar çeşitli şekillerde tanımlanmıştır (Rennie ve diğerleri, 2012; Vasquez vd., 2013; Moore ve Smith, 2014; Burke ve diğerleri, 2014; Honey ve diğerleri, 2014; Vasquez, 2014/2015; English, 2016). Vasquez ve diğerleri (2013)'nin yaptığı çalışmada, STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesine ilişkin kapsamlı bir bakış açısı sunarak disiplinden disiplinler üstüne doğru daha fazla bağlantı içeren ve süreklilik boyunca ilerleme ile bütünleşme seviyelerinin arttığını göstermektedirler (Bkz. Şekil.1.).



Şekil 1. Artan Bütünleşme Seviyeleri (Vasquez ve Diğerleri, 2013, Akt. English, 2016)

Vasquez ve diğerleri (2013)'e göre en alt düzeyden en üst düzeye doğru sıralanan disiplin, multidisipliner, disiplinlerarası, transdisipliner olarak ele alınmıştır.

Disiplin temelli öğretimde farklı disiplinlere ait kavram-beceriler ayrı ayrı verilir; multidisipliner öğretimde ayrı olarak verilirken bir yandan da tek bir tema altında toplanır; disiplinlerarası öğretimde birbiriyle ilişkili olanlar disiplinlerin en az iki veya daha fazlasının derinleştirilmesini amaçlayarak verilir; transdisipliner öğretimde gerçek yaşam problemlerine ve çözümlerine odaklanılır.

STEM bütünleşmesini geliştirmek ve tüm disiplinleri bütünleşik hale getirmek isteniyorsa disiplinlerin temel bilgilerinin yanı sıra disiplinler arası süreçlere de odaklanılmalıdır. Yüksek uluslararası test sonuçlarına ve güncel STEM konularına odaklanan milletler, sorgulama süreçleri, problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık ve inovasyonun yanı sıra güçlü bir disiplin bilgisine odaklanmalı ve 21.yy. becerilerine odaklanan iyi gelişmiş bir müfredata sahip olmalıdırlar (Partnership for 21st Century Skills, 2011; Marginson ve diğerleri, 2013; English and Gainsburg, 2016). Genel becerileri, kavramsal anlayışları ve disiplinler arası bağlantılarını geliştirme ve derinleştirme ihtiyacı bu süreçte çok önemli hale gelmektedir (English, 2016).

Drake ve Burns (2004) de öğretim programlarının bütünleştirilmesi için izlenen yolu ve bütünleşmenin derecesini tanımlamak için çok disiplinli (multidisciplinary), disiplinler arası (interdisciplinary) ve disiplinler üstü (transdisciplinary) olarak tanımlamıştır (Drake ve Burns, 2004). Drake ve Burns üç farklı yaklaşımın aslında aynı amaçlara sahip olduklarını ve bazı farklılıklar olsa da bununla birlikte, bütünleşmiş yaklaşımları gerçekten uygulayan eğitimcilerin kullandığı en etkili yolun sürekli "Tüm öğrencilerimi bu öğrenmeye nasıl dahil edebilirim?" diye soranlar, geriye dönük tasarım sürecini etkin bir şekilde planlayan ve özgün değerlendirme uygulamalarını kullananlar olduğunu ileri sürmektedir. Bu nedenle, bütünleşme derecesi ve amaçları arasındaki doğal bazı farklılıklara rağmen, üç yaklaşım birçok yönden benzediklerini ifade etmektedirler (Drake ve Burns, 2004). Sanders (2012), bütünleştirici STEM eğitiminin özelliklerini; öğrenme çıktıları, kapsam ve pedagoji olmak üzere üç başlıkta ele almıştır:

Öğrenme çıktıları: K 12 bütüncül STEM eğitiminin bir veya daha fazla yarıyılının bir sonucu olarak, öğrenciler şunları yapabilecektir:

- Bütünleştirici STEM bilgisi ve uygulamalarını sergilemek;

- Özgün problemlere çözümler tasarlar, hazırlar ve değerlendirirken dereceye uygun S, T, E ve M kavramlarını ve uygulamalarını etkili bir şekilde kullanmak;

- STEM ile ilgili tutumları ve eğilimleri göster

Kapsam: Bütünleştirici STEM eğitimi:

- Tüm K12-PhD'ye kadar tüm öğrenciler için uygundur;

- Bütüncül olmayan bir şekilde daha etkili bir şekilde öğretilen S, T, E ve M talimatlarının yerini alması amaçlanmamıştır;

- Bir veya daha fazla sınıf / sınıf döneminde bir veya daha fazla S, T, E veya M öğretmeni tarafından uygulanabilir;

- Normal okul günü sırasında ve / veya sonrasında uygulanabilir;

- Birden fazla okul notu / grubu arasında düşünceli ve etkili bir şekilde ifade edilmelidir.

Pedagoji: Bütünleştirici STEM eğitimi pedagojisi:

- Kabul edilen öğrenme ilkeleriyle uyumludur;

- Doğası gereği disiplinler arası, disiplinler arası veya çok disiplinli olabilir;

- Öğrencileri bilerek basitten karmaşığa değişen bütünleştirici düşünme sürecine dahil eder;

- Öğrencileri özgün problemlere çözüm tasarlama, yapma ve değerlendirmede sınıfa uygun S, T, E ve M kavramlarının ve uygulamalarının uygulanmasına amaçlı olarak dahil eder ve değerlendirir;

- Bilişsel ve duyuşsal taksonomilerin tüm seviyeleriyle ilişkili bütünleştirici STEM ile ilgili öğrenme için sağlam bir bağlam sağlar.

Bütün ve parçaları arasındaki ilişkiye baktığımızda bütünü, parçalardan daha fazla anlam taşıdığını görürüz. Bu durum gerçek hayat problemleri içinde geçerlidir. Gerçek hayat problemlerine çözüm üretmek için disiplinleri ayrı ayrı değil bir bütünü parçaları gibi birbirlerine entegre edilmiş bir bütün olarak kullanırız. Çünkü tek başına bir disiplini kullanmak problemi çözmede yetersiz kalırken, disiplinlerin entegre edilerek kullanılması tek başına kullanılmasından daha etkili sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Özetle, entegre bir müfredat, öğrencilere tek dersli müfredatta sunulan parçalanmış kavramlar yerine daha tutarlı ve ilgili öğrenme deneyimleri sağlayabilir

(Clark ve Clark, 1994; Koirala ve Bowman, 2003; Frykholm ve Glasson, 2005; McComas ve Wang, 1998; Wang, 2012).

2.3. 21.yy. Becerileri ve STEM Eğitiminin 21. Yüzyıl Becerilerinin Kazandırılmasındaki Önemi

Değişim, günümüz dünyasında her alanda mevcuttur. Teknoloji, yaşama ve çalışma şeklimizi sürekli olarak dönüştürürken, bilgi ise katlanarak büyümektedir. 21.yüzyılda meydana gelen gelişmeler Bilim, Sanat, Ekonomi ve daha birçok alanda büyük değişimlere neden olmuş ve çarpıcı bilimsel, teknolojik ve mühendislik ilerlemeleri, bunlarla birlikte sosyal, politik ve ekonomik ikilemleri de beraberinde getirmiştir. Bireysel veya toplu olarak bireyler bu değişen koşullara uyum sağlayabilmeli, bilinçli kararlar alabilmeli, mevcut ve gelecekteki zorlukları çözmek için harekete geçebilmelidirler (Chair,2011). Richard Noss (2012, s.3) 7. Avrupa Teknolojiyle Geliştirilmiş Öğrenme Konferansı'nda "21. Yüzyıl bilgisi, mevcut müfredatımızın çoğunu karakterize eden 19. ve 20. yüzyıl bilgisinden niteliksel olarak farklıysa, bu bilgiyi dijital teknolojilerin tasarımı ve bunların değerlendirilmesi yoluyla nasıl öğrenilebilir ve erişilebilir hale getireceğimizi dikkatlice düşünmemiz gerekir. Öğretmeye çalıştığımız ve onu kime öğretmeye çalıştığımızın çeşitliliğini kabul etmek teknolojiyi nasıl tasarlayıp, uygulayabilir ve kullanabilir hale getirmemize yön vermesi" gerektiğini söyleyerek 21.yüzyıl becerilerinin temelini oluşturan 21.yüzyıl bilgisinin ihtiyacı olan becerilerin teknoloji aracılığıyla nasıl öğretilmesi gerektiğinin önemine vurgu yapmıştır.

Zamanımızın eğitimden ne talep ettiğini daha iyi anlamak için 21. yüzyıl çalışmalarının değişen dünyasına daha yakından bakılmak mutlak ihtiyaç haline gelmiştir. Öğrenme, giderek yaşam boyu sürecek bir sürece dönüşmüş, bilgi ekonomisinde bu, öğrenme şeklimizdeki, düşünme şeklimizdeki ve çalışma şeklimizdeki değişimin bir etkisi olarak ortaya çıkmıştır. Evde ve işyerinde teknolojiye artan vurgu, bu yeni becerilere olan ihtiyacı hızlandırmıştır (Griffin, Care, ve McGaw,2012). Jared Diamond (2011), "Başarı veya başarısızlığın özü, temel değerlerin hangilerine tutunmak gerektiğini bilmek ve zamanı geldiğinde hangisinin atılacağını veya değiştirileceğini bilmektir" diyerek eğitimde başarıyı sağlamak adına yapılması gerekleri çok iyi özetlemiştir. Bu süreçte eğitim sistemine düşen görev, halka bir bilgi toplumunda ihtiyaç duyulan bilgi becerilerini sağlamak ve eğitim

sistemleri, üretime dayalı olanlar yerine bilgi ve teknolojik becerilere dayalı olacak şekilde uyumlu hale getirmenin önemini vurgulayarak hızla yeni çağa uyum sağlamaktır (Trilling ve Fadel, 2009). Bunun içinde çağın becerileri olarak bilinen ve 21.yüzyıl becerileri olarak da adlandırılan bu beceriler bireylere kazandırılması oldukça önem kazanmıştır. Bu beceriler konusunda birden farklı görüş vardır. Bunlar Şekil 2’de verilmiştir.

P21 çerçevesi	enGauge	ATC21S	OECD	MEB	Dünya Ekonomi Formu
1.Temel dersler ve 21.yüzyıl temaları -Küresel bilinç -Finans, ekonomi, işletmecilik ve girişimcilik okuryazarlığı -Yurttaşlık okuryazarlığı -Sağlık okuryazarlığı -Çevre okuryazarlığı 2.Öğrenme ve yenilenme becerileri -Yaratıcılık ve inovasyon -Eleştirel düşünme ve problem çözme -İletişim ve iş birliği 3. Bilgi, medya ve teknoloji becerileri -Bilgi okur-yazarlığı -Medya okur-yazarlığı -Bilgi ve iletişim teknolojileri (ict) okuryazarlığı 4.Yaşam ve kariyer becerileri -Esneklik ve adaptasyon -Girişimcilik ve öz-yönelim -Sosyal ve kültürlerarası beceriler -Üretkenlik ve sorumluluk -Liderlik ve sorumluluk	1. Dijital çağ okuryazarlığı -Temel, bilimsel, ekonomik ve teknoloji okuryazarlığı -Görsel ve bilgi okuryazarlığı -Çok kültürlülük okuryazarlığı ve küresel farkındalık 2. Yaratıcı düşünme -Uyumluluk, karmaşıklık yönetimi ve özyönetim -Merak, yaratıcılık ve risk alma -Üst düzey düşünme ve akıl yürütme 3. Etkili iletişim -Takım oluşturma, işbirliği ve kişilerarası beceriler -Kişisel, sosyal ve sivil sorumluluk -İnteraktif iletişim 4. Yüksek üretkenlik -Öncelik verme, planlama ve sonuçları yönetme -Günlük yaşam araçlarının etkili kullanımı -Üretimle ilgili yetenek, yüksek kaliteli ürün	1. Düşünme yolları -Yaratıcılık ve yenilik -Eleştirel düşünme, problem çözme -Öğrenmeyi öğrenme, üst biliş 2.Çalışma yolları -İletişim -İşbirliği (takım çalışması) 3. Çalışma araçları -Bilgi okuryazarlığı -Bilgi ve iletişim teknolojileri (ict) okuryazarlığı 4.Dünyada yaşam -Vatandaşlık (yerel ve küresel) -Yaşam ve kariyer -Bireysel ve sosyal sorumluluk 5.Öğrenme yolları 6.Öğretme yolları	1.Araçların interaktif kullanımı -Dilin, sembollerin ve yazının interaktif kullanımı -Bilgi ve bilimin interaktif kullanımı -Teknolojinin interaktif kullanımı 2. Heterojen gruplarla etkileşim -Başkalarıyla iyi ilişkiler kurma -İşbirliği yapma -Çatışma çözme ve yönetme 3. Özerk davranma -"Büyük resim" içinde hareket etme -Yaşam planları ve kişisel projeler oluşturma ve yönetme -Haklarını, çıkarlarını, sınırlarını ve ihtiyaçlarını savunma	1.Düşünme yolları -Yaratıcılık ve yenilikçi düşünme ve bunlara açık olma -Eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme -Öğrenme stratejilerini kullanma/öğrenmeyi öğrenme ve üst bilişsel beceriler kendini değerlendirme 2. Çalışma yolları -İletişim becerileri / -Türkçeyi doğru kullanma ve bir yabancı dili temel düzeyde kullanma -Takım çalışması 3.Çalışma araçları -Bilgi okuryazarlığı -Bilgi iletişim teknolojileri okuryazarlığı 4. Dünyaya entegrasyon -Yerel ve evrensel vatandaşlık bilinci -Yaşam ve kariyer ile ilgili bilinç ve beceriler -Kültürel farkındalıkları ve yeterlilikleri kapsayacak şekilde kişisel ve sosyal sorumluluk bilinci	1. Temel okuryazarlık -Okuma yazma -Sayısal -Bilimsel okuryazarlık -Bit okuryazarlığı -Finansal okuryazarlık 2. Yeterlilikler -Kritik düşünme / problem çözme -Yaratıcılık -İletişim -İşbirliği 3. Karakter özellikleri -Merak -Girişim -Kararlılık / dayanıklılık -Adaptasyon -Liderlik -Toplumsal ve kültürel farkındalık

Şekil 2.Yirmi Birinci Yüzyıl Becerilerinin Sınıflandırılması (Çepni ve Ormancı, 2017)

Şekil 2.’ye baktığımızda bu altı farklı kurumun ve kuruluşun ortaya koyduğu becerilerin temelinde iş birliği yapabilme ve takım çalışmasında başarılı olma, teknolojiyi kullanabilme ve yönetebilme, problem çözme, üretken ve yaratıcı bireyler yetiştirme hedeflenmektedir. 21. yy. öğrenmesi için öğrencilerin işte, yaşamda ve vatandaşlıkta başarılı olmak için ihtiyaç duydukları bilgilerin ve becerilerin çerçevesi P21 (2019) tarafından oluşturulmuştur (Şekil 3.). P21 çerçevesi, ABD’de ve yurtdışında binlerce eğitimci ve yüzlerce okul tarafından kullanılmıştır. Çerçevenin tüm bileşenleri öğrencilerin 21. yüzyıla hazır olmaları açısından oldukça önem arz etmektedir (Nalbantoğlu, 2021). Bundan dolayı bu çalışmada da P21 çerçevesi baz alınmıştır.



Şekil 3.Yüzyıl Öğrenci Sonuçları ve Destek Sistemleri (Partnership for 21st Century Skills, 2019).

Bu çerçeveye göre eğitim kurumları, mesleki gelişim kurumları ve öğrenme ortamları gerekli bilgi ve becerileri “Standartlar ve Değerlendirmeler; Müfredat ve Öğretim, Profesyonel Geliştirme; Öğrenme Ortamları” destek sistemleriyle birleştirerek bu temel üzerine inşa edildiğinde, öğrenciler öğrenme sürecine daha fazla dahil olurlar ve çağımızın birbiriyle ilişkili alanlarında gelişmek için hazırlıklı olarak mezun olurlar. Trilling ve Fadel (2009) de 21. yüzyıl becerilerinin bileşimi özetleyerek formüle dönüştürmüştür: $3Rs \times 7Cs = 21st\ Century\ Learning$

“Reading” (Okuma), “wRiting” (yazma) ve “aRithmetic” (aritmetik) gibi daha geleneksel olarak yerleşik beceriler, 3R’ler tarafından temsil edilir. İkinci temel bileşen olan 7C’ler, Critical thinking and problem solving (Eleştirel düşünme ve problem çözme), Communication, information and media literacy (İletişim, bilgi ve medya okuryazarlığı), Collaboration, teamwork and leadership (İş birliği, ekip çalışması ve liderlik) , Creativity and innovation (Yaratıcılık ve yenilik), Career and learning self-reliance (Kariyer ve öğrenmede kendine güven), Cross-cultural understanding (Kültürler arası anlayış) ve Computer and ICT literacy (Bilgisayar ve BİT okuryazarlığını) temsil eder. Bu formülün, üç beceri setinin yapısı ve bunlara karşılık gelen 12 bileşeni ile karşılaştırıldığında hatırlanması görünüşte daha kolaydır.

MEB (2016) tarafından yayımlanan STEM Eğitim Raporunda da 21. yy. becerilerinin; 21.yy. problemlerini farklı bakış açılarıyla ele alıp çözümler üretebilmek, sistemli ve yaratıcı düşünerek en uygun çözüm önerilerini ortaya koymak ve bunun için gerekli beceri ve yetenekleri kazanmak için STEM eğitiminin zorunlu hale geldiğini belirtmiştir. Yine bu raporda öğrencilerin okul hayatının yanı sıra günlük yaşamında da sorgulama, araştırma, problem çözme becerilerini kullanıp farkına varma, grup çalışmalarının önemini kavrama ve birlikte çözüm önerileri üretme, bu

çözümleri hayata geçirme, ürün geliştirebilme, buluş yapma becerilerini geliştirilerek sergileme ve tüm bu öğrenmeleri arasında bir ağ oluşturmaları için STEM eğitimine erken yaşlardan itibaren başlanmasının gerekli olduğu vurgulanmaktadır.

Görüldüğü gibi STEM eğitimi dünyadaki tüm ülkeleri için bir mecburiyet haline gelmiştir. STEM eğitimi, 21. yüzyıl becerilerinin odak noktasıdır. Çünkü yaşadığımız çağın gereklilikleri haline gelen problem çözme becerisine sahip bireylerin eleştirel, yenilikçi ve yaratıcı düşünmelerinin yanı sıra bir takımında çalışmasını yürütebilme becerilerine yani 21. yüzyıl becerilerine sahip olmalarını gerektirir (Köse, 2020). Richard Riley (Clinton Eğitim Bakanı), “Şu anda öğrencileri henüz yapılmamış, var olmayan işlere hazırlıyoruz. Henüz icat edilmemiş teknolojileri kullanarak. Henüz sorun olduğunu bile bilmediğimiz sorunları çözmek için” diyerek 21.yy becerilerini ve önemini gözler önüne sermektedir (Trilling ve Fadel, 2009). Günümüzde ilkokuldan yükseköğrenime kadar başarıyı destekleyen 21. yüzyıl becerileri iş dünyasından ve işgücü piyasası araştırmacılarından gelen çok sayıda raporlara göre işverenler tarafından değer gördüğünü ve yükseköğrenimde başarı için kritik önem taşıdığını vurgulamaktadırlar (Chair, 2011).

2.4. STEM Eğitiminde Mühendislik Tasarımı Yaklaşımı/ Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi (MTTFE)

İnsanoğlunun var oluş sebeplerinden biri de yaşadığı Dünyayı, yani Doğa'yı anlamaktır. Bunun içinde insanın doğada var olan problemleri anlaması ve çözüm üretebilmesi gerekmektedir. Yıllarca bilim ve teknoloji sayesinde bunu gerçekleştiren insanoğlu için artık var olan bilgiler ve teknolojiler yetersiz kalmaktadır. Özellikle de gelişen teknoloji ile günümüzde karşılaşılan problemlerin ve çözümlerinin karmaşıklaşması gerekli becerileri de karmaşıklaştırmıştır.

Alışlagelmiş yöntemlerle, bilgilerle ve bakış açılarıyla çözülemeyen çağın problemlerini çözmek için olağanın dışında bakış açıları geliştirmek ve disiplinler arası bilgi akışını sağlamak gerekli hale gelmektedir. Öğrencileri, bu sürecin içerisine almak için de mühendislik eğitiminin okul programlarına girmesi de zorunlu hale gelmiştir (Gülhan ve Şahin, 2016). Mühendisler bir problemin çözümü için Fen ve teknoloji ile ilgili yeterli düzeyde bilgiye sahip olmalıdırlar. Bu yüzden de Fen, Teknoloji ve Mühendislik uygulamaları birbirine paralel ve birbirini tamamlayıcı

disiplinlerdir (Ceylan,2014). Bu disiplinlerin bir araya getirilip, ilişkili ve amaçlı bir şekilde bütünleştirilmesi STEM eğitiminin temelini oluşturmuştur.

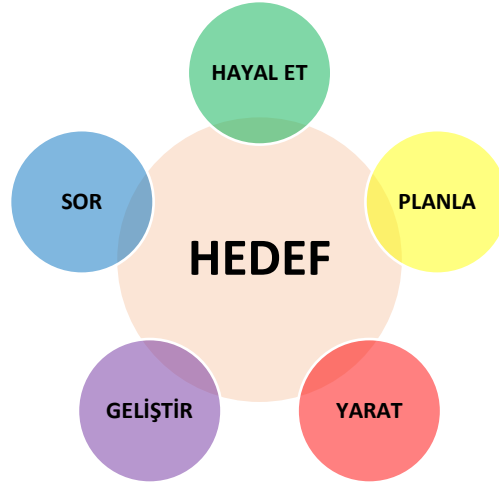
Mühendislik, teorik bilgiler ile ihtiyaç duyulan teknoloji arasındaki ilişkiyi sağlayarak sosyal ihtiyaçlarının giderilmesi için bilimin ilkelerini doğrultusunda matematik teorilerini işler ve mühendislikte kullanır. Bunun da Fen eğitiminin gelişimi için oldukça önemli olduğu vurgulanmaktadır (Bahar,2018). Teknoloji, yaşamımızı kolaylaştırarak kalitesini arttırmak için karşılaştığımız problemleri çözerek Doğa'yı kontrol altına almayı amaçlar. Bu amaç için ürünler ortaya koyar ve geliştirir. Tasarım ise bu üretimlerin ön işlem basamağıdır (Yazıcıoğlu ve Ark., 2009). Mühendis Tasarım Temelli Fen Eğitimi (MTTFE), yaklaşımında gerçek yaşam problemlerine mühendislik bakış açısıyla çözüm bulma süreci, anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesine ortam hazırlamaktadır (Hacıoğlu ve Diğerleri, 2016). Bu yüzden MTTFE uygulamaları, öğrencilerin mühendis bakış açısıyla bakarak düşünebilmelerini, farklı durumlar arasındaki bağlantıları kurabilmelerini, iletişimi kuvvetli ve yaratıcı düşünebilmelerini, bilim okuryazarı olmalarını, takım çalışmasında ve tasarım projelerinde başarılı bireyler olarak yetiştirmelerini amaçlar (Aydın ve diğerleri, 2018). Ülkemizde de 2017 yılında 4. sınıftan başlayarak temel düzeyde mühendislik-tasarım etkinliklerine yer verilmeye başlanmıştır (MEB, 2017).

2.4.1. Mühendislik Tasarım Süreci

Mühendisler, yaşamımızı sürdürmemizi sağlayan tüm ürünleri tasarlar ve üretir. Mühendislik tasarım yöntemi, toplumsal yaşamda karşılaşılabilecek her türlü soruna var olan Fen ve matematik bilgisini kullanarak bir çözüm bulma arayışıdır. Mühendislik bilimi, eserleri oluşturmak için kullandığımız malzemelerin ve süreçlerin davranışını tahmin etmek için temel araçları sağlar. Mühendislik tasarımı, yeni eserler oluşturmak için bu temel araçları kullanır. Mühendislik eğitime içkin bir problem, mühendislik biliminde ihtiyaç duyulan ilerici seri düşünceyi, tasarım sentezi dünyasında ihtiyaç duyulan yanal “karenin dışında düşünme” düşünme tarzıyla nasıl birleştireceğimizdir (Samuel, 2006)

Mühendislik tasarımı ise istenen ihtiyaçları karşılamak için bileşen veya süreç olarak tanımlanır (Kayalar, 2018). Tasarım sürecinde ilk olarak gözlem yaparak sorun ya da ihtiyaç belirlenir ve bir gerçek hayat problemi tanımlanır. Problem tanımlandıktan sonra araştırma yapılarak çözüm yolu arayışına girilir. Daha sonra olası

çözümler geliştirmek için belirlenen problemle ilgili olabildiğince farklı ve çok çözüm yolları tespit edilerek, çeşitli fikirler ortaya konulur. En olası çözümü belirlerken ise materyal ve fikir olarak pratik ve ekonomik olan seçilir. Sonra seçilen çözümün bir prototipine ulaşmak çalışan bir model oluşturulur. Oluşturulan prototipin problemi çözüme ulaştırıp ulaştırmadığına bakılır ve tercih edilen materyal ve fikrin doğruluğu için prototip test edilir ve değerlendirilir. Gruplar paylaşılarak değerlendirme sonucunda işlemeyen kısımlar tespit edilir ve ihtiyaca göre bazı süreçler tekrar edilerek düzeltilir ve en iyiye ulaşana kadar geliştirilir. Mühendislik tasarım süreci bir döngüdür. Bu döngüde istenen veya ihtiyaç duyulan herhangi bir basamağa tekrar geri dönebilir (Dedetürk, 2018). Mühendislik tasarım süreci ilkokul düzeyinde daha basite indirgenmiş şekilde ele alınmaktadır. Boston Bilim Müzesi (Museum of Science) ‘nin yürüttüğü “Engineering is Elementary” projesinde öne sürülen Mühendislik Tasarım Süreci ilkokul düzeyinde daha işlevsel olarak kullanılmaktadır. Bu süreç; sor, hayal et, planla, yarat ve geliştir aşamalarından oluşmaktadır (B. Çavaş ve P. Çavaş, 2018,122).



Şekil 4. Mühendislik Tasarım Yönteminin Uygulama Basamakları (Çavaş ve Çavaş, 2018, 122)

Birinci aşama olan “SOR” aşamasında öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırmak amacıyla sorularla sürece dâhil edilmesi sağlanır. Bu aşamada öğrencilerin hazır bulunuşlukları çok önemlidir. Öğrencilere sorulan soruların daha güncel hayattan olması, çok fazla teknik ve bilimsel olmaması konuya bağlanmaları açısından oldukça önem taşımaktadır. Bu aşamada önceden tasarlanan bir problem hakkında yöneltilen sorularla tartışmaya girmeleri sağlanır. Burada asıl amaç öğrencileri problem hakkında

olabildiğince soru sormaları ve problemi tanımlarının sağlanması gerekmektedir. Ve bu aşamanın sonunda problemin tanımının yapılması sağlanır. Problem tanımlanmadan ikinci aşamaya geçilmemesine dikkat edilmelidir. İkinci aşama olan “HAYAL ET” aşamasında öğrencilerin birinci aşamada tanımladıkları probleme olası çözüm önerileri hayal etmesi sağlanmalıdır. Beyin fırtınası yapılarak öğrencilerin oldukça fazla çözüm yollarını hayal etmeleri problemi derinleştirme konusunda ve farklı çözüm yollarına gitme oldukça önemlidir. Bu süreçte öğrencilerden gelen çözüm yolları bir tahtaya yazılması öğrencilerin tüm çözüm yollarını görmeleri ve farklı çözüm yollarına gitmeleri açısından fayda sağlar. Daha sonraki süreçte öğrencilerin tek bir çözüm yolundan gitmelerini de engellemek adına grup çalışması yapılarak bir çözüm yolunu hayal etmeleri ve çizimlerle desteklenmesi istenerek bu aşama sonlandırılır. Üçüncü aşama olan “PLANLA” aşamasında öğrencilerin seçtikleri çözüm yolunu uygulamak için gereken malzeme, araç ve gereçleri de belirlemesi istenir. Gerekli malzeme, araç ve gereçlerin detaylı kullanım alanları tespit edilir. Kullanılacak malzeme ve araç- gereçlerin; tehlike içermeyen, ucuz ve basit olması, nerelerden ve nasıl temin edilecekleri konusunda çalışmalar yapılarak planlama aşaması sonlandırılır. Dördüncü aşama olan “YARAT” aşaması, öğrencilerin el becerilerini kullanarak problemin çözümüne ilişkin ürün geliştirdikleri aşamadır. Bu aşamada öğrencilerin genellikle basit ve ucuz malzemeler kullanarak bir prototip geliştirmeleri beklenmektedir. Bu aşamada eğer grup çalışması yapılıyorsa gruplar düzenli takip edilerek planlama dışına çıkmamaları, eşit görev dağılımında bulunarak her öğrencinin aktif olarak rol alması konusunda öğrenciler desteklenmelidir. El becerisi gerektiren bir aşama olduğu için bu aşamada öğrenciler gerektiğinde cesaretlendirilmeli özellikle konu mühendislik olduğu için kız öğrencilerin geride kalmamalarına ayrıca dikkat edilmelidir. Üretim aşaması olan bu aşama sonunda öğrenciler prototiplerini test etmeleri gerekmektedir. Test etme sürecinden sonra öğrenci birinci aşamada tanımladığı problemi ne ölçüde çözüm ürettiğini görme fırsatı yakalayacaktır. Beşinci aşama olan “GELİŞTİR” aşamasında öğrenciler, var olan prototiplerinin daha iyi çözümler üretebilmesini sağlamak için üzerinde tartışıp prototiplerini geliştirdikleri aşamadır. Bu aşamada öğrencilerin özgürce olabildiğince yaratıcı bir şekilde düşüncelerini ifade etmelerine olanak sağlamak “geliştiricilik” becerileri açısından oldukça önemlidir. Ortaya konan fikirlerden prototipi daha iyi

sonuçlar verecek şekilde geliştirilecek fikir grupça seçilir, tasarlanır ve uygulanır. Bu uygulamadan sonra prototip yeniden test edilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin elde ettikleri verileri karşılaştırmak için bir tablo yapmaları bu sonuçları paylaşmaları ve sunmaları önemlidir. Her grubun kendi sunumlarını yapmaları ve birbirleriyle paylaşmaları farklı fikirlerin ve çözümlerin nasıl sonuçlar ortaya çıkabileceğinin görülmesi açısından oldukça önemlidir. Öğrencilerin erken yaşlarda bilimsel bilgiyle karşılaşmalarını sağlayan STEM eğitim ve Mühendislik uygulamalarının önem kazanmasıyla birlikte henüz oyun çağında olan çocukların oynadıkları bazı oyuncaklar bu etkinliklere malzeme olarak uyarlanmıştır. Bu sayede öğrenciler oyun oynadıklarını düşünürken aslında bilimsel bilginin kapılarını aralamaya başlamaktadır.

2.4.2. Lego-Robot alışmaları

Oyun insanın hayatının her döneminde var olan ancak özellikle çocukluk döneminde daha çok yer kaplayan, çocuğun öğrenim hayatında da onu takip ederek motive eden, zihinsel becerilerini ve yaratıcılığını geliştirmesine katkı sağlayan bir etkinliktir. ocuk, yaşadığı dünyayı oyunla tanımaya ve öğrenmeye başlamaktadır. Kendi varlığını ve çevresini keşfetme, duygu ve düşüncelerini ifade edebilme gibi becerilere oyun sayesinde sahip olmaktadır. Çeşitli nesneleri ya da oyuncakları kullanarak oyun oynayan ocuk, özgürce hayal dünyasının zirvesinde gezinmekte ve yaratıcılığını en yükseğe taşımaktadır. Teknolojik değişimle beraber oyunlara eşlik eden bu oyuncaklar da hızlı bir değişme uğramaktadır. Özellikle son zamanlarda oyuncak dendiğinde çocuklardaki ilk algı LEGO'lara dönüşmektedir. LEGO oyuncakları, çeşitli renklerden oluşan yapı parçalarının üzerlerindeki girintiler çıkıntılar aracılığıyla birbirine takılıp çıkarılarak ortaya bir yapının meydana getirildiği oyuncak çeşididir.

LEGO, ilk olarak 1955 yılında Danimarka'da ilk versiyonu piyasaya sürerek yapı oyuncakları olarak çok çabuk ve hızlı bir şekilde benimsenip oyuncak dünyasında yerini almıştır. Bir oyuncak için yaratıcılığın ve hayal gücünün kıvılcımlarını oluşturmuştur (Güntürkün, 2009). Zamanla kendini çok geliştiren LEGO markası artık marka adı olmaktan çıkıp oyunağın adının yerini almıştır. Hayatımızın içine o denli girmiştir ki LEGO oyuncaklarını kullanarak düzenlenen turnuva ve yarışmalar sayesinde LEGO, uluslararası bir dil haline gelmiştir. Eğitim politikasında disiplinler arası yaklaşımı benimseyerek bunu öğrencilerine kazandırmak isteyen gelişmiş

lkeler, LEGO setlerini eēitim materyali olarak kullanmaya baēlamıētır. zellikle STEM eēitimleri, eēitsel robotik kitlerini, programlama eēitimi ve LEGO setlerini n plana çıkarmaktadır. LEGO oyuncakları, ērencilerin derse ilgisini arttırırken aynı zamanda eēlenerek ērenmelerini saēlayan etkili bir eēitim ve oyun materyalleridir (Sungur, 2013). Bu eēitim kitleri okulncesinden liseye kadar derslerde eēitim aracı olarak kullanılabilir. Temel olarak LEGO parçaları aracılıēıyla robotlarını inēa eden ērenciler sonrasında programlama srecine baēlarlar. Farklı programlar aracılıēıyla ērenciler oluēturdukları robotun birden fazla grevi yerine getirmesini saēlamaktadırlar (Fidan ve Yalçın, 2012).

lkokul dzeyinde programlanabilir LEGO eēitim setlerini kullanılan ērencilerin, srkle bırak blok yapıları sayesinde kk yaēlardan itibaren algoritma ve programlama ērenmesi daha kolay hale gelmektedir (Yolcu ve Demirer, 2017). LEGO’lar ile yapılan robotlar ērencilere, mhendislik ve teknolojinin temellerinin atılmasında nemli bir rol oynamaktadır. LEGO robotları ērencilerin matematiksel ve yaratıcı dēnme, iēbirlikı alıēma ve problem zme becerilerini geliētirmekle birlikte, programlama mantıēının kavranmasına, bilimsel ve mhendislik tasarım srelerinin ērenmesine ortam hazırlamaktadır (Fidan ve Yalçın, 2012).

LEGO uygulamaları, eēitim ēretim srecine ve ērencilere katkıları aēaēıda verilmiētir (Akt. Kurtuluē, 2019):

- ērenciler LEGO oyuncakları ile soyut dēncelerini somutlaētırırken aynı zamanda hayal etme, yaratıcılık, st dzey dēnme, iēbirlikli ērenme ve iletiēim gibi becerilerini de geliētirmelerine katkı saēlar (Chambers, Carbonaro, ve Murray, 2008; Lin ve ark., 2009; Nourbakhsh ve Ark.,2005).
- Problem zme becerilerinin geliētirmelerine yardımcı olur (Danahy ve ark., 2014).
- ērenciler LEGO oyuncakları sayesinde karēılaētıēı problemleri zdke baēarma hissini yaēayarak benlik algılarını geliētirmelerine katkı saēlar (Koç, ēenol ve Byk, 2015).
- LEGO oyuncaklarını kullandıkça parça-btn arasındaki iliēki, zihinlerinde daha çok yer edinerek kavramlar arasında iliēki kurma ve farklı iēlevlerde kullanma gibi becerilerini de geliētirdikleri gzlenmiētir (Yu ve ark., 2011).

Robotik, STEM alanında önemle üzerinde durulması gereken bir alandır. LEGO-Robot ile etkinlikleri ile öğrenciler kendi dünyaları ile bilim-teknoloji arasında bir köprü oluşturarak erken yaşlarda mühendislik ve bilimin kapılarını aralar ve öğrencilerin tasarım yeteneklerini ortaya koymalarını sağlar. Bu süreç de öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını etkilemektedir.

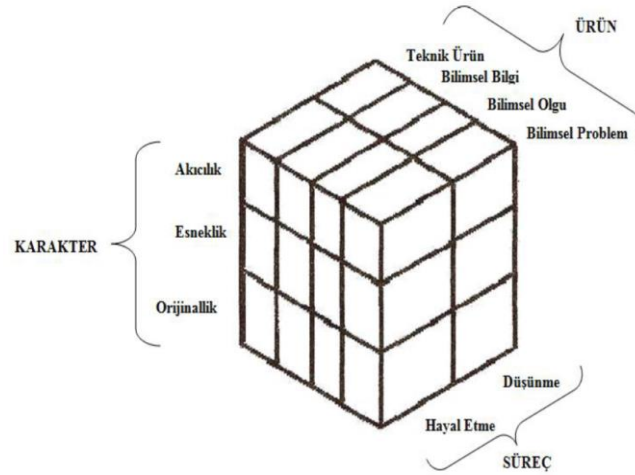
2.5. Bilimsel Yaratıcılık

Alan yazına bakıldığında yaratıcılıkla ilgili birçok farklı görüş ve tanımlamalar olsa da genel ve ortak düşünce yaratıcılığın en az dört temel bileşenden oluştuğudur. Bunlar; yaratıcı süreç, yaratıcı ürün, yaratıcı birey ve yaratıcı durumdur. (Mumford, 2003; Amabile, 1983; Robinson, 2004; Runco, 2004; Torrance, 1967; Csikzentmihalyi, 1999; Tortop, 2018). Tortop (2018), bir alanda orijinal fikirler ve ürünler ortaya koyarken bu ürünlerin uygunluk (revelance) ve yenilik (novelty) özelliklerine de sahip olması gerektiğini ileri sürmüştür. İnsanlar yaratıcılık hakkında konuştuklarında veya düşündüklerinde, yanlışlıkla bunun sadece görsel sanatlar ve diğer sanatlarla ilgisi olduğunu düşünürler. Yaratıcılık tüm alanları kapsar ve her alanda yeni şeyler yapmakla ilgilidir (Piirto, 2011). Yaratıcılığa yaklaşım her disiplinde farklılık göstermektedir. Örneğin sanatta öznel duygular ve düşünceler ön plândayken; bilimde ihtiyaçlar ön plâna çıkar (Can, 2007).

Ayrıca yaratıcılığın, bilimsel yeteneğin bir yönü olduğu da düşünülmektedir. Problem çözme, hipotez üretme, deney tasarımı ve teknik yenilikler, bilime özgü yaratıcılığın özel bir şeklini gerektirmektedir (Lin ve ark., 2003). Fen eğitiminde yaratıcılığa yapılan bu vurgunun artmasıyla beraber son yıllarda Fen alanında, yaratıcılık yerine “bilimsel yaratıcılık” ifadesi kullanılmaya başlanmıştır. Çünkü bilimsel yaratıcılığın daha çok problemle karşılaşıldığında çözüm üretmek için, bilimsel süreç becerilerini kullanmaya ihtiyaç duyması onu yaratıcılıktan ayıran temel nokta olarak görülmüştür (Aktamış ve Ergin, 2006). “Bilimsel yaratıcılık” kavramının kendine yer edineceği en iyi disiplinin Fen bilimleri olduğunu ileri süren Kind ve Kind (2007), okullardaki eğitimin çocukların ihtiyaçlarını temele alarak bilimsel yaklaşımla etkinliklere yer vermesinin bilimsel yaratıcılığın en iyi gözlem yeri olmasının temelini oluşturduğunu düşünmektedir.

Rothenberg (2014), Gould’un “Bilim” kalpsiz bir nesnel bilgi arayışı değildir; yaratıcı bir insan faaliyetidir” sözüyle bilimde yaratıcılığın önemine vurgu yaparak

“Bilim yapmak” ifadesinin bir bilgi birikimine hâkim olmaktan ya da belirlenmiş prosedürleri takip etmekten çok daha fazlası olduğunu ifade etmektedir. Tanımı gereği bilimsel araştırma, mevcut bilgi ve tekniklerin ötesine geçme, yeni anlayışlar yaratma anlamında yaratıcılık gerektirir. Ancak daha sıradan bir düzeyde bile, bilimdeki problemleri çözmek, öğrencinin bilgi birikimini keşfetmesini, bir çözüme giden çeşitli yolları hayal etmesini ve sıklıkla bir çözüm için yeni bilgi kombinasyonları veya yeni teknikler yaratmasını gerektirmektedir. Bu sebeplerden yola çıkarak bilimsel yaratıcılık modelini ortaya koyan Hu ve Adey (2002) bilimsel yaratıcılığı, özgün ve sosyal veya kişisel değeri olan, belirli bir amaçla tasarlanmış, özgün ve sosyal veya kişisel değeri olan belirli bir ürünü üreten veya bir tür entelektüel özellik üreten yetenek olarak tanımlamaktadırlar. Önerdikleri Fen Bilimlerinde yaratıcılık modelini yaratıcı süreç, yaratıcı karakter ve yaratıcı ürün olarak üç boyutta incelenmişlerdir (Şekil 5.). Bu modele göre süreç boyutu hayal etme ve ıraksak düşünme ile başlar. “Yakınsak düşünme; daha önce tecrübe edilerek etkinleşmiş, herhangi bir problem durumuna olası en uygun çözüm yolunu bulma sürecidir. ıraksak düşünme ise; bir problem durumuna olası en uygun çözümü bulmak yerine, zihne önceden yerleşmiş yöntemlerden arınık, çok sayıda, çeşitli, farklı yollardan ve denenmemiş çözümler sunabilmektedir.”



Şekil 5. Hu ve Adey (2002) Bilimsel Yaratıcılık Modeli

İraksal düşünme yaratıcılığın temelini oluştururken hayal gücü, önceden algılanmamış yeni durumların üretilmesini konu aldığından, yaratıcılığın kapsamı içerisinde ele alınmıştır. Genel olarak yeni ve uygun ürünler ortaya koyma yeteneği olarak tanımlanan yaratıcılık çoğunlukla var olmayan veya bazı durumlarda var

olamayan şeyleri hayal etmekle, yani hayal kurmayla başlamaktadır. Bunun yanında, “eğer görebilseydin neye benzerdi, hayal et” işlemi bellekte kayıtlı imgeleri gerektirmektedir. İmgeler ve yaratıcılık üzerine olan alan yazın incelendiğinde, iki kavram arasındaki etkileşimin iki yönlü olduğu görülebilir. İmge üretmede hayal gücünün rolü olduğu gibi mevcut imgeler yeni biçimler üretmeye de izin vermektedir (Atasoy ve Ark., 2017).

Modelde karakter boyutu, süreç boyutundan sonra gelmektedir ve akıcılık, esneklik ve orijinallik alt boyutları ile değerlendirilmektedir. Akıcılık, problem durumuna birçok seri cevap verebilme ve çözüm üretebilmektir. Esneklik; bir probleme farklı bakış açılarıyla yaklaşarak, farklı yaklaşımlar ile farklı çözümler üretebilmedir. Orijinallik, bireyin kendine özgü, benzersiz fikir ve eylemleridir. Yaratıcı bireyler herhangi bir problem durumuna ilişkin çok sayıda fikir oluşturur, farklı perspektiflerden birçok çözüm geliştirir ve özgündürler. Ürün boyutu ise; teknik ürün, bilimsel bilgi, bilimsel olgu ve bilimsel problem durumlarından oluşmaktadır. Bu boyuta göre bireylerin, özel ilgileri ile sahip oldukları bilgi ve becerilerini kullanarak yaratıcı süreç sonucu oluşturdukları ürüne yaratıcı ürün denmektedir. Yaratıcı ürün, yaratıcı düşünme sürecinin sonunda ortaya konan, teknik kullanımı olan, bilimsel bir olguyla ilişkili bilimsel bir bilgiyi yansıtan ve bilimsel bir probleme çözümler sunabilen üründür (Lin ve ark., 2003).

“Yaratıcılık, geliştirilebilen ve güçlendirilebilen bir kas gibidir” (Yatt ve McCade, 2011). Bu nedenle eğitim süreci boyunca öğrencilerin yaratıcılık düzeyleri zenginleştirilmeli, dünyaya geldikleri andan itibaren müthiş bir merak ve keşfetme duyuları okul çağlarında köreltilmemeli bireylerin çok yönlü bakış açısına yönlendirilmesi sağlanmalıdır (Baltabıyık, 2019). Öğrencilerin STEM etkinliklerini gerçekleştirirken, bir problem durumunun çözümü için ürün ortaya koyma aşamasında bilimsel yaratıcılıklarını geliştirebilecekleri düşünülmektedir (Piirto, 2011).

2.6. İlgili Araştırmalar

Alan yazın taraması, bu çalışma kapsamında STEM ile ilişkilendirilen LEGO-Robot Çalışmaları, Mühendislik Algısı, 21. yy. Becerileri, Bilimsel Yaratıcılık başlıkları altında ele alınmıştır.

2.6.1. 21.yy. Becerileri

Uyar ve Çiçek (2021), yaptıkları nicel araştırmada öğretmenlerin 21. yüzyıl beceri düzeylerini belirleyerek, bazı değişkenlere göre incelemişlerdir. Çalışmada 21. yüzyıl öğreten becerileri ölçeği kullanılmıştır. Çalışma sonunda öğretmenlerin 21. yüzyıl becerileri düzeylerinin yüksek olduğu ortaya konmuştur. Hizmet içi eğitim kurslarına katılan öğretmenlerin 21. yüzyıl becerileri düzeylerinin katılmayanlara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. İlkokulda görev yapan öğretmenlerin 21. yüzyıl beceri düzeylerinin ortaokul ve lisede görev yapan öğretmenlere göre daha yüksek olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Akman (2019), sekizinci sınıf öğrencilerinin TIMSS Fen sonuçlarının 21.yüzyıl beceri düzeylerini bazı değişkenler açısından incelemiştir. Araştırma verileri, demografik bilgi ölçeği, TIMSS 2015 sekizinci sınıf Fen bilimleri başarı testi ve 21. yüzyıl becerileri ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Araştırma sonucuna göre, öğrencilerin TIMSS Fen Bilimleri başarıları ile 21. yüzyıl becerileri arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir. Araştırmada öğrencilerin TIMSS Fen başarısının; aile eğitim düzeyi, evdeki kaynak materyal sayısı, kendine ait odası olması, bilgisayar, internet ve çalışma masasına sahip olması, eğitimden beklentisi, özel Fen dersi alması ve Fen Bilimleri ödevlerine ayırdığı süre ile ilişkisi incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. TIMSS Fen başarısının üzerinde cinsiyetin ve verilen Fen ödevlerinin sıklığının da etkisi olmadığı saptanmıştır.

Bal (2019), yaptığı çalışmada temel robotik kodlama eğitiminin ortaokul öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerine ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisinin araştırmıştır. Araştırma sonunda verilen temel robotik kodlama eğitiminin öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığı görülürken, bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerinde ise anlamlı bir fark yarattığı ortaya konmuştur.

Atasoy ve diğerleri (2018), yaptıkları çalışmada eğitsel robotik uygulamalarının öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmada “21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği” aracılığıyla veriler elde edilmiştir. Öğrenciler 7 hafta boyunca Arduino ile robotik tasarım dersleri görmüş ve dersler sonunda ürünler ortaya koymuşlardır. Çalışma sonunda, eğitsel robotik uygulamaların öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinden bilişsel ve duyuşsal alt boyutlarında anlamlı düzeyde bir artışa sebep olduğu saptanırken, sosyokültürel alt boyutunda anlamlı bir

artıya sebep olmadığını görülmüştür. Araştırmada cinsiyet değişkenine göre 21. yüzyıl becerilerinde anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Araştırma sonuçları, eğitsel robotik uygulamaların öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi için bir araç olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

2.6.2. Mühendislik

Boston Bilim Müzesi (Museum of Science) tarafından desteklenen “Engineering is Elementary” (EiE), projesi kapsamında Lachapelle ve diğerleri (2011), temel bilim öğretimini desteklemek için mühendislik ve teknoloji müfredat birimleri oluşturmaya odaklanan araştırmaya dayalı bir müfredat geliştirme projesi yürütmüşlerdir. Her bir EiE birimi, ilgili bir teknolojinin tasarımı ve geliştirilmesi yoluyla bilim içeriğini oluşturmak ve uygulamak için tasarlanmıştır. EiE'nin programının dört ana hedefi vardır: (a) ülke genelindeki öğrencilerin ve öğretmenlerin mühendislik, teknoloji ve mühendislik tasarım süreci hakkında ne bildiğini ve neye inandığını belirlemek; (b) sınıf gözlemleri yaparak ve öğretmenlerden gelen geri bildirimleri dâhil ederek EiE müfredatını geliştirmek; (c) EiE'nin uygulanmasını değerlendirmek için EiE, okullarda ve diğer çalışmalarda kullanılabilecek değerlendirme araçları geliştirmek; ve (d) İlkokul Mühendislik müfredatının öğrencilerin mühendislik, teknoloji ve ilgili bilim konularını anlamalarına katkı sağlaması ve bu alanlara yönelik tutumları ve ilgileri üzerindeki etkisini değerlendirmektir.

Her EiE birimi 2-3 yıllık titiz bir tasarım, test ve yeniden tasarım döngüsünden geçirildi. EiE birimi geliştirilmenin ilk yılında ("pilot" yıl), pilot öğretmenlerin yardımıyla EiE personeli tarafından Massachusetts'teki sınıflarda yeni birimler geliştirildi ve test edildi. EiE araştırma ve değerlendirme programının pilot yıl boyunca iki görevi vardı: yeni birimler için değerlendirmeler geliştirmek ve aynı birimlerin biçimlendirici değerlendirmesini yapmak. Biçimlendirici değerlendirme sürecinin bir parçası olarak, öğretmenler üniteleri ilk kez uygularken, EiE personelinin üyeleri sınıflarda yeni üniteleri gözlemlediler. Bu gözlemler, öğretmen ve öğrenci geri bildirimleriyle birlikte üniteleri ve değerlendirmeleri gözden geçirmek için kullanıldı. EiE ünitesi geliştirilmenin ikinci yılında (“saha testi” yılı), yeni üniteleri daha geniş bir sınıf yelpazesinde test etmeye ayrılmıştır. Beş eyaletin her birinde (EiE projesinin 6. yılında bunlar California, Colorado, Florida, Massachusetts ve Minnesota idi) on iki

öğretmen gözden geçirilmiş her üniteyi sınıflarında uyguladılar ve test ettiler. Bu alan testi öğretmenleri, üniteyi sınıflarında uygulamak için ihtiyaç duydukları materyallerle birlikte kendi eyaletlerinde mesleki gelişim atölyelerine katılarak ünitelerin nasıl uygulanacağı konusunda uygulamalı eğitim aldılar. Öğrencilerinin demografik bilgilerinin yanı sıra öğrencilerinden ön ve son değerlendirme verilerini topladılar, ham verileri analiz edilmek üzere EiE'ye gönderdiler. Alan testi öğretmenleri ayrıca geçmişleri, öğretim uygulamaları, Fen öğretim tarihleri ve öğrettikleri EiE ünite/ünitelerine ilişkin geri bildirimler hakkında bilgiler edinildi. Saha testi sonuçlarına göre her ünite tekrar yenilendi. EiE değerlendirme geliştirme süreci zaman içinde yenilenerek geliştirildi. Tüm EiE üniteleri dört derslik bir yapıya sahiptir. Birinci derste öğrenciler, mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir teknoloji yaratarak çözülebilecek bir problemle karşı karşıya kalan kurgusal bir çocuk karakterin yer aldığı bir hikâye okurlar. Hikâye, hedeflenen mühendislik alanını tanıtmaya hizmet eder ve aynı zamanda öğrencilerin ünite boyunca üstleneceklerine benzer bir meydan okuma sunar. İkinci derste uygulamalı etkinlikler, öğrencilerin ünitenin odağı olan mühendislik alanını daha geniş bir şekilde keşfetmelerini sağlar. Üçüncü derste öğrenciler, veri toplamalarına ve farklı materyalleri, süreçleri veya tasarım öğelerini keşfetmelerine olanak tanıyan kontrollü deneyler yaparlar. Son dördüncü derste ise öğrenciler gerçekleştirilen deneylerden elde edilen bilgileri kullanarak, tasarımlarını planlamak, oluşturmak, test etmek, değerlendirmek ve geliştirmek için mühendislik tasarım sürecini kullanırlar.

Araştırma sonunda öğretmen geri bildirim formlarından elde edilen sonuçlar, öğretmenlerin EiE ünitelerinin öğrencilerinin hem bilim hem de mühendislik içeriğini anlamalarına yardımcı olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Öğretmenler, öğrencilerinin üniteye özgü Fen ve mühendislik içeriğini öğrendiğini ve mühendisliği günlük yaşamda daha iyi tanıyabildiğini bildirmiştir. Öğrencilerinin bir mühendisin işi hakkında daha derin bir anlayış kazandığını kaydetmişlerdir. EiE'nin öğrencilerinin problem çözme, eleştirel düşünme ve iletişim becerilerinin arttığını, takım çalışması becerilerinin güçlendiğini, öğrencilerin üniteden keyif aldıkları ve ilgi duyduklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan uygulamalı etkinliklerin öğrenmeyi teşvik etmeye yardımcı olabileceğini düşündürmektedir. Öğretmenler, bir EiE müfredatının kullanımının, disiplinlerarası yapısından kaynaklı, diğer disiplin içeriklerinde

derinleştirme boyutuna zemin hazırladığını ifade etmişlerdir. Disiplinler arası bağları en üst düzeye çıkarma hedefinde EiE müfredatının başarılı olduğunu göstermektedir. Araştırma sonuçları, öğrencileri gerçekçi bir disiplin bağlamında meşgul eden bir öğrenme ortamı sağlamanın, öğretilen kavramların öğrenilmesini ve anlaşılmasını teşvik etmeye yardımcı olabileceği fikrini pekiştirmektedir.

Kırılmazkaya (2021), araştırmasında ortaokul öğrencilerinin STEM tutum düzeylerini ve mühendislik anlayışlarını, STEM tutum ölçeği ve görüşme formu kullanarak incelemiştir. Araştırmada nicel veriler için 148 ortaokul öğrencisi ile çalışılırken, nitel veriler için 20 öğrenci ile çalışılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin STEM eğitime yönelik olumlu tutum içinde oldukları belirtilmiştir. Bu tutumun düzeylerinin cinsiyete göre anlamlı bir fark olmadığı ortaya konmuştur. Nitel bulgulara göre öğrencilerin mühendis ve mühendislik hakkında kısmen yeterli düzeyde bilgi sahibi oldukları belirtilmiştir. Ancak STEM ölçeğinin boyutlarına bakıldığında Mühendislik Öğrenimi ve STEM arasındaki İlişki boyutu en düşük, Teknolojinin Öğrenimi ve Kullanımı boyutunun ise en yüksek ortalamaya sahip olduğu ortaya konmuştur. Bu durumun öğrencilerin mühendislik boyutunun tam olarak Fen bilgisi dersine entegre edilememesinden kaynaklandığı ileri sürülmüştür. Araştırmada, Teknolojinin Öğrenimi ve Kullanımı boyutunda erkek öğrenciler lehine anlamlı bir fark olduğu ortaya konmuştur.

James ve diğerleri (2020), birinci sınıf mühendislik öğrencilerinin mühendislik algılarını ve mühendislik hakkındaki görüşlerini tespit etmek adına nitel bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada 150 öğrenciye “Mühendislik nedir?” sorusu sorularak veri elde edilmeye çalışılmıştır. Ancak araştırmanın ön çalışmasında öğrencilerin verdikleri yanıtları eğitmenler ve araştırmacılar tarafından derinlik anlamında eksik bulunduğu için farklı bir yaklaşım izlemeye karar vermişlerdir. Mühendis Çiz Testinden (DAET) esinlenerek öğrencilerden “Mühendislik nedir?” sorusuna yanıt çizmelerini istenmiştir. Araştırma sonunda mühendisliğin, insanlar arasında etkileşim gerektiren işbirlikçi bir disiplin olduğu, mühendisliğin bir tasarım işi olduğu ve mühendisliğin bütünsel konuların yanında özellikle dünya problemlerini çözme odaklı bir disiplin olduğu algıları ön plana çıkmaktadır. Ayrıca öğrencilerin mühendisliği mühendislik disiplinleri açısından çok dar bir bakış açısıyla tanımladığı görülmüştür. Araştırmada, mühendislerin sahip olabileceği roller de ortaya konmuştur.

Capobianco ve diğerleri (2011), STEM eğitim standartlarını ve müfredatını belirlemek adına Mühendislik disiplinin temeli olarak gördükleri, öğrencilerin mühendis Fenomeni hakkındaki anlayışlarının ortaya konmasının gerekli olduğunu vurgulamışlardır. Bu amaçla araştırmalarında öğrencilerin mühendislerle ilgili algı ve kavramlarını ortaya koymak için “İlkokul öğrencilerinin mühendis kavramları nelerdir? Öğrencilerin kavramları sınıf düzeyine, cinsiyete ve topluluk ortamına göre nasıl değişebilir? Öğrencilerin mühendislik eğitime yönelik kavrayışlarının etkileri nelerdir?” soruları üzerinde durmuşlardır. Çalışma sonunda Öğrenciler mühendisi mekanik, işçi ve teknisyen olarak kavramsallaştırdıkları görülmüştür. Öğrencilerin kavramları mühendisin araçları, motorları ve aletleri tamir etmesini, inşa etmesini veya yapmasını ve kullanmasını gerektiriyordu. Öğrencilerin kavramları bazı istisnalar dışında, kentsel ve kırsal okullar arasında nispeten tutarlıydı. Kentli öğrenciler arasında işçi, kırsalda ise teknisyen daha yaygındı. Ayrıca birey çizen öğrencilerin yarısından fazlası mühendisi erkek olarak çizmiştir.

2.6.3. Lego Robot Çalışmaları

Ghosh ve diğerleri (2020) araştırmalarında LEGO EV3 robotların K-12 sınıflarında eğitimsel çıktılar-ürünler olarak kullanımını çeşitli vaka çalışmaları yoluyla analiz etmişlerdir. Araştırma sonunda robotların öğrencilerin yaratıcılıklarını tasarım, inşa ve programlama etkinliklerinde kullanmalarına izin vererek bilimsel sorgulamayı teşvik eden araçlar olarak hizmet ettiğini gözlemlenmiştir. Ayrıca, robotların kullanımı öğrencilerin mühendislik tasarım sürecine dahil olmalarına ve uzamsal akıl yürütme becerilerini geliştirmelerine olanak sağladığı ortaya konmuştur. Robot etkinliklerinin, öğrencilerin bir geometri etkinliği aracılığıyla orantı ve değişim hızı gibi soyut matematiksel kavramları anlamaları için bilişsel aracılık sağladığı saptanmıştır. Etkinlik sırasında robotun hareketi, öğrencilerin iki boyutlu uzay, konum ve yönlülük kavramlarını matematiksel temsilleriyle ilişkilendirmelerine yardımcı olmuş ve gerçekleştirebilecekleri akıl yürütme aralığını genişletmiştir. Ayrıca Robotik etkinlikleri öğrencilerde dil, iş birliği, sunum ve araştırma becerilerinin gelişimini de kolaylaştırdığı gözlemlenmiştir. LEGO robotlarının doğrusal denklemler sistemini grafiksel olarak çözmek için kullanılması, bazı öğrencilere doğrusal sistemlerin davranışını anlamak için doğrudan varyasyonlarla ön bilgilerine görsel olarak erişme ve bunları geliştirme fırsatı vermiştir.

LEGO robotlarının öğrencilerin öğrenmesini desteklemede oynayabileceği başlıca rolleri Ghosh ve ark. (2020) şu şekilde ifade etmişlerdir, “(i) öğrenciler arasında mühendislik tasarımını ve yaratıcılığı teşvik etmek; (ii) öğrencilerin bilgiyi alternatif yollarla görselleştirmesini sağlamak ve (iii) öğrencilerin STEM kavramlarıyla ilgili olarak başkalarıyla iletişim kurmalarını sağlamak. LEGO robotlarının öğrencilerin öğrenmesini desteklemek için teknolojik çıktı olarak kullanılmasında var olan bazı temel zorlukları da şu şekilde gözlemlemişlerdir: (i) bireysel öğrencilere rehberlik edecek yerleşik mekanizmaların eksikliği ve (ii) öğrenciler tarafından bağımsız olarak sorunsallaştırmayı destekleyememesi.

Budiyanto ve diğerleri (2020) “STEM’de Uygulamalı Öğrenme: Bir Öğrenme Stili Öncüsü Olarak Eğitimsel Robotiği Yeniden İnceleme” çalışmasında bir vaka incelemesi örneği sunmuşlardır. Araştırmada öğrencilerin davranış kalıplarının profilini çıkarmanın bir aracı olarak LEGO Mindstorm kullanmışlardır. Araştırmada öğrencilerin öğrenme stilleri modelini haritalamak için Kolb’un Öğrenme Stili aracını benimsenmiş ve öğrencilerin robotik STEM ortamında öğrenme deneyimini ele almıştır. Araştırma bulguları, farklı öğrenme stillerine sahip bireylerin psikometrik olarak sürece dâhil olurken bilişsel becerilerini nasıl yapılandırdıklarını detaylandırarak araştırmaya katkı sağlamıştır. STEM robotik etkinliklerine bakıldığında ise önceki deneyimlerin öğrencilerin bilgi üretme süreçlerine ve mantıksal düşünme becerilerine katkı sağladığı ortaya konmuştur.

Erdoğan (2019), araştırmasında LEGO, LEGO Mindstorms setlerini kullanarak, Robotik LEGO eğitiminin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının 21.yüzyıl becerileri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmasında durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonunda LEGO Mindstorms setlerinin kullanımının öğretmen adaylarının tasarım becerilerini ve teknoloji kullanma becerilerini geliştirdiği, motivasyonlarını artırdığı, yeni ürünler ürettikçe başarıya duygusuyla öğrencilerin kendilerine güvenlerini arttığını sonucuna ulaşılmıştır. Robotik LEGO Mindstorms etkinlikleri ile oluşturulan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerilerinden öğrenme ve yenilik becerileri alanından yaratıcılık, problem çözme, iletişim, iş birliği gibi becerileri olumlu etki ettiği gözlemlenmiştir.

Karagöz ve diğerleri (2018) ortaokul öğrencileriyle yaptıkları araştırmada robotik eğitiminin öğrencilerin hayal dünyalarına etkisini incelemişlerdir. Araştırmada

LEGO Mindstorms EV3 seti kullanılmıştır. Çalışma sonunda elde edilen sonuçlara göre robotik eğitiminin öğrencilerin teknoloji ve hayal kavramlarında gözle görülebilir bir artışa neden olduğu gözlemlenmiştir. Robotik kursunun öğrencilerin hayal etme güçlerinde geliştirici bir rol oynadığını ve teknoloji kavramlarında da olumlu bir etki yarattığı ortaya konmuştur.

2.6.4. Bilimsel Yaratıcılık

Bahadır ve Köse (2021), çalışmalarında Fen Bilimleri dersinde STEM eğitiminin, ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin, bilimsel yaratıcılıklarına ve öğrencilerin STEM mesleklerine ilgilerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmış ve verileri elde etmek için Bilimsel Yaratıcılık testi ve STEM Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonunda deney grubu öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık becerilerinin gelişiminde olumlu etkiye sahip olduğu ve STEM mesleklerine yönelik ilgilerinde önemli bir değişiklik sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Avcı ve Şahin (2019), çalışmalarında Lego Mindstorms projelerinin öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisini araştırmışlardır. Araştırmada nicel veriler için problem çözme envanteri ve bilimsel yaratıcılık testi, nitel veriler için öğretmen görüş anketi kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda araştırmaya katılan öğretmen adaylarının Lego Ev3 Education setlerini: yaratıcı, işlevsel, eğitimde uygulanabilir, gelişimsel ve bilgiyi uygulayabilir olarak tanımladıkları belirtilmiştir. Lego Ev3 education setleri ile yapılan projeler sonucunda öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarının geliştiği ortaya konmuştur.

Uğraş (2018), STEM etkinliklerinin; yedinci sınıf öğrencilerinin STEM tutumlarına, bilimsel yaratıcılıklarına ve motivasyon inançlarına olan etkilerini incelemiştir. Öğrencilerin STEM eğitime ilişkin görüşlerini belirlemek için, karma araştırma deseni kullanılmıştır. Nicel veriler için deneysel desenlerden ön test-son test tek gruplu deneysel desen; nitel veriler için durum çalışmasından yararlanılmıştır. Araştırma sonunda STEM etkinliklerinin araştırmaya katılan öğrencilerin STEM' e karşı tutumlarını ve bilimsel yaratıcılıklarını olumlu yönde geliştirdiği tespit edilmiştir. STEM etkinliklerinden sonra öğrencilerin motivasyonlarında olumlu bir değişim olduğu belirtilmiştir. Öğrencilerin STEM eğitimiyle ilgili olarak; öğretici,

eğlendirici, yaratıcılığı geliştiren ve motive edici olduğuna yönelik görüşleri olduğu saptanmıştır. Ayrıca öğrenciler STEM ile ilgili alanlarda çalışmak istedikleri yönelik görüşlerini ortaya koymuşlardır.

Çavaş ve diğerleri (2012), yaptıkları araştırmada robotik kulübünün öğrencilerin bilimsel süreç-bilimsel yaratıcılık becerileri ve robotlar, insan ve toplum üzerindeki algıları üzerindeki performanslarına etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonunda, Robotik kulübünün öğrencilerin bilimsel yaratıcılık ve bilimsel süreç becerilerini artırdığını ve robot, insan ve toplum algılarını olumlu yönde değiştirdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, araçların uygulanmasından ve algı arayışında bazı cinsiyet farklılıkları bulunmuştur. Baba mesleği öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeyleri ve bilimsel süreç becerileri ile ilişkilirken, anne mesleğinin bu beceriler üzerinde etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Lin ve diğerleri (2003) “Cognitive Acceleration through Science Education” (Fen Eğitimi Yoluyla Bilişsel Hızlandırma), (CASE) programının ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılığı üzerindeki etkisine ilişkin bir çalışma yürütmüşlerdir. İngiltere'deki altı kırsal okuldan 1087 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Bu okullardan üçü CASE programına katılmış ve üçü katılmamıştır. Her okuldan 7-11. sınıf öğrencilerinin örneklerine, bilimsel yaratıcılığın çeşitli yönlerini kullanmak için tasarlanmış bir araç olan Ortaokul Öğrencileri için Bilimsel Yaratıcılık Testi kullanılmıştır. Araştırma sonunda bilimsel yaratıcılığın farklı yönleri üzerindeki etkileri değişse de CASE programının ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılığının genel gelişimini desteklediğini göstermiştir. Araştırma sonuçları CASE'in akademik başarı üzerindeki etkileri ve bilimsel yaratıcılık üzerindeki etkilerinin hemen gözlemlenmediği ancak uzun sürede etkilerinin ortaya çıktığı eğiliminde olduğunu göstermiştir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın model, evren ve örneklemin özellikleri, araştırmada kullanılan deneysel desen, veri toplama araçları, araştırmada izlenen yol ve veri çözümleme teknikleri açıklanmıştır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Yapılan araştırmada gerçek deneme modellerinden “ön test- son test kontrol gruplu desen” kullanılmıştır. Bu desende ilk olarak seçkisiz atama ile iki grup belirlenmiştir. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilere ön-testler uygulanarak, bağımlı değişkenlerle ilgili ölçümler alınmıştır (Büyüköztürk ve ark., 2018). Uygulama sürecinde etkisi test edilen STEM etkinlikleri deney grubuna verilirken, kontrol grubuna verilmemiştir. Kontrol grubu, Fen öğretim programının öngördüğü etkinlikler ile normal ders sürecine devam etmiştir. Son olarak deney ve kontrol grubu öğrencilerine son testler uygulanarak, bağımlı değişkene ait ölçümler tekrar elde edilmiştir. Deney deseni Tablo 3.’te verilmektedir.

Tablo 3. *Deney Deseni*

Gruplar	Ön test	Uygulanan işlem	Son test
Deney Grubu	BMÇÖ 21.YBÖ BYÖ	STEM Temelli LEGO-Robot Etkinlikleri	BMÇÖ 21.YBÖ BYÖ
Kontrol Grubu	BMÇÖ 21.YBÖ BYÖ	MEB Müfredatına göre Fen Bilimleri ve Teknoloji Tasarım Ders Etkinlikleri	BMÇÖ 21.YBÖ BYÖ

BMÇÖ: Bir Mühendis Çiz Testi, 21.YBÖ: 21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği,

BYÖ: Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği

3.2. Evren ve Örneklem

Bu çalışmanın evrenini ilkökul 4. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise 2019-2020 öğretim yılında İzmir ili Bornova ilçesinde devlet okulda öğrenim görmekte olan 4. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.

Araştırmanın katılımcılarını belirleyebilmek için seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden biri olan kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin dağılımı Tablo 4’te verilmektedir.

Tablo 4. *Deneklerin Cinsiyete Göre Dağılımı*

Cinsiyet	Deney Grubu	Kontrol Grubu
Kızlar	14	13
Erkekler	14	14
Toplam	28	27

3.3. Veri Toplama Araçları

Yapılan araştırmada gerçek deneme modellerinden “ön test-son test kontrol gruplu desen” kullanılmıştır. Bu desende ilk olarak seçkisiz atama ile iki grup belirlenmiş daha sonra deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilere ön-testler uygulanarak, bağımlı değişkenlerle ilgili ölçümler alınmıştır (Büyüköztürk ve Ark.,2018). Uygulama sürecinde etkisi test edilen STEM etkinlikleri deney grubuna verilirken, kontrol grubuna verilmemiştir. Kontrol grubu, Fen öğretim programının öngördüğü etkinlikler ile normal ders sürecine devam etmiştir. Son olarak deney ve kontrol grubu öğrencilerine son testler uygulanarak, bağımlı değişkene ait ölçümler tekrar elde edilmiştir. Araştırmada nicel veri toplama aracı olarak “Çok Boyutlu 21. yy Becerileri Ölçeği ile Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği” kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin mühendislik algılarını ortaya koymayı amaçlayan “Bir Mühendis Çiz Testi” de ölçme aracı olarak kullanılmıştır. Ölçekler Ek.2’de verilmiştir.

3.3.1. Bir Mühendis Çiz Testi

Öğrenci çizimleri, bir konuyu ya da kavramı algılamalarındaki farklılıkları belirlemek için etkin bir ön ve son değerlendirme aracı olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda öğrencilerin mühendis hakkındaki algı, tutum ve yanlış anlamalarını değerlendirmek için de öğrenci çizimleri kullanılmaktadır (Ergün, 2018). Bu araştırmada da öğrencilerin mühendis algılarını belirlemek amacı ile veri toplama aracı olarak Fralick ve ark., (2009) tarafından geliştirilen, “Bir Mühendis Çiz” formu ve aynı araştırmacıların geliştirdiği çizim kontrol listesi kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin mühendislik çağrışımlarını incelemek ve mühendislik mesleğine olan yaklaşımları görmek için Bir Mühendis Çiz Testinin başına iki soru eklenmiştir. İlk olarak öğrencilerin mühendislik çağrışımlarını görmek için “Mühendis” denildiğinde aklınıza ne\ner geliyor? Yazınız.” sorusu sorulmuştur. İkinci olarak Mühendis olmayı hiç düşündünüz mü? (“evet” veya “hayır” cevabını daire içine alınız. Nedenini

açıklayınız)” sorusu yöneltilerek öğrencilerin mühendislik mesleğine ilişkin görüşleri alınmıştır.

3.3.2. 21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği

Çevik ve Şentürk (2019) tarafından Türkiye’de 21. yüzyıl becerilerini belirlemek amacıyla beş alt faktör ve 41 maddeden oluşan çok boyutlu bir ölçek geliştirilmiştir. Ölçek Likert tipi bir ölçektir. Ölçeğin ilk alt boyutu bilgi ve teknoloji okuryazarlığı becerilerini ölçen, ikinci alt boyutu eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini ölçen, üçüncü alt boyutu girişimcilik ve inovasyon becerilerini ölçen, dördüncü alt boyutu sosyal sorumluluk ve liderlik becerilerini ölçen ve beşinci alt boyutu kariyer bilincini ölçen maddelerden oluşmaktadır. Çevik ve Şentürk (2019) ölçeğin genel Cronbach’ın alfa güvenirlik puanını 0.86; birinci alt boyut için 0.84, ikinci alt boyut için 0.79, üçüncü alt boyut için 0.76, dördüncü alt boyut için 0.73 ve beşinci alt boyut için 0,75 olarak hesaplandığını ifade etmişlerdir.

Ölçeğin geçerlik güvenirliğin yapıldığı yaş aralığı araştırmanın çalışma grubundan farklı olması nedeniyle uzman görüşüne ihtiyaç duyulmuştur. Ölçeğin bu yaş grubunda kullanılmasına, amaca ne derece hizmet ettiği, anlaşılabilirliği ve uygulanabilirliğini kontrol etmek amacıyla alanda 5 uzman kişiden görüş alınarak çalışma grubunda kullanılmasına karar verilmiştir. 21. yy. Becerileri Ölçeğinin geniş ölçüm yelpazesi ve STEM gibi modern öğretim yaklaşımları sonucunda kazanılacak başarıları ölçme kabiliyeti düşünüldüğünde farklı ve önemli olduğu görülmektedir (Çevik ve Şentürk, 2019).

3.3.3. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği

Hu ve Adey (2002) tarafından, Bilimsel Yapı Yaratıcılık Modeli dikkate alınarak geliştirilmiş, yedi maddelik bir ölçektir (Akt. Tortop, 2018). Ayverdi ve ark. (2012) tarafından Türkçe ’ye uyarlanarak geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılmıştır. Testin Cronbach α güvenirlik katsayısı 0.861 olarak hesaplanmıştır (Ayverdi ve ark. 2012). Ölçekte; akıcılık, özgünlük ve esneklik ölçülerek, bir nesnenin bilimsel amaçlı kullanımı, bilimsel problemlere karşı duyarlılık, teknik bir ürünü iyileştirme, bilimsel hayal gücü, bilimsel problem çözme, yaratıcı deneysel yetenek ve yaratıcı bilimsel ürün tasarımı yeteneğini değerlendirilir (Filiz, 2013).

Ölçeğin ilk dört maddesinde akıcılık, esneklik ve özgünlük puanları ölçülerek sırasıyla bir nesnenin bilimsel amaçlı kullanımı, bilimsel problemlere karşı duyarlılık,

teknik bir ürünü iyileştirme ve bilimsel hayal gücü değerlendirilmiştir. Her sorunun akıcılık puanı hesaplanırken, o soruya öğrenciler tarafından verilen cevapların sayısına eşittir. Esneklik puanları hesaplanırken öğrencinin her soruya vermiş oldukları cevaplar kendi içinde ortak özelliklerine göre gruplanır ve grup sayısı, öğrencinin esneklik puanına eşit olacak şekilde hesaplanır. Özgünlük puanları, verilen cevapların ait oldukları grupların frekansına göre hesaplanır. Frekansı %5'ten düşük olanlar için 2 puan, %5 ile %10 arasında olanlar için 1 puan ve %10'dan büyük olanlar için de 0 puan verilmiştir.

Beşinci maddede esneklik ve özgünlük puanları ölçülerek bilimsel problem çözme yeteneği değerlendirilmiştir. Esneklik puanı, soruda kullanılan yöntem sayısına eşittir. Özgünlük puanı hesaplanırken cevapların frekanslarından faydalanılmıştır. Frekansı %5'ten düşük olan her bir cevap için 3 puan, frekansı %5 ile %10 arasında bulunan her bir cevap için 2 puan ve frekansı %10'dan büyük olan her bir cevap için de 1 puan verilmiştir.

Altıncı maddede esneklik ve özgünlük ölçülerek yaratıcı deneysel yetenek değerlendirilmiştir. Cevapta bulunması gereken alet, prensip ve işlemler için 3'er puan verilmiştir. Bu soruya bir cevap verilmişse esneklik puanı en fazla 9 olabilir. Özgünlük puanı ise verilen cevapların frekanslarından yola çıkılarak hesaplanır. Frekansı %5'ten düşük olan her bir cevap için 4 puan, frekansı %5 ile %10 arasında bulunan her bir cevap için 2 puan ve frekansı %10'dan büyük olan her bir cevap için de 0 puan verilmiştir. Birden fazla cevap verilmişse bu işlemlerin tamamı her bir cevap için ayrı ayrı tekrarlanıp toplam puan alınmıştır.

Yedinci maddede yaratıcı bilimsel ürün tasarımı yeteneği değerlendirilmiştir. Öğrencilerden bir elma toplama makinesinin görsel tasarımının istendiği soru için makinenin her bir işlevine 3 puan verilmiştir. Bu puanlara, genel izlenim temel alınarak en az 1, en fazla 5 olmak üzere özgünlük puanları da eklenmiştir.

Bilimsel Yaratıcılık Testinin puanlama sistemi Tablo 5'te verilmiştir (Hu ve Adey, 2002; Ayverdi ve ark., 2012).

Tablo 5. *Bilimsel Yaratıcılık Testinin Puanlama Sistemi*

Sorular	Akıcılık puanı	Esneklik puanı	Orijinallik puanı
Soru 1	Üretilen her bir cevap için 1 puan	Önerilen her değişik cevap için +1 Puan 1.Genel kullanım araçları 2.Cam çeşitleri 3.Fizik 4.Kimya 5.Biyoloji/sağlık/tıp 6.Teknoloji/cihaz	%5'ten daha az kişide rastlanan cevap için 2 puan, %5-%10 arası kişide rastlanan cevap için 1 puan, %10'dan fazla kişide rastlanan cevap için 0 puan
Soru 2	Üretilen her bir cevap için 1 puan	Önerilen her değişik cevap için +1 Puan 1.Gezen tarihi 2.Gezenin yapısı 3.Uzaylılar 4.Yararlanma 5.Yaşam yeri	%5'ten daha az kişide rastlanan cevap için 2 puan, %5-%10 arası kişide rastlanan cevap için 1 puan, %10'dan fazla kişide rastlanan cevap için 0 puan
Soru 3	Üretilen her bir cevap için 1 puan	Önerilen her değişik cevap için +1 Puan 1.Estetik 2.Güvenlik 3.Hız/işlevsellik 4.Konfor/rahatlık	%5'ten daha az kişide rastlanan cevap için 2 puan, %5-%10 arası kişide rastlanan cevap için 1 puan, %10'dan fazla kişide rastlanan cevap için 0 puan
Soru 4	Üretilen her bir cevap için 1 puan	Önerilen her değişik cevap için +1 Puan 1.Canlılar 2.Genel hayat ve fizik kanunları 3.Gezen ve doğa 4.İnsan ve hayatı 5.Sosyal yaşam 6.Ulaşım araçları ve icatlar	%5'ten daha az kişide rastlanan cevap için 2 puan, %5-%10 arası kişide rastlanan cevap için 1 puan, %10'dan fazla kişide rastlanan cevap için 0 puan
Soru 5	%5'ten daha az kişide rastlanan cevap için 3 puan, %5-%10 arası kişide rastlanan cevap için 2 puan, %10'dan fazla kişide rastlanan cevap için 1 puan (akıcılık ve orijinallik birleşimi)		

Tablo 5. Bilimsel Yaratıcılık Testinin Puanlama Sistemi (Devamı)

Sorular	Akıcılık Puanı / Esneklik Puanı	Orjinallik Puanı
Soru 6	Verilen her bir metot için en fazla 9 puan (aletler için3, prensip için3, prosedür için3 puan). Bir cevap iki mükemmel metodu öneriyorsa toplam 18 puan verilir.	%5'ten daha az kişide rastlanan cevap için 4 puan, %5-%10 arası kişide rastlanan cevap için 2 puan, %10'dan fazla kişide rastlanan cevap için 0 puan
Soru 7	Makinenin verilen her bir ayrı fonksiyonu için 3'er puan verilir.	Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 arasında bir puan verilir.

3.4. Verilerin Toplanması

Araştırmalarda araştırmacı bizzat kendi çalışma sahasına giden, çalışma grubuyla doğrudan temas kuran ve olup biten olayları yaşayan kişi rolünde olabilir (Karataş, 2015). Bu araştırmada yapılması planlanan etkinlikler için öncesinde araştırmacı rolünü belirlemek ve etkinlikleri kendisi uygulayabilmek için Lego-Robot ve kodlama eğitimi almış ve aynı merkezden etkinlikler için gerekli olan Lego, robot ve kodlama malzemelerini temin etmiştir. Bilimsel yaratıcılıkla ilgili planlanan etkinliklerin yapılması için COPI felsefe eğitimi ve yaratıcılık- üst düzey düşünme becerileri hakkında eğitimler almıştır. Ayrıca STEM etkinliklerinin yürütülmesinde fayda sağlayacağı düşünülen sempozyum, kongre ve konferanslarda çeşitli eğitim ve atölyelere katılarak araştırmacı kendini bu alanda geliştirmiştir.

Veri toplama sürecinde ise; İzmir ili Bornova ilçesinde bulunan bir devlet okulunda araştırmacı tarafından planlanan LEGO-Robot ve STEM etkinliklerin yer aldığı modüler eğitimler planlanmış ve uygulanmıştır. Bu eğitimler ilkokul 4. Sınıf Fen Bilimleri ve Teknoloji Tasarım ders kazanımlarıyla ilişkili olacak ve uygulamalar 12 hafta sürecek şekilde planlanmıştır. Bu etkinliklerde Çıt çıt elektrik devresi, mind designer, wedo 2, makey makey, bootley, ev3, kodlama treni, steam park gibi çeşitli eğitim araçları kullanmıştır. Bu eğitim araçlarını kullanırken çeşitli yazılım programlarına olan arduino, ev3 mindstorm, mind designer, scratch gibi programlar kullanılmıştır. Planlanan bu etkinlikler ve içerikleri haftalara göre başlıklar halinde aşağıda Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. *Ders Etkinlik Planı*

Haftalar	Etkinlik	Açıklama
1	Tanışma-Hazırlık etkinlikleri-Ölçek uygulama	Öğrencilere projenin tanıtılması. Malzeme kullanımı, envanter bilgisi ve iş güvenliği hakkında bilgilendirme yapılması. Bilimsel Yaratıcılık ve Çok boyutlu 21. yy. Becerileri Testinin uygulanması
2	Temel kodlama bilgisi- Ölçek uygulama	Bir Mühendis Çiz Testinin uygulanması. Temel kodlama eğitimine giriş yapılması.
3	Temel kodlama bilgisi ve etkinlikleri	Temel kodlama eğitimini verilmesi ve çeşitli kodlama çalışma kâğıtları ile etkinlikler yaptırılması. Code.org-minecraft sitesinden çeşitli oyunlar aracılığıyla öğrendiklerini pekiştirmesi
4	Hikaye ve COPİ sorgulama yöntemi	COPİ sorgulama yöntemi ile öğrencilerden yeni gezegende var olan problemleri belirlemelerinin istenmesi. Gezegendeki temel ihtiyaçlar ve nasıl giderileceğinin belirlenmesi. En temel ihtiyacımız olan içme suyu nereden ve nasıl elde ederiz?" araştırma ödevinin verilmesi.
5	Suyun yolculuğu modülü	Yeni gezegendeki en temel ihtiyacımız suyu nereden ve nasıl elde ederiz? Sorusuna beyin fırtınası ile cevap aranması. Araştırma süreci ve beyin fırtınası sonrasında öğrencilerin Legolarla ürünler tasarlanması
6	Bilimsel Proje Nedir? Bilimsel Araştırma Nasıl Yapılır?	"Bilimsel Proje ve Bilimsel Araştırma Nasıl Yapılır?" Sunum eşliğinde öğrencilere anlatılması. Suyun tarımda kullanımı konusunda bir araştırma ödevinin verilmesi.
7	Suyun Yolculuğu- Tarımda Kullanımı Modülü	"Yeni gezegendeki en temel ihtiyacımız beslenme için tarımda suyun kullanımı, suyu nereden ve nasıl elde ederiz?" sorusunun cevabıyla ilgili beyin fırtınası yapılması. Araştırma süreci ve sonrasında Legolarla ürünler tasarlanması.
8	Elektrik-Işık ve Aydınlatma Modülü	Elektrik konusunda bilimsel araştırma süreci gerçekleştirilmesinin sağlanması için Clementoni setleri ile elektrik devreleri oluşturulması.
9	Hayatımızı Kolaylaştıracak Elektrikli Araçlar Modülü	"Bu yeni gezegende hayatımızı kolaylaştırmak için nasıl elektrikli araçlara ihtiyacımız var?" sorusu ile Legolarla tasarlanması, kodlama ile hareket ettirilmesi. Mekanik becerileri gelişen öğrencilerin basit motorlar ve sensörler yardımı ile elektrikli ulaşım vb. araçlar yapması.
10	Sağlık Modülü	"Sağlık için temel olarak hangi elektrikli araçlara ihtiyacımız olabilir?" sorusu ile araştırma sürecinin tamamlanması ve sonrasında Legolarla ürünler tasarlanması. Legolarla rampa, yol ve kavşak yapılması.
11	Ulaşım Modülü	"Bu yeni gezegende ulaşımı kolaylaştırmak için nasıl araçlara ihtiyacımız var?" sorusu ile Legolarla tasarlama yapılması ve kodlama ile hareket ettirilmesi. Legolarla basit mekanik ulaşım araçlarının yapılması.
12		Değerlendirme
13		Son testlerin uygulanması

Deney grubu ile bu etkinlikler uygulanırken, kontrol grubu Fen öğretim programının öngördüğü etkinliklerle ders sürecine devam etmiştir. Tüm bu uygulamalar bittikten sonra deney grubuna ve kontrol grubuna son-testler uygulanmıştır. Son testler uygulandıktan sonra deney grubuyla gerçekleştirilen LEGO-Robot ve STEM etkinlikleri kontrol grubuna da uygulanmıştır.

3.5. Veri Çözümleme Teknikleri

Çalışmada ölçme araçlarından elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)23.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Analizler sonucunda manidarlık düzeyi .05 kabul edilmiştir. Araştırma kapsamında belirlenen alt problemleri çözümleyebilmek için kullanılacak testlerin belirlenmesinde normallik analizleri yapılmıştır. Grup büyüklüğü 50 kişiden az olduğu için Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2017). Shapiro-Wilk normal dağılım testinden elde edilen sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Çok Boyutlu 21. yy. Becerileri Ölçeği ve Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Shapiro Wilk Analiz Tablosu

	Shapiro Wilk		
	İstatistik	df	Anlamlılık
21.YBÖ	0.980	57	0.468
BYÖ	0.919	54	0.001

21.YBÖ: 21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği, BYÖ: Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği

Tablo 7’ye baktığımızda Çok Boyutlu 21. yy Becerileri Ölçeği test sonucunda P değeri 0,05’ten büyük çıktığı için normal dağılım olduğu tespit edilmiştir. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği için yapılan normallik testinde P değeri 0,05’ten küçük çıktığı için normal dağılmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada ölçekler uygulandıktan sonra toplanan verilerin analizinde SPSS paket programı kullanılmıştır. Ölçeklerden elde edilen verilerin analiz edilmesinde, betimsel istatistikler, t-testi ve korelasyon analiz teknikleri kullanılmıştır. Bir Mühendis Çiz Testi analizi için de Fralick ve ark., (2009) tarafından geliştirilen, çizim kontrol listesi kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin mühendislik çağrışımlarını incelemek ve mühendislik mesleğine olan yaklaşımları görmek için içerik analizi ve istatistiksel analiz yapılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. STEM Temelli LEGO-Robot Etkinliklerinin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Mühendislik Algılarına Etkisine Yönelik Bulgular

4.1.1. Mühendislik Çağrışımlarına İlişkin Bulgular

Öğrencilerin çağrışımlarını incelemek için sorulan “Mühendis” denildiğinde aklınıza ne\ner geliyor? Yazınız.” Sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin verdikleri yanıtlar aşağıda verilmiştir. Deney grubu öğrencilerin ön test mühendis çağrışımlarına bakıldığında en fazla inşaat, mimar-mimarlık, tarasım-bina tasarım ve bilgisayar mühendisi gibi kavramlar ifade edilmiştir. Öğrencilerin verdikleri diğer yanıtlar ise inşaat, mimar, tasarım, bina, kask(baret), bilgisayar mühendisi, inşaat mühendisi, apartman, çalışma, vinç, çizim, yetenek, yaratıcılık, yapı, teknoloji mühendisi, tarım, şirket, proje, plan, makine, kimya, kimya mühendisi, işçi, inşaatçı, gıda, gıda mühendisi, fabrika, eser, cisimler, bilgili, alet, yönetim, yorulmak, yol kat etmek, yeni araçlar, yaptığını bilen, yapım, villa, teknoloji, taş, tanker, tamir eden kişi, su borusu, site, sektör, sanat, resim, performans, onarım, ofis, müdür, mobilya, mermer, merdiven, kule, iş, iş yeri, iş sahibi, iş alanı, iş adamları, inşaat sektörleri, inşaat projesi, inşaat malzemeleri, inşaat çizimleri, inşaat alanı, insanlar, icat, havuz, farklı bir meslek türü, elektrik mühendisi, düşünce, demir, dayım, çizelge, cam sektörü, bilim, bileklik, beton, avukat, arkadaş, araba yapan kişi, altın kavramlarıdır.

Deney grubu öğrencilerin son test mühendis çağrışımlarına baktığımız da en çok ifade edilen; inşaat, bilgisayar, gıda mühendisi, inşaat mühendisi, bilgisayar mühendisi, tasarım, kavramları olduğu görülmüştür. Öğrencilerin verdiği diğer yanıtlar; çizim, elektrik, ev, teknoloji, yapı, bina, gıda, çalışma, kodlama, resim, ziraat mühendisi, besin, bilim, elektrik mühendisi, kâğıt, kimya mühendisi, plan, sağlık mühendisi, tablet, yapıt, yaratıcılık, ziraat, T cetveli, ajan, apartman, arabayla ülkeyi gezen, bilgi, bina yapımı, büyüteç, çekiç, çizim, dayım, denetlemek, diğer şehirlerden gerekli bilgileri alan, yollar, harita, havuz, icat eden kişi, insanlar, inşaat arabaları, iş elbisesi, iş makinesi, iş yeri, işçiler, kask, kepçe, kroki laboratuvar, lego, maaş, malzeme, mekân, mimarlık, mühendis araç ve gereçleri, mühendis haritası, onarım, sektör, site, tarım, telaş, telefon, tuğla, uğraş, uygulama, vinç, yapım, proje kavramlarıdır.

Deney grubu öğrencileri ön test ve son test verilerine baktığımızda birbirine yakın sonuçlar elde edilse de öğrencilerin son test çağrışımlarında mühendislik mesleğine ilişkin terimsel ifadeler ve kavramların daha fazla olması dikkat çekmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test yanıtlarına bakıldığında en çok ifade edilen; inşaat, ev, inşaat mühendisi, bilgisayar, bilgisayar mühendisi, çalışan kavramları olmuştur. Öğrencilerin verdiği diğer yanıtlar; elektrik mühendisi, işçi, matkap, araba, çekiç, kalem, proje, bina, cam, doktor mühendisi, dozer, elbise, hastane, insan, klima mühendisi, makine, makine mühendisi, moda, müdür, okul, tasarım, telefon, araba mühendisi, ayarlama, bilim, bilmiyorum, bisiklet mühendisi, cami, ceket, çeşme, çivi, çocuklar, defter, demir, dükkan, doktor, elektrik, elektronik mühendisi, etek, ev resmi çizen, evleri tasarlayan kişi, fabrika, güvenlik eşyası, hastalar, hemşire, iş, iş yapmak, kağıt, kapı, kaykay mühendisi, kıyafet mühendisi, kitap, malzemeler, masa, mermer, metal, metre, model, odun, ofis, okutmak, oyuncak bebek mühendisi, öğrenci, öğrenmek, öğretmek, öğretmen, para kazanmak, patron, resim, sanal eşyalar, sandalye, tahta, tahta mühendisi, tasarlayan, tornavida, tuğla, üstün çalışan, üstün zeka, yapı, yapı mühendisi, yardımsever, yemek, yorgunluk olarak tespit edilmiştir.

Kontrol grubu öğrencilerinin son test yanıtlarında en çok ifade edilen; inşaat mühendisi elektrik mühendisi, bilgisayar, inşaat, bilgisayar mühendisi, ev, çekiç, işçi kavramları olmuştur. Öğrencilerin verdiği diğer yanıtlar; cam mühendisi, doktor mühendisi, makine, makine mühendisi, çalışan, doktor, kaldırım, mobilya mühendisi, okul, proje, robot, robot mühendisi, tasarım mühendisi, teknoloji, vinç, zeki biri, alet çantası, araba, araba mühendisi, ayakkabı, barınak inşaat, beton, bilim insanı, binalar, bir işte çalışma, boya, cam, çalışma, çanta mühendisi, çivi, çizim, deney tüpü, doğal gaz, doğal gaz mühendisi, dolap mühendisi, eskici, elektrik, ev mühendisi, giyim mühendisi, gözlük mühendisi, internet, iş yeri, itfaiye, kağıt, kaldırım mühendisi, kalem, kamyon, kapı mühendisi, kaynak mühendisi, kimyasal maddeler, kuran kursu, meslek mühendisi, mobilyacı, moda mühendisi, oduncu mühendisi, otel, öğretmen, para, polis, resim, resim mühendisi, su, tamirci, teknoloji mühendisi, telefon, temizlikçi, tornavida, tuğla, uyumamak, uzay, vida, villa, zorluk olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin verdiği yanıtlar incelendiğinde ise ön test ve son test sonuçlarında bir farklılık gözlenmemiştir.

4.1.2. Mühendislik Mesleğine İlişkin Görüşler

“Mühendis olmayı hiç düşündünüz mü? Neden?” Sorusuna dair bulgular aşağıdaki gibidir;

Tablo 8. Mühendislik Mesleğine İlişkin Görüşler

		Evet (%)	Hayır (%)
Deney Grubu	Ön Test	50	50
	Son Test	50	50
Kontrol Grubu	Ön Test	29.63	70.37
	Son Test	37.04	62.96

Öğrencilerin verdiği yanıtlar incelendiğinde deney grubu öğrencilerinde bir fark tespit edilmemiştir. Kontrol grubu öğrencilerinde ise son testlerde evet diyenlerde bir artış olmuştur. Neden sorusunun yanıtları incelendiğinde ise hem deney grubunda hem de kontrol grubunda öğrencilerin benzer şekilde yanıtlar verdiği gözlemlenmiştir. Öğrencilerin çoğunun hayır cevabının nedeni olarak başka bir mesleği hayal etmesi, seçmesi ve karar vermesi yönündedir.

Tablo 9. Mühendislik Mesleğine İlişkin Cinsiyete Dayalı Görüşler

	Deney Grubu				Kontrol Grubu			
	Ön-Test		Son-Test		Ön-Test		Son-Test	
	Evet (%)	Hayır (%)	Evet (%)	Hayır (%)	Evet (%)	Hayır (%)	Evet (%)	Hayır (%)
Kız	28.6	71.4	35.7	64.3	30.8	69.2	30.8	69.2
Erkek	71.4	28.6	64.3	35.7	28.6	71.4	42.9	57.1

Tablo 9’da öğrencilerin mühendis olmayı düşünüp düşünmediklerine dair bulgular cinsiyet değişkenine göre yer verilmiştir. Tabloya göre deney grubu öğrencilerine bakıldığında mühendis olmayı düşünen kız sayısında bir artış tespit edilmiştir. Erkek öğrencilere bakıldığında ise mühendis olmayı düşünenlerin sayısında azalma olduğu görülmüştür. Kontrol grubu öğrencilerine baktığımızda ön test ve son test sonuçlarına baktığımızda kız öğrencilerinin yanıtları oranlarının aynı olduğu görülmektedir. Erkek öğrencilerin ise son test sonuçlarında mühendis olmayı düşünenlerin sayısının arttığı görülmektedir.

Neden sorusunun yanıtları incelendiğinde ise öğrencilerin bir kısmının bir yakınının veya bir tanıdığının mühendis olmasından dolayı evet ya da hayır yanıtı verdiklerini ifade etmişlerdir. Hayır diyenler tanıdıklarının çalışma koşullarının

zorluğunu gördüklerini dile getirmişlerdir. Evet diyenler de yapılan işleri ve ortaya çıkan ürünleri gördükleri için kendilerinin de hayallerini oluşturduklarını ifade etmişlerdir. Öğrenci yanıtları arasında mühendislik mesleğini bilmedikleri, zor olduğu, merak ettikleri, ilgi ve yeteneklerinin olduğu vb. yönünde nedenlerden dolayı da evet veya hayır yanıtları da yer almaktadır.

4.1.3. Öğrencilerin Mühendislik Algılarına İlişkin Bulgular

Mühendislikle ilgili algıya yönelik bulgular; “Öğrencilerin Mühendis Algılarına Yönelik Bulgular” ana başlığında “Öğrencilerin mühendis algılarında vurgu yaptıkları özellikler” ve “Öğrencilerin algılarındaki mühendis cinsiyetine yönelik bulgular” alt başlıklarında incelenmiştir. Ayrıca formda yer alan sorular da öğrencilerin verdikleri cevaplar doğrultusunda içerik analizi yoluyla incelenmiştir.

Tablo 10. Öğrencilerin Mühendis Algılarına Yönelik Bulgular

Mühendis Algıları	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön-test Doğru Algı (%)	Son-test Doğru Algı (%)	Ön-test Doğru Algı (%)	Son-test Doğru Algı (%)
Ev/bina yapan	64.3	46.4	59.3	77.8
Bilgisayarla uğraşan	21.4	21.4	14.8	11.1
Elektrikle uğraşan	-	-	7.4	-
Tasarım/uyarlama yapan	10.7	7.1	7.4	-
İnceleme/araştırma yapan	-	17.9	-	3.7
İcat yapan	-	-	-	-
Matematikle uğraşan	-	-	-	-
Uzayla ilgilenen	3.6	-	3.7	-
İlaç üreten	-	3.6	-	-
Ziraatla uğraşan	-	-	-	-
Genetikle uğraşan	-	-	-	-
Makine üreten	-	3.6	-	-
Çevreyle ilgilenen	-	-	-	-
İlgisiz cevap	-	-	7.4	7.4
Toplam (%)	100	100	100	100

Tablo 10' a baktığımızda deney grubu ve kontrol öğrencilerinin ön test-son test mühendis algılarına yönelik bulgulara yer verilmiştir. Tabloya göre deney grubu öğrencilerinin ön test mühendislik algılarına göre mühendis, ev/bina yapan, bilgisayarla uğraşan, tasarım/uyarlama yapan ve uzayla ilgilenen kişidir. Deney grubu öğrencilerinin son test mühendis algılarına yönelik bulgularına göre ise mühendis, ev/bina yapan, bilgisayarla uğraşan, tasarım/uyarlama yapan, inceleme/araştırma yapan, ilaç üreten ve makine üreten kişidir. Bulgulara baktığımızda deney grubu öğrencilerinin son testteki doğru mühendis algılarının çeşitliliği artmıştır. Bundan kaynaklı ön test son test arasındaki oranda düşüklük var gibi görünse de aslında bu oran diğer doğru algılara kaymıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test mühendis algılarına yönelik bulgularına göre mühendis, ev/bina yapan, bilgisayarla uğraşan, elektrikle uğraşan, tasarım/uyarlama yapan, uzayla ilgilenen kişidir. Ayrıca öğrencilerin bir kısmı da soru ile ilgisiz yanıtlar vermişlerdir. Son test mühendis algılarına yönelik bulgularına göre ise mühendis, ev/bina yapan, bilgisayarla uğraşan, inceleme/araştırma yapan kişidir. Yine ön teste olduğu gibi öğrencilerin bir kısmı da soru ile ilgisiz yanıtlar vermişlerdir. Oranlara baktığımızda ise ev ve bina yapan kişi yanıtı artarken, inceleme ve araştırma yapan kişi eklenmiş; elektrikle uğraşan, tasarım/uyarlama yapan ve uzayla ilgilenen kişi yanıtı da son testte belirtilmemiştir.

Tablo 11.Öğrencilerin Yanlış Mühendis Algılarına Yönelik Bulgular

Mühendis Algıları	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön-test Yanlış Algı (%)	Son-test Yanlış Algı (%)	Ön-test Yanlış Algı (%)	Son-test Yanlış Algı (%)
İnşaat işçiliği yapan	42.9	25.0	40.7	63.0
Tamircilik/tesisatçılık yapan	-	-	3.7	-
İş insanı	14.3	7.1	7.4	-
Kaldırım mühendisi	-	-	3.7	3.7
Yanlış algı yok	42.9	64.3	37.0	25.9
İlgisiz cevap	-	3.6	7.4	7.4
Toplam	100	100	100	100

Tablo11' e baktığımızda deney grubu ve kontrol öğrencilerinin ön test-son test yanlış mühendis algılarına yönelik bulgulara yer verilmiştir. Tabloya göre deney grubu öğrencileri ön test yanlış mühendislik algılarına göre mühendis, inşaat işçiliği yapan, iş insanı olan kişidir yanıtlarını vermişlerdir. Öğrencilerin son test yanlış mühendislik

algılarına baktığımızda ise inşaat işçiliği yapan kişi yanıtından anlamlı bir düşüş gözlenirken özellikle yanlış algı olmayan öğrenci yanıtlarında olumlu yönde bir artış tespit edilmiştir. Kontrol grubu öğrencileri ön test yanlış mühendislik algılarına göre mühendis; inşaat işçiliği yapan, iş insanı olan, tamircilik/tesisatçılık yapan ve kaldırım mühendisi olan kişidir yanıtlarını vermişlerdir. Kontrol grubu öğrencilerinin son test mühendislik yanlış algılarına baktığımızda inşaat işçiliği yapan yanlış algı yanıtında son testte bir artış tespit edilmiştir. Ayrıca yanlış algı olmayan öğrenci oranında da bir düşüş tespit edilmiştir.

4.1.4. Mühendis Özelliklerine İlişkin Bulgular

Tabloda öğrencilerin mühendis algılarında vurgu yaptıkları özelliklerle ilgili bulgulara yer verilmiştir.

Tablo 12. Öğrencilerin Mühendis Algılarında Vurgu Yaptıkları Özelliklerle İlgili Bulgular

Mühendislik Özellikleri	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön-test Mühendis Özellik Algısı (%)	Son-test Mühendis Özellik Algısı (%)	Ön-test Mühendis Özellik Algısı (%)	Son-test Mühendis Özellik Algısı (%)
Tasarımcılık	28.6	14.3	14.8	3.7
Araştırmacılık	10.7	28.6	11.1	18.5
İşbirlikli çalışma	21.4	17.9	33.3	44.4
Alan çeşitliliği	39.3	39.3	7.4	7.4
İlgisiz cevap	-	-	33.3	25.9
Toplam	100	100	100	100

Tablo 12' ye öğrencilerin mühendis algılarında vurgu yaptıkları özelliklerle ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tabloya göre deney grubu öğrencilerinin ön test son test mühendis özellik algısına baktığımızda öğrencilerin algılarından araştırmacılık özelliğinde bir artış gözlenmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test son test mühendis özellik algılarına baktığımızda ise araştırmacılık özelliğinde bir artış gözlenmiş ama özellikle iş birlikli çalışma özelliğinde daha büyük oranda bir artış görülmüştür. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin ön-son test sonuçlarında ilgisiz yanıt

gözlenmezken kontrol grubu öğrencilerinde de son test sonuçlarında ilgisiz yanıtlarında bir düşüş gözlenmiştir.

4.1.5. Mühendis Cinsiyetine İlişkin Bulguları

Öğrencilerin mühendis çizimlerindeki cinsiyet algılarına ilişkin bulgular deney ve kontrol grupları açısından incelenmiş ve bu bulgular Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 13. Öğrencilerin Algılarındaki Mühendis Cinsiyetine Yönelik Bulgular

Mühendis Çizimi	Deney Grubu				Kontrol Grubu			
	Ön-test(%)		Son-test(%)		Ön-test (%)		Son-test(%)	
	Kız	Erkek	Kız	Erkek	Kız	Erkek	Kız	Erkek
Kadın	57.1	-	35.7	-	61.5	-	46.2	-
Erkek	35.7	85.7	42.9	57.1	15.4	71.4	30.8	85.7
Cinsiyet Belirsiz	7.2	14.3	7.1	42.9	-	-	-	-
Hem Kadın Hem Erkek	-	-	-	-	15.4	28.6	15.3	14.3
Birey Çizimi Yok	-	-	14.3	-	-	-	-	-
Cevap Yok	-	-	-	-	7.7	-	7.7	-
TOPLAM	100	100	100	100	100	100	100	100

Tablo 13'e göre öğrencilerin çizimlerinde mühendis cinsiyet algılarına yönelik bulgulara yer verilmiştir. Deney grubu ön test sonuçlarına baktığımızda kız öğrencilerin mühendisi büyük oranda kadın mühendis olarak çizdiği görülmektedir. Son testlerde ise kız öğrenciler çizimlerinde erkek mühendis çizimi ve bireysiz çizimlerde bir artış gözlenmiştir. Erkek öğrencilerin çizimlerinde ise özellikle hiç kadın mühendis çizmemeleri dikkat çekmektedir. Son testlere baktığımızda ise yine kadın mühendis çizimi olmamasına rağmen cinsiyeti belirsiz mühendis çizimlerindeki artış dikkat çekmektedir.

Kontrol grubu kız öğrencilerinin ön testlerine baktığımızda çizimlerinde kadın, erkek hem kadın hem erkek mühendis yer almaktadır. Son testlerde ise erkek mühendis çiziminde bir artış gözlenirken kadın mühendis çizimde de bir düşüş tespit edilmiştir. Erkek öğrencilerin ön test ve son testlerine baktığımızda hiç kadın mühendis çiziminin

olmadığı görülmüştür. Deney grubundan farklı olarak erkek öğrencilerin çizimlerinde hem kadın hem erkek mühendis çizimleri dikkat çekmektedir.

4.2. STEM temelli LEGO-Robot Etkinliklerinin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin 21.yy. Becerilerine Etkisine Yönelik Bulgular

İki bağımsız grup arasında puan ortalamalarına göre farklılık olup olmadığı Bağımsız Örneklem t Testi ile bağımlı grupların puan ortalamaları arasında farklılık olup olmadığı Bağımlı Örneklem t Testi ile incelenmiştir.

Tablo 14. Deney ve kontrol grubunun ön test/ son test farklarının karşılaştırılması

Test	Grup	n	Ortalama Sıra	Anlamlılık
Ön Test	Deney	28	32.7	Z= -1.725
	Kontrol	27	25.1	p= .08
Son test	Deney	28	32.4	Z= -1.589
	Kontrol	27	25.5	p= .112

Tablo 14’te deney grubunun “Çok Boyutlu 21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği” ön test ortalama sırası 32.7 ve kontrol grubunun ön test ortalama sırası 25.1 olup iki grubun ön test ortalama sıraları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). Öğrencilerin son test puan sıra ortalamaları incelendiğinde deney grubunun “Çok Boyutlu 21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği” son test ortalama sırası 32.4 ve kontrol grubunun son test sıra ortalaması 25.5 olarak hesaplanmıştır. İki grubun son test puan ortalama sıraları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

Tablo 15. Çok boyutlu 21. yy becerileri ölçeğinin alt boyutlarının deney ve kontrol gruplarına göre puan ortalamalarının dağılımı

	Alt Boyutlar	Deney Grubu		Kontrol Grubu		t	p
		$\bar{X}$	ss	$\bar{X}$	ss		
Ön test	Bilgi ve Teknoloji Okuryazarlığı Becerileri	65.241	6.59	60.428	6.70	0.330	0.568
	Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Becerileri	20.965	4.08	22.357	4.62	1.376	0.246
	Girişimcilik ve İnovasyon Becerileri	43.000	6.08	39.571	5.50	0.595	0.444
	Sosyal Sorumluluk ve Liderlik Becerileri	15.310	2.55	15.178	2.22	0.091	0.765
	Kariyer Bilinci	26.448	3.36	26.500	2.84	0.102	0.751
	Toplam	174.34	17.86	167.42	15.99	1.538	0.13

Tablo 15. Çok boyutlu 21. yy becerileri ölçeğinin alt boyutlarının deney ve kontrol gruplarına göre puan ortalamalarının dağılımı (devamı)

Alt Boyutlar	Deney Grubu		Kontrol Grubu		t	p
	$\bar{X}$	ss	$\bar{X}$	ss		
Bilgi ve Teknoloji Okuryazarlığı Becerileri	63.551	7.84	61.142	5.98	4.100	0.048
Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Becerileri	22.896	5.00	22.357	5.01	0.176	0.677
Girişimcilik ve İnovasyon Becerileri	40.137	6.11	38.642	4.59	0.176	0.677
Sosyal Sorumluluk ve Liderlik Becerileri	15.310	2.55	15.178	2.22	1.438	0.236
Puanı						
Kariyer Bilinci	27.103	2.96	25.428	4.167	0.653	0.423
Toplam	168.79	19.50	162.39	14.82	1.391	0.17

Tablo 15'te Çok Boyutlu 21.yy. Beceri ölçeğinin alt boyutları gösterilmiştir. Her iki grupta da ölçek alt boyut puan ortalamaları arasındaki fark bağımsız örneklem t testi ile incelenmiş olup gruplar arası istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Sadece Bilgi ve Teknoloji Okuryazarlığı alt boyutunda deney grubu lehine anlamlı bir farka rastlanmıştır ($p<0.05$). Gruplar arası farka bakıldığında her iki çalışma grubunun Çok Boyutlu 21.yy. Becerilerine ilişkin ön test puanları açısından benzer olduğu bulunmuştur ($t=1.538$; $p=0.13$). Öğrencilerin 21.yy. becerilerine ilişkin son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($t=1.391$; $p=0.17$).

4.3. STEM Temelli LEGO-Robot Etkinliklerinin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisine Yönelik Bulgular

STEM temelli LEGO-Robot etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisini belirlemek üzere Wilcoxon-t testi uygulanmış ve Tablo 16'da bulgulara aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 16. *Bilimsel Yaratıcılık Testi Ön test-Son Test Karşılaştırmaları*

	Grup	N	Mean Rank	p	z
Ön Testler	Deney	28	36.79	0.000	4.183
	Kontrol	27	18.88		
Son Testler	Deney	28	40.60	0.000	5.896
	Kontrol	27	15.34		

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık puanlarına bakıldığında ön test ve son test puanlarında arasında hem ön test puanları hem de son test puanları açısından ($p < .05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmiştir.

Tablo 17. *Bilimsel Yaratıcılık Testi Toplam Puan T-Testi*

Gruplar		Toplam Puan			
		Ort	SS	p	z
Deney grubu	Ön-test	81.42	23.40	0.001	4.226
	Son-test	110.15	29.22		
Kontrol grubu	Ön-test	56.14	17.82	0.892	0.144
	Son-test	54.14	13.87		

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık puanlarına bakıldığında deney grubu ön test ve son test puan ortalanmaları için ilişkili örneklem Wilcoxon-t testinin p değeri 0.001 ($p < 0.05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak önemli fark gözlenmiştir. Kontrol grubu ön test ve son test puan ortalanmaları için ilişkili örneklem t testinin p değeri 0.892 ($p > 0.05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Tablo 18. *Bilimsel Yaratıcılık Testi Alışılmadık Kullanımlar Alt Boyut*

		1.Soru Alışılmadık Kullanımlar Alt Boyut			
		Ort	SS	p	z
Deney grubu	Ön-test	17.30	9.64	0.008	2.592
	Son-test	23.53	9.44		
Kontrol grubu	Ön-test	10.07	4.32	0.027	2.196
	Son-test	7.46	4.51		

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık testi alışılmadık kullanımlar alt boyut puanlarına bakıldığında deney grubu ön test ve son test puan ortalanmaları için ilişkili örneklem Wilcoxon -t testinin p değeri 0.008 ($p < 0.05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu ön test ve son test puan ortalanmaları için p değeri 0.027 ($p < 0.05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 19. *Bilimsel Yaratıcılık Testi Problemi Keşfetme Alt Boyutu*

		2. Soru Problemi Keşfetme Alt Boyutu			
		Ort	SS	p	z
Deney grubu	Ön-test	12.46	4.11	0.087	1.721
	Son-test	15.07	5.78		
Kontrol grubu	Ön-test	9.28	5.07	0.090	1.701
	Son-test	7.75	3.36		

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık testi problemi keşfetme alt boyut puanlarına bakıldığında deney grubu ön test ve son test puan ortalanmaları için ilişkili örneklem Wilcoxon -t testinin p değeri 0.087 ($p > 0.05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilememiştir. Kontrol grubu ön test ve son test puan ortalanmaları için p değeri 0.090 ($p > 0.05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilememiştir.

Tablo 20. *Bilimsel Yaratıcılık Testi Ürün Geliştirme Alt Boyutu*

		3. Soru Ürün Geliştirme Alt Boyutu			
		Ort	SS	p	z
Deney grubu	Ön-test	10.50	4.70	0.001	3.147
	Son-test	14.19	5.26		
Kontrol grubu	Ön-test	9.71	4.79	0.992	0.014
	Son-test	9.64	4.49		

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık testi ürün geliştirme alt boyut puanlarına bakıldığında deney grubu ön test ve son test puan ortalanmaları için ilişkili örneklem Wilcoxon -t testinin p değeri 0,001 ($p<0,05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu ön test ve son test puan ortalanmaları için p değeri 0.992 ($p>0.05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilememiştir.

Tablo 21. *Bilimsel Yaratıcılık Testi Bilimsel İmgelem Alt Boyutu*

		4. Soru Bilimsel İmgelem Alt Boyutu			
		Ort	SS	p	z
Deney grubu	Ön-test	8.61	3.57	0.169	1.391
	Son-test	10.19	4.94		
Kontrol grubu	Ön-test	5.60	2.80	0.584	0.565
	Son-test	5.28	3.10		

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık testi bilimsel imgelem alt boyut puanlarına bakıldığında deney grubu ön test ve son test puan ortalanmaları için ilişkili örneklem Wilcoxon-t testinin p değeri 0.169 ($p>0.05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilememiştir. Kontrol grubu ön test ve son test puan ortalanmaları için p değeri 0.584 ($p>0.05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilememiştir.

Tablo 22. *Bilimsel Yaratıcılık Testi Problem Çözümü Alt Boyutu*

		5. Soru Problem Çözümü Alt Boyutu			
		Ort	SS	p	z
Deney grubu	Ön-test	2.07	0.09	0.000	3.844
	Son-test	3.50	0.08		
Kontrol grubu	Ön-test	1.57	0.79	0.129	1.706
	Son-test	1.82	0.90		

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık testi problem çözümü alt boyut puanlarına bakıldığında deney grubu ön test ve son test puan ortalanmaları için ilişkili örneklem Wilcoxon-t testinin p değeri 0.000 ($p<0.05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu ön test ve son test puan ortalanmaları

için p değeri 0.129 ($p>0.05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilememiştir.

Tablo 23. Bilimsel Yaratıcılık Testi Fen Deneyi Alt Boyutu

		6. Soru Fen Deneyi Al Boyutu			
		Ort	SS	p	z
Deney grubu	Ön-test	16.53	9.76	0.000	3.611
	Son-test	27.96	13.40		
Kontrol grubu	Ön-test	10.35	7.71	0.009	2.566
	Son-test	13.57	6.87		

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık testi Fen deneyi alt boyut puanlarına bakıldığında deney grubu ön test ve son test puan ortalanmaları için ilişkili örneklem Wilcoxon-t testinin p değeri 0.000 ($p<0.05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu ön test ve son test puan ortalanmaları için p değeri 0.009 ($p<0.05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 24. Bilimsel Yaratıcılık Testi Ürün Tasarımı Alt Boyutu

		7. Soru Ürün Tasarımı Alt Boyutu			
		Ort	SS	p	z
Deney grubu	Ön-test	13.92	5.71	0.183	1.357
	Son-test	15.69	5.35		
Kontrol grubu	Ön-test	9.53	5.87	0.773	0.310
	Son-test	8.60	3.77		

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık testi ürün tasarımı alt boyut puanlarına bakıldığında deney grubu ön test ve son test puan ortalanmaları için ilişkili örneklem Wilcoxon-t testinin p değeri 0.183 ($p>0.05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilememiştir. Kontrol grubu ön test ve son test puan ortalanmaları için p değeri 0.773 ($p>0.05$) olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilememiştir.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırma kapsamında elde edilen bulgular kapsamında yorumlanan sonuçlara ve sonuçlar doğrultusunda geliştirilen önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmanın amacı STEM temelli LEGO-robot etkinliklerinin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin mühendislik algılarına ve 21.yy. becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin araştırmaktır. Bu amaçla araştırmacı tarafından Çok Boyutlu 21. Yy Becerileri Ölçeği, Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği ve Bir Mühendis Çiz Testi veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Ölçekler ön test olarak uygulanmış ve ardından deney grubu ile 13 hafta süren STEM temelli LEGO-robot etkinlikleri uygulanmıştır. Kontrol grubunda ise normal ders süreci devam etmiştir. Daha sonra ölçekler son test olarak her iki gruba da uygulanmıştır. Süreç sonunda hem deney hem de kontrol grubunda, gruplar arasındaki ve grup içindeki puanlarda farklılık oluşup oluşmadığına bakılmıştır.

Araştırmaya 2019-2020 öğretim yılında İzmir ili Bornova ilçesinde devlet okulda öğrenim görmekte olan 55 dördüncü sınıf öğrencisi katılmıştır. Bu öğrencilerin 14'ü kız 14'ü erkek olmak üzere 28 deney grubu, 13'ü kız 14'ü erkek olmak üzere 27 kontrol grubu öğrencilerini oluşturmaktadır. Araştırma verileri toplanırken Covid-19 sebebiyle hastalanan ve çalışmalara katılmayan ya da testlere katılamayan öğrencilerden dolayı veri kaybı da yaşanmıştır.

Araştırmaya ilişkin sonuçlar ve tartışma her bir alt problemler başlığı altında verilecektir.

5.1.1. STEM Temelli LEGO-Robot Etkinliklerinin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Mühendislik Algılarına Etkisine Yönelik Sonuç ve Tartışma

STEM temelli LEGO-robot etkinliklerinin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin Mühendislik algılarına etkisine yönelik bulguları “Öğrencilerin Mühendis Çağrışımlarına Yönelik Sonuçlar” ana başlığında “Öğrencilerin Mühendis Algılarında Vurgu Yaptıkları Özellikler” ve “Öğrencilerin Algılarındaki Mühendis Cinsiyetine Yönelik Sonuçlar” alt başlıklarında incelenmiştir.

5.1.1.1. Öğrencilerin Mühendis Çağrışımına-Algılarına Yönelik Sonuç ve Tartışma

Öğrencileri “Mühendis denilince aklınıza ne/neler gelmektedir. Yazınız” sorusunun bulgularına göre deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi mühendislik çağrışımına baktığımızda öğrencilerin mühendisi bina yapan, tasarlayan ve inşaat ile uğraşan, mimar ve bilgisayarla uğraşan kişi olarak tanımladıkları görülmüştür. Uygulama sonrasında ise öğrenciler mühendisi inşaat, bilgisayar, gıda mühendisi, inşaat mühendisi, bilgisayar mühendisi, tasarım-çizim yapan, elektrikle uğraşan, ev-yapı yapan, teknoloji, gibi daha teknik ve mühendislik kavramlarıyla ifade etmişlerdir.

Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi mühendis çağrışımına baktığımızda, öğrenciler mühendisi inşaatla uğraşan, ev yapan, bilgisayarla uğraşan ve çalışan olarak ifade ederken uygulama sonrasında inşaat-elektrik-bilgisayar mühendisi, çekiç ve işçi kavramlarıyla ifade ettikleri görülmüştür. Bu durum bize kontrol grubu öğrencilerinin mühendislik algılarında bir değişim gözlemlense de deney grubundaki öğrencilerde gözlemlenen değişimin daha teknik ve mühendislik kavramlarıyla ifade edildiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlara bakarak STEM temelli LEGO-Robot etkinliklerinin mühendislik çağrışımına üzerinde olumlu etkileri olduğu söylenebilir. Alan yazını incelediğimizde de çocukların, mühendisleri bina, köprü vb. inşa eden kişiler olarak tanımladıkları görülmektedir (Cunningham, Lachapelle ve Lindgren-Streicher, 2005; Lachapelle ve Cunningham, 2007; Capobianco, Diefes-Dux, Mena, ve Weller, 2011; Kırılmazkaya, 2021).

Öğrencilerin mühendislik algılarına bakıldığında deney ve kontrol grubu ön test sonuçlarına göre mühendis, en çok ev/bina yapan ve bilgisayarla uğraşan kişi olarak tanımlanmıştır. Son testlerde ise deney grubunda yine ev/bina yapan ve bilgisayarla uğraşan kişi olarak tanımlansa da öğrenci cevaplarının yüzdelere bakıldığında bu oran düşmüş ve diğer seçeneklere daha çok dağılmış olduğu görülmektedir. Kontrol grubu son testlere bakıldığında ise ev/bina yapan ve bilgisayarla uğraşan kişi olarak tanımlanmakla birlikte özellikle ev-bina yapan kişi yüzdesi oldukça artmıştır. Buradan da STEM temelli LEGO-robot etkinliklerinin öğrencilerin mühendislik algılarında olumlu anlamda etkilediği söylenebilir. Kırılmazkaya (2021) de yaptığı çalışmada benzer sonuçlar elde etmiştir. Öğrencilerin mühendisi tamirci, teknisyen olarak gördükleri söylenebilir.

Öğrencilerin yanlış mühendislik algılarına bakıldığında ise deney grubu öğrencileri ön test ve son test mühendislik algılarına göre mühendis, en çok inşaat işçiliği yapan kişi olarak tanımlanırken; daha sonra iş insanı olan kişi olarak tanımlanmıştır. Son testlerde bu algılar daha da düşük yüzdelere ulaşmıştır. Ayrıca yanlış algı olmayan öğrenci sayısı son test de daha da artmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test yanlış mühendislik algılarına bakıldığında ise sırasıyla inşaat işçiliği yapan kişi, tamircilik/tesisatçılık yapan, iş insanı olan kişi ve kaldırım mühendisi olarak tanımlanmıştır. Son testlere bakıldığında ise öğrencilerin inşaat işçiliği yapan kişi ve kaldırım mühendisi olarak tanımladıkları görülmektedir. Ayrıca yanlış algı olmayan öğrencilere bakıldığında ise son testlerde bu oran düşse de deney grubuna göre bu düşüşün daha az miktarda olduğu görülmektedir. Buradan da STEM temelli LEGO-robot etkinliklerinin öğrencilerin yanlış mühendislik algılarını olumlu anlamda etkilediği söylenebilir.

Araştırmanın bu sonucu, ilgili alan yazında benzerlik göstermektedir. Alan yazına bakıldığında öğrencilerin mühendisi en çok inşaat ve bilgisayar mühendisi olarak çizdiği tespit edilmiştir (Kırılmazkaya,2021; Bilen, İrkıçatal ve Ergin, 2014; Koyunlu Ünlü ve Dökme, 2017; Çil ve Özlen, 2019). Kırılmazkaya (2021), öğrencilerin mühendisi en çok inşaat ve bilgisayar mühendisi olarak belirtilmesinin sebebi olarak öğrencilerin çevrelerinden etkilenmelerinin bir sonucu olduğunu belirtmiştir.

5.1.1.2. Öğrencilerin Mühendis Algılarında Vurgu Yaptıkları Özelliklere İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Öğrencilerin mühendis algılarında vurgu yaptıkları özelliklerle bakıldığında deney grubu öğrencilerinin araştırmacılık alanında bir artış görülmüştür. Kontrol grubu öğrencilerinde ise araştırmacılık ve işbirlikli çalışma alanlarında artış gözlemlenmiştir. Yine kontrol grubunda işbirlikli çalışma alanı ön plana çıkmaktadır. Bu da Fen öğretim programlarımızın işbirlikli öğrenme üzerine kurulmasından kaynaklandığı söylenebilir. Deney grubu öğrencilerinde ise ön test puanlarında tasarımcılık daha yüksek çıkarken son test puanlarında araştırmacılık yüksek çıkmıştır. Bu da STEM temelli LEGO-robot etkinliklerinin öğrencilerde mühendisliği araştırmacı olarak algılamalarına etki ettiği söylenebilir.

5.1.1.3. Öğrencilerin Algılarındaki Mühendis Cinsiyetine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma

Öğrencilerin algılarındaki mühendis cinsiyetine yönelik ön test sonuçlara baktığımızda kız öğrencilerin daha çok kadın mühendis çizdikleri görülmektedir. Erkek öğrencilerin ise mühendisi daha çok erkek olarak çizerlerken bir kısmı da cinsiyetsiz mühendis çizmişlerdir. Son testlere baktığımızda ise kız öğrencilerin yine kadın mühendis çizmelerinin yanı sıra erkek mühendis de çizdikleri görülmektedir. Erkek öğrencilerin ise yine kadın mühendis çizmemelerine karşın cinsiyeti belirsiz çizimlerdeki büyük orandaki artış dikkat çekmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son testlerine bakıldığında ise yine kız öğrencilerin ön testlerde kadın mühendis çizim oranları daha yüksekken son testlerde bu oranın düşüp erkek çizimlerdeki artış dikkat çekmektedir. Erkek öğrencilerin çizimlerinde ise ön testlerde erkek mühendis çizim oranı yüksekken son testlerde bu oran daha da yükseldiği gözlenmektedir.

Kız öğrencilerin özellikle kadın mühendis çizimlerinin ön testlerde yüksek olmasının sebebi olarak öğrencilerinin sosyo-kültürel aile yapılarından kaynaklı olduğu varsayılabilir. Ailelerin eğitime önem vermeleri ve kız çocuklarını desteklemeleri onların da mühendis olarak kadın mühendisleri çizmelerine neden olmuş olabilir. Ayrıca deney grubu erkek öğrencilerinin çizimlerdeki cinsiyetsiz mühendislik çizimlerdeki artışın STEM temelli LEGO-robot etkinliklerinin cinsiyet üzerindeki olumlu etkileri olduğu söylenebilir. Alan yazında baktığımızda ise öğrencilerin daha çok mühendisi erkek bireyler olarak çizdikleri ve algıladıkları çalışmalar oldukça fazladır (Capobianco, Diefes-Dux, Mena ve Weller, 2011; Fralick, Kearn, Thompson ve Lyons 2009; Çakmak, Bilen ve Taner, 2019; Kırılmazkaya,2021).

Bu araştırmada ayrıca öğrencilere, “Mühendis olmayı hiç düşündünüz mü? Neden?” sorusu sorularak öğrencilerin mühendislik mesleği hakkındaki düşünceleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Deney grubu ön test sonuçlarına bakarsak kız öğrencilerin büyük çoğunluğu hayır derken erkek öğrencilerin büyük çoğunluğu evet cevabını vermişlerdir. Son testlere baktığımızda ise kız öğrencilerin yine büyük çoğunluğunun hayır demesine karşın evet diyenlerin oranı daha yükselmiştir. Erkek öğrenciler ise yine büyük çoğunluğu evet demişlerdir. Ancak evet diyen öğrencilerin oranında da

düşme olurken bunun nedeni olarak mühendislik mesleği hakkında bilgi sahibi olunduktan sonra fikir değişikliği olabileceği düşünülmektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak STEM temelli LEGO-robot etkinliklerinin öğrencilerin meslek algıları üzerindeki olumlu etkileri olduğu söylenebilir. Kontrol grubuna baktığımızda ise ön testler ve son testlerde kız öğrenciler adına bir değişiklik olmazken erkek öğrenciler son testlerde hayır cevabının oranı düşerken evet diyenlerin oranı yükselmiştir. Öğrencilere neden mühendis olmak istedikleri ya da istemedikleri sorulduğunda ise yanıtların genelinde bir yakının, bir akrabasının mühendis olmasından kaynaklı olduğu görülmüştür. Öğrencilerin yakınında olan birinin yaşadıklarına birebir şahit olmaları mühendislik mesleğine karşı bir ön yargı ve olumlu-olumsuz tutum geliştirmesine sebep olduğu söylenebilir.

5.1.2. STEM temelli LEGO-Robot Etkinliklerinin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin 21.yy. Becerilerine Etkisine Yönelik Sonuç ve Tartışma

STEM temelli LEGO-robot etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin 21.yy. becerilerine etkisine yönelik bulgular incelendiğinde; deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test puanları açısından benzer olduğu saptanmıştır. Öğrencilerin 21.yy. becerilerine ilişkin son test puanlarına bakıldığında ise deney ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak ölçeğin alt boyutları incelendiğinde; gruplar arası sadece “Bilgi ve Teknoloji Okuryazarlığı” alt boyutunda deney grubu lehine anlamlı bir farka rastlanmıştır. Deney grubunda “Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Becerileri” ve “Girişimcilik ve İnovasyon Becerileri” alt boyutlarında uygulama öncesi ve sonrası arasında anlamlı bir fark gözlenmiştir. Kontrol grubunda ise ölçeğe ait tüm alt boyut puan ortalamaları arasında istatistiksel fark bulunmamıştır.

Elmas ve Geban (2012) öğrencilere verilmek istenen 21.yy. becerilerinden olan bilgi ve teknoloji okuryazarlık becerileri üzerinde Web 2.0 araçlarının olumlu etkileri olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca bilgi ve teknoloji okur yazarlık becerileri gelişen öğrencilerin gelecek yaşamlarında aktif ve katılımcı bireyler olacaklarını da belirtmişlerdir. Bilgi toplumunun gelişimi ve Bilgi ve İletişim Teknolojisinin (BİT) yaygın olarak yayılması, istihdam edilmesi, eğitim ve öğretimde aktif olarak kullanılması ve topluma katılım için gerekli olan yeni dijital beceri ve yeterlilikleri öğrenmek ve edinmek için yeni fırsatlar doğurmaktadır (Punie,2007). Bu çalışmada da

LEGO eğitsel oyuncakları hareket ettirmek için kullanılan Web 2.0 araçlarının 21.yy. becerilerinden olan bilgi ve teknoloji okuryazarlık becerileri üzerinde olumlu etki ettiği gözlemlenmiştir.

Ayrıca Aktürk (2022), eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri gelişen öğrencilerin ileride meslek hayatlarında daha avantajlı olacaklarını ifade etmektedir. 21.yüzyılın sürekli değişen ve karmaşıklaşan iş hayatında başarılı olmak isteyen bireylerin artık bilgi sahibi olmaları yetmemektedir. Karşılaştıkları sorunlara, problemlere ve durumlara geniş bir bakış açısıyla bakabilmeleri ve toplumsal sorunların çözümleri için yaratıcı öneriler, projeler geliştirebilmeleri gereklilik haline gelmektedir. Bu da bireylerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini kazanmalarını önemli hale getirmektedir.

Kahraman (2021), yaptığı çalışma sonucunda girişimci genç bireylerin, erken yaşlarda girişimcilik ve inovasyon becerilerinin geliştirilmesi ve bilinçlendirilmesinin önemli olduğunu ifade etmiştir. Toplumların geleceklerinin temelini oluşturacak olan bu bireylerin girişimcilik ve inovasyon becerilerinin geliştirilmesi ve çeşitli girişimcilik faaliyetleri konusunda yüreklendirilmeleri yalnızca kendilerine değil aynı zamanda ülke ekonomisine katkı sağlayacağı ve dolaylı olarak toplumun ilerlemesine de katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Yapılan bu çalışmada, kullanılan LEGO robot etkinliklerinin STEM yöntemi ile öğrencileri verilmesi onların girişimcilik ve inovasyon becerilerinin gelişimine olumlu etki etmesi açısından önem arz etmektedir.

5.1.3. STEM Temelli LEGO-Robot Etkinliklerinin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma

STEM temelli LEGO-robot etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisine yönelik bulgular incelendiğinde; ön test ve son test puan arasındaki önemli bir fark gözlenmiştir. Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık puanlarına bakıldığında deney grubu ön test ve son test puan ortalanmaları arasında önemli fark gözlenmiştir. Kontrol grubu ön test ve son test puan ortalanmaları arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak STEM temelli LEGO-robot etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına olumlu anlamda etkilediği söylenebilir.

Deney grubu öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık testinin alt boyutlarına baktığımızda ise alışılmadık kullanımlar, ürün geliştirme, problem çözümü, Fen

deneyi alt boyutlarında anlamlı fark tespit edilirken kontrol grubu öğrencilerinin sadece alışılmadık kullanımlar, Fen deneyi alt boyutlarında anlamlı fark tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak MEB Fen bilimleri programının kontrol grubu öğrencilerinin bu becerilerini geliştirdiği ancak diğer bilimsel yaratıcılık becerilerinde etkisi olmadığı söylenebilir. Bu durumda deney grubu öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık becerilerinin gelişiminden yola çıkılarak STEM temelli LEGO-robot etkinliklerinin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına olumlu anlamda etkilediği çıkarımında bulunabiliriz.

Alan yazına baktığımızda bu sonucu destekleyecek çalışmalar olduğu görülmektedir. Demir (2021) yaptığı çalışma sonucunda Lego etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını olumlu yönde etkilediğini tespit etmiştir. Kurtuluş (2019) yaptığı STEM temelli Lego uygulamalarının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirdiğini ifade etmiştir. Bunun yanı sıra Fen dersine karşı motivasyonlarının ve akademik başarılarının arttığını ve problem çözme becerilerini geliştirdiğini de gözlemlemiştir. Çiftçi (2018) STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını arttırdığını ifade etmektedir.

Cantrell ve diğerleri (2006)'a göre mühendislik, Fen ve matematik bilgisini, yaratıcı ve yenilikçi çözümler tasarlamak için problem çözme teknikleriyle birleştirilmesi olarak yorumlamaktadırlar. Tüm öğrencilerin basit düzeyde de olsa mühendislik tasarım problemlerine maruz kalması Fen kavramlarını öğrenmek için güçlü ve başarılı bir yaklaşım sunmakla beraber, öğrencilerde analiz ve sentez gibi üst düzey düşünme becerilerini ve yaratıcılıklarını, bilimsel yaratıcılıklarını geliştirmelerine yardımcı olan deneyimler sunduğunu gözlemlediklerini ifade etmektedirler. Bu çalışmada da görülmektedir ki STEM temelli LEGO robot etkinlikleri öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını arttırmaktadır.

5.2. Öneriler

- Araştırma sonuçları öğrencilerin 4.sınıf düzeyinde STEM'e yönelik meslek algılarında bir değişikliğe yol açmadığını göstermiştir. Araştırmaya katılan öğrencilerin genel profiline bakıldığında, araştırma öncesinde mesleklerine karar verdiklerini ifade etmişlerdir. Buradan yola çıkarak özellikle STEM'e yönelik meslek seçimlerinde, öğrencilere erken yaşlarda STEM eğitimi verilmesinin etkili olacağı düşünülmektedir.

- Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin 21.yy. becerilerinin halen gelişime açık olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum göz önüne alınarak, ders planlarının ve etkinliklerinin düzenlenmesinde öğrencilerin özellikle gelişim dönemlerine uygun 21.yy. becerilerinin göz önüne alınması önerilmektedir.
- İlkokul ğretim programında ve ders içi uygulamalarda daha fazla STEM alanlarına, özellikle de mühendislik alanına yer verilmesi; sınıflarda STEM ile ilgili fiziki alanların oluşturulması ve yaygınlaştırılması önerilmektedir.
- Mühendislik mesleğine ilişkin öğrencilerin yanlış algılarının bulunduğu tespit edilmiştir. Bu konu ile ilkokul çağlarından itibaren öğrencilere daha fazla eğitimlerin verilerek, günümüzde önemini gün geçtikçe arttıran mühendislik mesleğinin daha yakından tanıtılması sağlanmalıdır. Özellikle farklı birimlerle (Türk Mühendis ve Mimar Odaları vb) iş birliği ile çeşitli projeler yürütülmesinin etkili olacağını düşünülmektedir.
- Öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirmek için önce yaratıcılıklarını geliştirebilecekleri zgr bir eğitim ortamı yaratmak gereklilik halini almıştır. Bunun için de ilkokul düzeyinde öğrencilerin düşüncelerini ve duygularını özgürce ifade edebileceği etkinliklerin tasarlanması gerekmektedir. Bu çalışmada bunun için COPI, ocuklar için felsefi sorgulama metodu kullanılmıştır. Bu ve buna benzer çalışmaların artırılması öğrencilerin yaratıcılıklarını ve bilimsel yaratıcılıklarını geliştirmelerine temel oluşturacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Abacı, B. (2020). Bütünleştirilmiş FeTeMM Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fetemm ile İlgili Tutum ve Özyeterliklerine Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir
- Ada, K. (2016). Beyin Temelli Öğrenme Kuramına Yönelik Tasarlanan Eğitim Ortamında 7. Sınıf Öğrencilerinin Uzamsal Becerilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize
- Adıgüzel, H. Ö. (1993). Oyun ve Yaratıcı Drama İlişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Akgündüz, D. (2018), Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada Stem Eğitimi (s.19,113, 169). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Akgündüz, D. (2018). Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi, “STEM Eğitiminin Kuramsal Çerçevesi ve Tarihsel Gelişimi” Anı Yayıncılık, Ankara.
- Akman, E. D. (2019). Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Tımsss Fen Sonuçlarının 21. Yy Beceri Düzeyleri ve Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Aktürk, M. (2022). Ortaöğretim son sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl beceri düzeylerinin incelenmesi, Dicle Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Akyol, B. E. (2020). Stem Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilgi İşlemsel, Eleştirel, Yaratıcı Düşünme ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri
- Alkan, C. (2011). Eğitim Teknolojisi. (s. 339). Ankara; Anı Yayıncılık.
- Ashraf, K. A. (2018). The Relationship Between Jordanian Students’ 21st Century Skills (Cs21) And Academic Achievement in Science. *Journal of Turkish Science Education*, 15(2), 82-94.
- Asunda, P. A. (2012). Standards For Technological Literacy And Stem Education Delivery Through Career And Technical Education Programs. *Journal of Technology Education*, 23(2), 44-60.
- Atasoy B., Yüksel A. O., Özdemir S., (2018), Eğitsel Robotik Uygulamaların 21.yy. Becerilerine Etkisi, Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Sempozyumu, İzmir, ss.335-336,

- Avcı, B., ve Şahin, F. (2019). Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerine ve Bilimsel Yaratıcılıklarına LEGO Mindstorm Projelerinin Etkisi. *Journal of Human Sciences*, 16(1), 216-230. doi:10.14687/jhs. v16i1.5658
- Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Özdemir, S., Akgündüz, D., Çorlu, M. S., ve Öner, T. (2015). STEM Eğitimi Türkiye Raporu: Günün Modası mı Yoksa Gereksinim mi? İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul
- Aydın, G., Saka, M., Guzey, S. (2018). 4-5-6- 7. ve 8. Sınıf Öğrencileri için Mühendislik Bilgi Düzeyi Ölçeği, *İlköğretim Online*; 17(2): 750-768. doi 10.17051/ilkonline.2018.419071
- Aygün, Ş. S., Atalay, N., Kılıç, Z., ve Yaşar, S. (2016). Öğretmen Adaylarına Yönelik 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlilik Algıları Ölçeğinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(40), 160-175. <http://dx.doi.org/10.9779/PUJE768>
- Köksal Akyol, A. (2002). Çocuklarda Oyun Gelişimi. *Çoluk Çocuk Dergisi*, Sayı: 13, Ankara, Kök Yayıncılık, s.26.
- Ayverdi, L., Asker, E., Özaydın, S., ve Sarıtaş, T. (2012). Determination of the Relationship between Elementary Students' Scientific Creativity and Academic Achievement in Science and Technology Courses. *İlköğretim Online*, 11(3);646-647
- Bahadır, E. B. G., ve Köse, E., Ö. (2021), Stem Eğitimlerinin Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılıklarına ve Stem Mesleklerine Olan İlgilerine Etkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 6(1), 12-30.
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz M. ve Emen, H., ve Gürer, F. (2018). 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı Kazanımlarındaki Değişimler ve Fen Teknoloji Matematik Mühendislik (Stem) Entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 702-735.
- Bal, N. (2019). Temel Robotik Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin 21. Yüzyıl Becerilerine ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.

- Baltabıyık, D. Y. (2019). STEM Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Kavramsal Anlama ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi. *Araştırma ve Deneyim Dergisi*, 6(1), 22-33
- Başar, S. (2018). Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Fende Matematiğin Kullanımına Yönelik Özyeterlik İnançları, 21. yy. Becerileri ve Aralarındaki İlişkinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- Bender, N. W. (2018). STEM Öğretimi İçin 20 Strateji. (Durmuş, S., İpek, A. S., Yıldız, B. Çev.) Ankara, Nobel Yayıncılık. (Orijinal çalışma 2014 yılında yayınlanmıştır.)
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2017). Bilimsel araştırma yöntemleri. Ankara, Pegem Yayıncılık.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *The Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W. (2010). What Is STEM Education? *Science*, 329, 996-996.doi: 10.1126/science.1194998
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A., and Velasquez-Bryant, N. (2006). The Effects of Engineering Modules of Student Learning in Middle School Science Classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(4), 301-309.
- Capobianco, B. M., Diefes-dux, H. A., Mena, I., ve Weller, J. (2011). What Is An Engineer? Implications of Elementary School Student Conceptions for Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 100(2), 304-328.
- Care, E., Griffin, P., ve McGaw, B. (2012). Assessment and teaching of 21st century skills. Springer.(s.17)
- Cavas, B., Kesercioglu, T., Holbrook, J., Rannikmae, M., Ozdogru, E., ve Gokler, F. (2012). The Effects of Robotics Club on The Students' Performance on Science Process and Scientific Creativity Skills and Perceptions on Robots, Human and Society. In Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics Integrating Robotics in School Curriculum (pp. 40-50).
- Cevik, M. ve Senturk C. (2019). Multidimensional 21th century skills scale: Validity and reliability study. *Cypriot Journal of Educational Sciences*. 14(1), 011-028.

- Ceylan, S. (2014). Ortaokul Fen Bilimleri Dersindeki Asitler ve Bazlar Konusunda Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FETEMM) Yaklaşımı ile Öğretim Tasarımı Hazırlanmasına Yönelik Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa
- Chair, J.L., (2011). National Research Council. Assessing 21st century skills: Summary of a workshop. The National Academies Press, Washington, D.C. (s.15)
- Chalkiadaki, A. (2018). A systematic literature review of 21st century skills and competencies in primary education. *International Journal of Instruction*, 11(3), 1-16.
- Chu, S. K. W., Tavares, N. J., Chu, D., Ho, S. Y., Chow, K., Siu, F. L. C., ve Wong, M. (2012). Developing upper primary students' 21st century skills: inquiry learning through collaborative teaching and Web 2.0 technology. Online Book
- 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, Doctoral Dissertation. Texas A&M University, Texas
- Corlu, M. S., Capraro, R. M., ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.
- Cunningham, C., Lachapelle, C. P., ve Lindgren-Streicher, A. (2005, June). Assessing elementary school students' conceptions of engineering and technology. In *2005 Annual Conference* (pp. 10-227).
- Cruz, M., ve Orange, E. (2016). 21st century skills in the teaching of foreign languages at primary and secondary schools. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 1-12.
- Çakmak, B., Bilen, K., ve Taner, M. S. (2019). Ortaokul Öğrencilerinin Mühendis ve Mühendislik Algıları. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(1), 32-43.
- Çepni, S., ve Ormancı, Ü. (2017). Geleceğin dünyası. İçinde: S. Çepni (Ed). Kuramdan Uygulamaya STEM eğitimi. 1-32. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Çukurbaşı, B., Konokman, G. Y., Güler, B., ve Kartal, S. E. (2018). LEGO Robotik Öğretim Uygulamalarının Kabulü Ölçeğinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve

- Güvenirlik Çalışmaları. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 191-214.
- Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. In J. Bellanca ve R. Brandt (Eds.), 21st century skills: Rethinking how students learn. Bloomington, IN: Solution Tree Press
- Dedetürk, A. (2018). 6. Sınıf Ses Konusunda Fetemm Yaklaşımı ile Öğretim Etkinliklerinin Geliştirilmesi, Uygulanması ve Başarıya Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Deniz, H., Yesilyurt, E., Newman, S. J., ve Kaya, E. (2020). Toward Defining Nature of Engineering in the Next Generation Science Standards Era. In Critical Questions in STEM Education (pp. 33-44). Springer.
- Diamond, J. M., & Schuerkens, U. (2011). Collapse. How Societies Choose to Fail or Succeed. *Anthropos: International Review of Anthropology and Linguistics*, 103(2), 587. s.86
- Drake, S. M., ve Burns, R. C. (2004). Meeting standards through integrated curriculum. ASCD. Erişim Tarihi: 09.05.2021
<https://books.google.com.tr/books>
- Duschl, R., Schweingruber, H., ve Shouse, A., (2007). Taking Science To School: Learning And Teaching Science In Grades K-8. The National Academies Press, Washington Dc.
- Eraslan, M., Şenol, A. K., Kılınç, A., Büyük, U., (2013) Üstün Zekalı Öğrencilerin Fen Öğretiminde Robot Teknolojisinin Kullanımına Yönelik Görüşleri. *Researcher*, 1(1), 24-39.
- Erbaş, Ç., ve Demirer, V. (2015). Eğitimde sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamaları. B. Akkoyunlu, A. İşman ve HF Odabaşı, Eğitim Teknolojileri Okumaları içinde, 131-148.
- Erdoğan, Ö. (2019). Robotik LEGO uygulamaların Fen bilgisi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkilerinin incelenmesi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Amasya Üniversitesi, Amasya.

- Erdoğmuş, F. U., ve Çağıltay, K. (2009). Türkiye’de Eğitim Teknolojileri Alanında Yapılan Master ve Doktora Tezlerinde Genel Eğilimler. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri. (s.389- 393)
- Ergün A., (2018). Ortaokul Öğrencilerinin Mühendis Algılarının Çizim Tekniğiyle Belirlenmesi, Uluslararası Bilim ve Eğitim Kongresi, 342.
- Fidan, U., ve Yalçın, Y. (2012). Robot Eğitim Seti LEGO Nxt. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1), 1-8.
- Filiz, F. (2013). Kimya dersleri için bilimsel yaratıcılık ölçeğinin geliştirilmesi ve genel yaratıcılık ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K., ve Bilge, C. (2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45(45), 38-55.
- Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K., ve Can, B. (2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45(45), 38-55.
- Griffin, P., Care, E., ve McGaw, B. (2012). The changing role of education and schools. In *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 1-15). Springer, Dordrecht.
- Guzey, S. S., Tank, K., Wang, H. H., Roehrig, G., ve Moore, T. (2014). A High-Quality Professional Development For Teachers Of Grades 3–6 For Implementing Engineering Into Classrooms. *School Science And Mathematics*, 114 (3), 139-149.
- Gülhan, F., ve Şahin, F. (2016). Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik Entegrasyonunun (Stem) 5. Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamalarına ve Mesleklerle İlgili Görüşlerine Etkisi. *Pegem Atıf İndeksi*, 283-302.
- Güntürkün, E. (2009). Yapı Oyuncaklarının Tarihsel ve Yapısal Gelişimi (LEGO Örneği ile), Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Endüstriyel Ürün Tasarımı Ana Sanat Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H., ve Kavak, N. (2016). Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi ile İlgili Öğretmen Görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(3), 807-830.
- Hacıoglu, Y., Yamak, H., ve Kavak, N. (2016). Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi ile İlgili Öğretmen Görüşleri/Teachers' Opinions Regarding

- Engineering Design Based Science Education. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(3), 807. doi: 10.14686/buefad. v5i3.5000195411
- <http://www.battelleforkids.org/networks/p21>, “Battelle for Kid.”, Partnership for 21st Century Learning (P21),2011, Erişim Tarihi: 29.09.2019
- <https://cty.jhu.edu/talent/docs/SpatialMore.pdf>, Erişim Tarihi: 29.09.2019
- James, M. B., Murzi, H., Forsyth, J., Virguez, L., ve Dickrell, P. L. (2020, June). Exploring Perceptions of Disciplines Using Arts-informed Methods. In 2020 ASEE Virtual Annual Conference Content Access.
- Kahraman, S. N. (2021). 21. Yüzyıl Becerileri Bağlamında Kız Çocuklarının Girişimcilik ve İnovasyon Becerilerinin İncelenmesi, Bursa Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Bursa
- Karabey, B. ve Yürümezoğlu, K. (2015), Yaratıcılık ve Üstün Yetenekliliğin Zekâ Kuramları Açısından Değerlendirilmesi, *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40; 86-106
- Karagöz, E., Oral, L. Ö., Ve Çavaş, B.,2019. Robotik Eğitiminin Öğrencilerin Zihinlerindeki Bilim ve Teknoloji Kavramlarına Etkisi. International Symposium On The Active Learning, Proceeding Book, 12. Adana
- Karakaş, T.,2016, Okul Öncesi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılıkları, Yüksek lisans tezi, Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir
- Karatas, F. O., Goktas, Y., ve Bodner, G. M. (2010, November). An argument about nature of engineering (NOE) and placing the NOE into engineering education curriculum. In Proceedings of Turkey’s Vision 2023 Conference Series: International Engineering Education Conference, Antalya, Turkey (pp. 4-6).
- Karataş, F. Ö., Bodner, G. M., ve Unal, S. (2016). First-year engineering students' views of the nature of engineering: implications for engineering programmes. *European Journal of Engineering Education*, 41(1), 1-22.
- Karataş, Z. (2015). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Manevi temelli sosyal hizmet araştırmaları dergisi, 1(1), 62-80.
- Kaverman, S. M. (2012), Conceptions of the nature of engineering held by graduate studentsin an interdisciplinary research training program, Purdue University, ProQuest Dissertations Publishing, 1535040.

- Türkoğuz, S., & Kayalar, A. (2021). Mobil-FeTeMM öğretim uygulamalarının öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreç becerilerine etkisi. *Asian Journal of Instruction*, 9(2), 34-54
- Kelley, T. (2010). Staking The Claim For The "T" In Stem. *Journal of Technology Studies*, 36 (1), 2-11.
- Kırılmazkaya, G. (2021). Ortaokul Öğrencilerinin Stem Eğitime Yönelik Tutumlarının ve Mühendislik Anlayışlarının İncelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(47), 193-216.
- Knight, M., Cunningham, C. M. (2004). Draw An Engineer Test (Daet): Development Of A Tool To Investigate Students' Ideas About Engineers And Engineering. Presented At The Asee Annual Conference ve Exposition, Salt Lake City, Ut.
- Köse, A. (2020). Stem eğitime ilişkin öğretmen ve öğrenci algıları: Maltepe İlçesi özel okulları örneği, Yüksek lisans tezi, Maltepe Üniversitesi, İstanbul
- Kurtuluş, M. A. (2019). STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına, motivasyonlarına ve tutumlarına etkisi (Master's thesis, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi).
- Küçük, S., ve Şişman, B. (2017). Birebir Robotik Öğretiminde Öğreticilerin Deneyimleri, *Elementary Education Online*, 16(1), 312-325.
- Lachapelle, C. P., & Cunningham, C. M. (2007, March). Engineering is elementary: Children's changing understandings of science and engineering. In ASEE Annual Conference & Exposition
- Lachapelle, C. P., Cunningham, C. M., Jocz, J., Kay, A. E., Phadnis, P., Wertheimer, J., ve Arteaga, R. (2011). Engineering is Elementary: An evaluation of years 4 through 6 field testing. Boston, MA: Museum of Science.
- Lin, C., Hu, W., Adey, P., ve Shen, J. (2003). The influence of CASE on scientific creativity. *Research in Science Education*, 33(2), 143-162.
- Mclurkin, J., Rykowski, J., John, M., Kaseman, Q., ve Lynch, A. J. (2013). Using Multi-Robot Systems For Engineering Education: Teaching And Outreach With Large Numbers Of An Advanced, Low-Cost Robot. *Ieee Transactions On Education*, 56(1), 24-33. doi: 10.1109/TE.2012.2222646

- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016). STEM Eğitim Raporu. http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf, (Erişim tarihi: 10 Şubat 2022).
- Nalbantoğlu, C. B. (2021). 2020 Küresel Beceriler Endeksinde 21. Yüzyıl Becerileri Değerlendirmesi. *Ulakbilge Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(56), 20-29.
- National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press.
- Noss, R. (2012, September). 21 st Century Learning for 21 st Century Skills: What Does It Mean, and How Do We Do It?. In European conference on technology enhanced learning (pp. 3-5). Springer,
- Novita, L. D., Sarkadi, S., ve Maksum, A. (2021). Group Investigation Learning in Developing 21st Century Skills of Elementary School Students. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 8(6), 268-278.
- Özçelik, A., ve Akgündüz, D. (2018). Üstün / Özel Yetenekli Öğrencilerle Yapılan Okul Dışı Stem Eğitiminin Değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334-351.
- Özsoy, N. (2017). STEM ve yaratıcı drama. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 633-644.
- Öztürk, D. (2020). İlkokul 4. Sınıf Fen Bilimleri Dersinde Stem Etkinliklerinin Akademik Başarıya Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Ordu
- P21 Framework Definitions (2012), <http://www.21stcenturyskills.org>, Erişim Tarihi: 12.05.2021
- P21 Network (2019), <https://www.battelleforkids.org/networks/p21>, erişim tarihi: 12.05.2021
- Partnership for 21st Century Skills (P21). Framework for 21st Century Learning. December 2009. Science Maps: <http://science.nsta.org/ps/Final21stCSkillsMapScience.pdf>
- Piirto, J. (2011). Creativity for 21st century skills. In Creativity for 21st Century Skills (pp. 1-12). SensePublishers.
- Punie, Y. (2007). Learning Spaces: an ICT-enabled model of future learning in the Knowledge-based Society. *European Journal of Education*, 42(2), 185-199.

- Putra, M. D., Wiyanto, W., ve Linuwih, S. (2020). The effect of discovery learning on 21st century skills for elementary school students. *Journal of Primary Education*, 9(2), 201-208.
- Rothenberg, A. (2014). Flight from wonder: An investigation of scientific creativity. Oxford University Press. (s.7-13)
- Samuel, A. E. (2006). Make and Test Projects in Engineering Design: Creativity, Engagement and Learning. Springer Science ve Business Media.
- San, İ. (1985). Sanat ve Yaratıcılık Eğitimi Olarak Tiyatro. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 18(01):99-112c
- Sanders, M. E. (2012). Integrative STEM education as “best practice”. Griffith Institute for Educational Research, Queensland, Australia.
- Sayın, Z., ve Seferoğlu, S. S. (2016). Yeni bir 21. yüzyıl becerisi olarak kodlama eğitimi ve kodlamanın eğitim politikalarına etkisi. Akademik Bilişim Konferansı, 3-5.
- Schwab, K., ve Samans, R. (2016). World economic forum: The future of jobs report. Retrieved January, 12, 2018.
- Sumardi, L., Rohman, A., ve Wahyudiati, D. (2020). Does the Teaching and Learning Process in Primary Schools Correspond to the Characteristics of the 21st Century Learning?. *International Journal of Instruction*, 13(3), 357-370.
- Sungur, K. (2013). Yöntem Olarak Mühendislik-Dizayna ve Ders Materyali Olarak LEGOlara Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bakış Açılarının, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri
- Şen, C. (2018). Mühendislik Tasarımı Odaklı Bütünleşik STEM Etkinliklerinde Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrencilerin Kullandığı Beceriler. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- Şişman, B., Küçük, S. (2018). Öğretmen Adaylarının Robotik Programlamada Akış, Kaygı ve Bilişsel Yük Seviyeleri. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 8(2), 125-156.
- Topalsan, A. K. (2018). Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli Fen öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 186-219.

- Topalsan, A. K. (2018). Sınıf Öğretmenliği Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretim Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 186-219.
- Tortop, H. S. (2018), Bilimsel Yaratıcılık Kuramları, Eğitimi, Değerlendirmesi, Teknikler ve Etkinlikler, Genç Bilge Yayıncılık, İstanbul.
- Trilling, B., ve Fadel, C. (2009). 21st Century Skills, Enhanced Edition: Learning for Life in Our Times. John Wiley ve Sons.
- Turna, Ö., ve Bolat, M. (2015). Eğitimde disiplinlerarası yaklaşımın kullanıldığı tezlerin analizi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(1), 35-55.
- Ugras, M. (2018). The Effects of STEM Activities on STEM Attitudes, Scientific Creativity and Motivation Beliefs of the Students and Their Views on STEM Education. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(5).
- Uyar,A. ve Çiçek, B. (2021). Farklı Branşlardaki Öğretmenlerin 21. Yüzyıl Becerileri. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (9), 1-11.
- Wang, H. H., (2012). A new era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration. Doctoral Thesis. Minnesota University, Minnesota.
- Yazıcıoğlu, Y, Erdoğan, S, Şanlı, H ve Sağdıçoğlu Celep, A. (2009). Ülkemizde ve Dünyada Teknoloji ve Tasarım Eğitimi. *Art-E Sanat Dergisi*, 1 (2), 1-23
- Yıldırım, A. (1996). Disiplinlerarası Öğretim Kavramı ve Programlar Açısından Doğurduğu Sonuçlar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(12).
- Yıldırım, B., ve Altun, Y. (2015). Stem Eğitim ve Mühendislik Uygulamalarının Fen Bilgisi Laboratuvar Dersindeki Etkilerinin İncelenmesi. *El-Cezeri Journal Of Science And Engineering*, 2(2).
- Yolcu, V., ve Demirer, V. (2017). Eğitimde Robotik Kullanımı ile İlgili Yapılan Çalışmalara Sistemik Bir Bakış. *Sdu International Journal of Educational Studies*, 4(2), 127-139.

EKLER

EK 1. ÖLÇEK İZİNLERİ

Sayın Mustafa Çevik Hocam,

Merhaba, Nasılsınız?

Ben Ebru Akdağ, Ege Üniversitesi Eğitim Fakültesi yüksek lisans öğrencisiyim. Sınıf eğitimi bölümünde Danışman hocam Doç. Dr. Pınar Çavaş ile birlikte bir tez çalışması üzerinde çalışıyorum. Eğer izniniz olursa yapacağımız çalışmada "*Çok Boyutlu 21.yy Becerileri Ölçeğinizi*" kullanmak istiyoruz.

Değerli zamanınızı ayırdığınız için çok teşekkür ediyorum.

Saygılarımla.

İyi Çalışmalar.

EBRU AKDAĞ



Mustafa Çevik

Alıcı: ben

04:58 (13 saat önce)



Merhaba hocam, Ölçeği bilimsel etik kuralları çerçevesinde kullanmanızda bir sakınca yoktur. İyi çalışmalar dilerim.

Sayın Leyla Ayverdi Hocam,

Merhaba, Nasılsınız?

Ben Ebru Akdağ, Ege Üniversitesi Eğitim Fakültesi yüksek lisans öğrencisiyim. Sınıf eğitimi bölümünde Danışman hocam Doç. Dr. Pınar Çavaş ile birlikte bir tez çalışması üzerinde çalışıyorum. Eğer izniniz olursa yapacağımız çalışmada Türkçe 'ye uyarlanmış olduğunuz "Bilimsel Yaratıcılık Testini" kullanmak istiyoruz.

Değerli zamanınızı ayırdığınız için çok teşekkür ederim.

Saygılarımla.

İyi Çalışmalar.

--

EBRU AKDAĞ



LEYLA AYVERDİ

Alıcı: ben

15:03 (8 saat önce)



Ölçeği ekte gönderiyorum, çalışmanızda kolaylıklar dilerim.

Dr. Leyla AYVERDİ

EK 2. ÇOK BOYUTLU 21. YÜZYIL BECERİLERİ ÖLÇEĞİ

Madde Numaraları	Ölçek Maddeleri	Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Fikrim Yok	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1	Öğrenmeye karşı meraklıyım.					
2	Yeni ve farklı fikirleri dinlemeyi severim.					
3	Mevcut bilgiler dışında yeni bilgiler edinmeye yönelik çaba gösteririm.					
4	Ülkemizde ve dünyada meydana gelen yenilikleri takip ederim.					
5	Dünyadaki değişim ve yeniliklere yönelik fikir sahibiyim.					
6	Çeşitli kaynakları takip ederek farklı bilgiler ve fikirler edinirim.					
7	Güvenilir kaynaklardan araştırma yaparak yeni bilgiler edinmeyi severim.					
8	Günlük hayatta ne tür bilgilere ihtiyaç duyduğumu fark ederim.					
9	İhtiyaç duyduğum bilgiye doğru kaynaklardan ulaşırım.					
10	Elde ettiğim bilgilerin doğruluğunu farklı kaynaklardan araştırırım.					
11	Edindiğim ve doğruluğuna emin olduğum bilgileri günlük hayatımda etkili bir şekilde kullanırım.					
12	Doğruluğuna emin olduğum bilgileri çevremdekilere aktarırım.					
13	Yazılı, işitsel ve görsel kaynakları düzenli takip ederim.					
14	TV programlarının öncesinde programın hangi kitleye hitap ettiğini belirten akıllı işaret sembollerinin anlamlarını bilirim.					

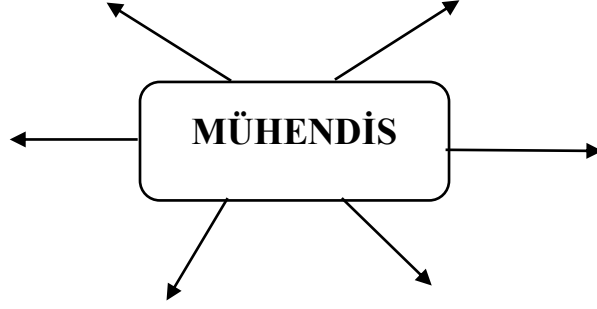
15	Teknolojide meydana gelen gelişmeleri yakından takip ederim.					
16	Bana anlatılan her bilginin doğru olduğuna inanırım.					
17	Benim gibi düşünmeyen kişilerle arkadaşlık yapmak istemem.					
18	Beni eleştiren insanlardan hoşlanmam.					
19	Okuduğum her bilginin doğru olduğunu kabul ederim.					
20	Öğrendiğim konular üzerinde hiç düşünmeden konuşurum.					
21	Karşılaştığım sorunlarla mücadele etmek yerine sorunu görmezden gelirim.					
22	Çalışmalarımı genellikle istekli, coşkulu ve enerjik bir şekilde sürdürürüm.					
23	Karşılaştığım olumsuz durumları fırsata dönüştürürüm.					
24	Zamanı iyi planlar ve yönetirim.					
25	Yaptığım çalışmalarda farklı ürünler ortaya koyarım.					
26	Karmaşık ve zor işlerle uğraşmayı severim.					
27	Yoğun bir merak duygusuyla her şeyi gözlemler ve incelerim.					
28	İnsanların hayatını kolaylaştıracak yöntem ve teknikler üzerine düşünürüm.					
29	Alışılmışın dışında, yeni ve yararlı fikirleri üretir ve uygulayım.					
30	Gelecekte dünyada ortaya çıkabilecek ihtiyaçlar hakkında düşünür ve buna yönelik araştırmalar yaparım.					
31	Geliştirdiğim ürünleri çevremdekilere rahatlıkla sunarım.					
32	Farklı kültürlerden insanlarla iletişim kurmaya çalışırım.					
33	Grup çalışmalarında genellikle grubun lideri olarak görev yaparım.					

34	Kendimle birlikte çevremdeki kişilerin yeteneklerini geliştirmelerini katkıda bulunurum.					
35	Grup çalışmalarının zaman kaybı olduğunu düşünürüm.					
36	Bana verilen görevi başarıyla yerine getirmek için gayret gösteririm.					
37	Gelecekte sahip olmak istediğim mesleğe ilişkin bir kararım vardır.					
38	Mesleklerin özelliklerini araştırarak kendime en uygun mesleği belirlemeye çalışırım.					
39	Gelecekte yapacağım meslekte başarılı olmayı isterim.					
40	Hayatımın bu evresinde aldığım kararların, geleceğime yöne vereceğinin farkındayım					
41	Kişisel gelişimime ve gelecekteki kariyerime katkı sağlayacak fırsatları değerlendiririm. (staj, kurs, kongre, seminer, eğitim vb.)					

EK 3. BİR MÜHENDİS ÇİZ ÖLÇEĞİ

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. “Mühendis” denildiğinde aklınıza ne\ner geliyor? Yazınız.



2. Mühendis olmayı hiç düşündünüz mü?

(“evet” veya “hayır” cevabını daire içine alınız. Nedenini açıklayınız)

Evet \ Hayır. Çünkü

3. Aşağıya iş yerinde çalışmakta olan bir mühendisin resmini çizin.

Mühendis çizerken çalıştığı ortamı ve hangi malzemeleri kullandığını da çizmeyi unutmayınız.

4. Çizdiğiniz resmi birkaç kelimeyle anlatınız.

EK 4. BİLİMSEL YARATICILIK TESTİ

Bugün size çok önemli bir yeteneğinizi göstermek istiyoruz: Bilimsel yaratıcılık. Yedi farklı göreve sahipsiniz. Her bir görev farklı bilimsel becerileri araştırıyor, size en iyi olduğunuz alanda öne çıkma fırsatı veriyor. Bu görevler size problem çözmek, yeni fikirler keşfetmek, yaratıcılığınızı kullanmak için imkân sağlayacak. Lütfen, bu görevleri 40 dakikada bitirmeye çalışın. Eğer görevler hakkında sorularınız varsa, lütfen elinizi kaldırın ve sorun. Başlamadan önce sınıfınızı, adınızı ve bugünün tarihini yazın.

Görev 1: Lütfen, bir cam parçası için mümkün olduğunca çok bilimsel kullanım alanı yazın. *Örneğin deney tüpü yapmada vs.*

Görev 2: Uzayda yolculuk yapmak ve bir gezegene gidebilmek için bir uzay gemisi alabilmeniz, hangi bilimsel soruları araştırmak istersiniz? Lütfen yazabildiğiniz kadar çok soru yazın. *Örneğin gezegende yaşayan canlı var mıdır?*

Görev 3: Sıradan bir bisikleti daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel hale getirmek için mümkün olduğunca çok sayıda yenilik düşünün. *Örneğin lastiklere yansıtıcı (reflektör) yapın, böylece karanlıkta görülebilirler.*

Görev 4: Yerçekimi olmadığını varsayarak Dünya'nın nasıl olacağını tarif ediniz. *Örneğin, insanlar havada askıda kalabilirlerdi.*

Görev 5: Mümkün olduğunca çok yöntem kullanarak bir kareyi dört eşit parçaya bölün. Cevabınızı kâğıt üzerine çizerek gösterin.

Görev 6: İki çeşit peçete var. Hangisinin daha iyi olduğunu nasıl test edebilirsiniz? Lütfen mümkün olduğunca çok sayıda yöntem, araç, ilke ve basit işlem yazınız.

Görev 7: Lütfen bir elma toplama makinesi tasarlayınız. Resmini çizerek, her bir parçasının adını ve işlevini okla göstererek b