T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

STEM (FeTeMM) YAKLAŞIMINDA ROBOTİK UYGULAMALARIN (ARDUİNO) KULLANIMINA YÖNELİK FEN ÖĞRETMEN EĞİTİMİ

Ali ALAYLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Eylem BAYIR

EDİRNE-2021

Ali ALAYLI'NIN hazırladığı "**STEM (FeTeMM) Yaklaşımında Robotik Uygulamaların (Arduino) Kullanımına Yönelik Fen Öğretmen Eğitimi**" başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi** Anabilim Dalında bir **Yüksek lisans tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Prof. Dr. Eylem BAYIR	**……**
Doç. Dr. Hüsnüye DURMAZ	**……**
Prof. Dr. Yılmaz ÇAKICI	**……**

Tez Savunma Tarihi: 27 / 07 / 2021

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Prof. Dr. Eylem BAYIR
Tez Danışmanı **……**

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Hüseyin Rıza Ferhat KARABULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

27 / 07 / 2021
Ali ALAYLI
İmza

Yüksek Lisans Tezi

STEM (FeTeMM) Yaklaşımında Robotik Uygulamaların (Arduino) Kullanımına Yönelik Fen Öğretmen Eğitimi

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

ÖZET

STEM (FeTeMM) yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanımına yönelik fen öğretmen eğitimi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına, STEM farkındalıklarına ve arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterliliklerine etkisinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma 2018-2019 eğitim öğretim yılı içerisinde, Türkiye'nin kuzeybatı bölgesinde yer alan bir devlet üniversitenin eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği son sınıf öğrencilerinden, gönüllü 31 öğretmen adayının katılımı ile yürütülmüştür. Çalışmada zayıf deneysel araştırma modellerinden tek grup öntest–sontest modeli kullanılmıştır. Bu kapsamda öğretmen adaylarına 5 haftalık haftada 5 saatlik uygulamalı bir eğitim verilmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği, FeTeMM Farkındalık Ölçeği ve Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Ölçeği kullanılmış olup ölçekler öntest ve sontest olarak uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, fen bilimleri öğretmen adaylarının ölçeğin tamamına/toplamına yönelik bilimsel yaratıcılıklarında ve bilimsel yaratıcılığın akıcılık ve esneklik alt boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenmezken orijinallik alt boyutunda anlamlı bir artış görülmüştür. Öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıkları değerlendirildiğinde ise anlamlı bir gelişme oluşmadığı sonucuna varılmıştır. Arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterlikleri incelendiğinde sontest lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Uygulanan eğitim programının öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına orijinallik alt boyutunda ve arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterliklerine katkı sağladığı sonucuna varılmıştır. Öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıkları öntestlerde oldukça yüksek bulunmuş olup

yürütülen eğitimin farkındalığın gelişimine bir katkı sağlamadığı tespit edilmiştir. Bulunan sonuçlar bazı açılardan alanyazın ile örtüşürken, bazı yönlerden farklılık göstermektedir.

Yıl **:** 2021

Sayfa Sayısı **:** 125

Anahtar Kelimeler **:** STEM, FeTeMM, Fen Eğitimi, Öğretmen Eğitimi, Robotik, Arduino, Kodlama, Mikroişlemci

Master Thesis

Science Teacher Education intended for using of Robotic Applications in STEM Approach

Trakya University Institute of Natural Sciences

Department of Mathematics and Science Education

ABSTRACT

It was conducted to examine the effects of participation in science teacher training for the use of robotic applications (arduino) in STEM (FeTeMM) approach on the scientific creativity, STEM awareness and self-efficacy of arduino supported project-based teaching. The study was carried out in the 2018-2019 academic year with the participation of 31 volunteer pre-service teachers from the science teaching department of the faculty of education of a state university located in the northwest of Turkey. In the study, one group pretest-posttest model, one of the weak experimental research models, was used. In this context, a five-week, 5-hour practical training was given to prospective teachers. Scientific Creativity Scale, STEM Awareness Scale and Arduino Supported Project-Based Teaching Self-Efficacy Scale were used as measurement tools in the study, and the scales were applied as pretest and posttest. According to the findings, no significant improvement was observed in the scientific creativity of science teacher candidates and in the fluency and flexibility sub-dimensions of scientific creativity, while a significant increase was observed in the originality sub-dimension. When the STEM awareness of teacher candidates was evaluated, it was concluded that there was no significant development. When the self-efficacy of Arduino supported project-based teaching was examined, a significant difference was found in favor of the posttest. It was concluded that the applied training program contributed to the scientific creativity of the pre-service teachers in the dimension of originality and their self-efficacy regarding arduino supported project-based teaching. STEM awareness of teacher candidates was found to be quite high in the pretests, and it was determined that the training provided did

not contribute to the development of awareness. While the results found overlap with the literature in some respects, they differ in some respects.

Year **:** 2021

Number of Pages **:** 125

Keywords **:** STEM, FeTeMM, Science Education, Teacher Education, Robotics, Arduino, Coding, Microprocessor

TEŞEKKÜR

Saygıdeğer danışmanım ve hocam **Prof. Dr. Eylem BAYIR'A** bana inanıp, beni yüreklendirip, tekrardan canlanmama sebep olduğu; meslek hayatımın zirvesinde içine düştüğüm tükenmişlikten kurtulup, yeniden öğrenmenin ve öğretmenin zevkini hatırlattığı, kendimi yeni mezun bir öğretmen gibi dinamik ve aktif hissetmeme sebep olduğu, sabırla beni desteklemeye devam ettiği ve her an yanında olduğunu hissettirdiği için, bilimle iç içe olmanın zevkini tattırdığı ve burada sayamadığım daha nice kazandırdıkları için teşekkürleri sunarım.

Tezimin uygulamalarında bana destek olan ve gerekirse de her konuda destek olacağını hissettiren Saygıdeğer Hocam **Dr. Öğr. Üyesi Hasan ÖZYILDIRIM'A** teşekkürlerimi sunarım.

Derslerini aldığım, bütün bilgi ve tecrübesini benden esirgemeyen, sabırla bütün sorularıma cevap veren, bilimsel çalışmalara ilk adımımı atmamı sağlayan Saygıdeğer Hocam **Doç. Dr. Hüsnüye DURMAZ'A**, yine yanımda olan benimle öğrenmeye devam eden beni hem öğrencisi hem öğretmeni gibi gören Saygıdeğer Hocam **Prof. Dr. Yılmaz ÇAKICI'YA** teşekkürlerimi sunarım.

Birlikte ders aldığım, gençlikleri ve içlerindeki dışa vurmuş güzellikleri ile yanımda olan, benim de yeniden genç gibi hissetmeme sebep olan, anlamadığım her şeyi bir kez de onların anlattığı Sevgili Meslektaşlarım ve Arkadaşlarım **Büşra ŞAFAK**, **Hande ÇELİK**, **Pelin YAMAN** ve **Didem KORKMAZ'A** teşekkür ederim.

Sevgili kızım **Aybike ALAYLI'YA** benim bu yoğun çalışmalarım sırasında onu ihmal ederken, sabırla onunla oyun oynayacağım zamanı beklediği ve varlığı ile hayatıma neşe ve huzur kattığı için teşekkür ederim.

Sevgili oğlum **Batuhan ALAYLI'YA** küçüklüğünden beri devam eden, kendi işini kendi yapma hali ve gelip gidip "yaparsın sen baba" demesiyle bana destek olan ve de üstüne hiçbir şey beklemeyen ve kendi ayakları üzerinde duran tavrı; varlığı ile hayatıma kattığı mutluluk, huzur için teşekkür ederim.

Ömrümün sebebi, hayat arkadaşım, yoldaşım, eşim **Dr. Öğr. Üyesi Funda Gündoğdu ALAYLI'YA** hayatıma kattığı burada saymamın imkânsız olduğu tüm anlamlar ve güzellikler için teşekkür ederim.

Son olarak burada isimlerini yazmadığım, varlıkları ile hayatıma ve çalışmalarıma kattıkları tüm iyi ve kötü şeyler için; benim olduğum kişi olmama sebep oldukları için teşekkür ederim.

Ali ALAYLI
Edirne, 2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET iv
ABSTRACT vi
TEŞEKKÜR viii
İÇİNDEKİLER x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ xv
ŞEKİLLER DİZİNİ xvii
1. BÖLÜM 1
GİRİŞ 1
1.1. Araştırmanın Önemi 1
1.2. Araştırmanın Amacı 4
1.3. Araştırmanın Problem Cümlesi 4
1.4. Araştırmanın Alt Problemleri 4
1.5. Araştırmanın Hipotezleri 5
1.6. Araştırmanın Varsayımları 5
1.7. Araştırmanın Sınırları 6
1.8. Araştırmanın Tanımları 6
2. BÖLÜM 8
GENEL BİLGİLER 8
2.1. STEM (FeTeMM) Eğitim Yaklaşımı Nedir? 8
2.2. STEM (FeTeMM) Eğitimi Gelişimi 10
2.3. STEM (FeTeMM) Eğitimi Önemi 14
2.4. STEM (FeTeMM) Uygulamalarında Dikkat Edilmesi Gerekenler 15

2.5. STEM (FeTeMM) Odaklı Öğretmen Eğitiminin Önemi 16
2.6. Eğitimde Robotik Uygulamalar 18
2.7. Robotik Uygulama Olarak Arduino 19
2.8. Robotik Uygulama Olarak Arduino ve Eğitimde Kullanımı 20
2.9. Bilimsel Yaratıcılık Nedir? Nasıl Ölçülür? 20
2.10. STEM Farkındalığı Nedir? Nasıl Ölçülür? 21
2.11. Özyeterlik (Proje Tabanlı Özyeterlik) Nedir? Nasıl Ölçülür? 22
2.12. Alanyazın Taraması 23
3. BÖLÜM 29
YÖNTEM 29
3.1 Araştırmanın Modeli 29
3.2 Araştırmanın Evren ve Örneklemi 30
3.3 Araştırmada Verilen Ön Eğitimin Tasarımı 30
3.4 Araştırmada Kullanılan Ders Planları ve Etkinliklerin Tasarlanması 31
3.5 Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları 38
3.5.1. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği 38
3.5.2. FeTeMM Farkındalık Ölçeği 43
3.5.3. Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Ölçeği 44
3.6 Verilerin Analizi 44
4. BÖLÜM 45
BULGULAR VE YORUM 45
4.1 Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinden Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları 45
4.1.1. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Akıcılık Boyutundan Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları 47
4.1.2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Esneklik Boyutundan Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları 48

4.1.3. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Orijinallik Boyutundan Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları 49
4.2 FeTeMM Farkındalıkları Ölçeğinden Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları 51
4.2.1. FeTeMM Farkındalıkları Ölçeğinin Öğrenciye Etkisi Boyutundan Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları 52
4.2.2. FeTeMM Farkındalıkları Ölçeğinin Derse Etkisi Boyutundan Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları 54
4.2.3. FeTeMM Farkındalıkları Ölçeğinin Öğretmene Etkisi Boyutundan Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları 55
4.3 Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Ölçeğinden Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları 56
5. BÖLÜM 59
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER 59
5.1. Sonuç, Tartışma 59
5.1.1. STEM Yaklaşımında Robotik Uygulamaların (Arduino) Bilimsel Yaratıcılık Üzerine Etkisine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma 59
5.1.2. STEM Yaklaşımında Robotik Uygulamaların (Arduino) FeTeMM Farkındalığı Üzerine Etkisine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma 61
5.1.3. STEM Yaklaşımında Robotik Uygulamaların Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Etkisine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma 63
5.2. Öneriler 64
5.2.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler 64
5.2.2. Öğretmenlere Eğitim Verecek Eğitimcilere Yönelik Öneriler 65
5.2.3. Eğitim Yöneticilerine ve Politika Geliştiricilere Yönelik Öneriler 66
KAYNAKLAR 67
EKLER 87
Ek-1: Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği 87
Ek-2: Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Kullanım İzin Belgesi 88

Ek-3: FeTeMM Farkındalık Ölçeği 89
Ek-4: FeTeMM Farkındalık Ölçeği Kullanım İzin Belgesi 90
Ek-5: Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Ölçeği 91
Ek-6: Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Ölçeği Kullanım İzin Belgesi 92
Ek-7: Arduino Stem Etkinlikleri-1 Ders Planı 93
Ek-8: Arduino Stem Etkinlikleri-1 Ders Defteri 97
Ek-9: Arduino Stem Etkinlikleri-1 Arduino Kodları 104
Ek-10: Arduino Stem Etkinlikleri-1 Grupların Ürünleri 105
Ek-11: Arduino Stem Etkinlikleri-1 Eğitimlerden Görüntüler 106
ÖZGEÇMİŞ 107
BİLİMSEL FAALİYETLER 108

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Akt : Aktaran

AB : Avrupa Birliği

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

f : Frekans

MEB : Millî Eğitim Bakanlığı

N : Veri sayısı

p : Anlamlılık Düzeyi

sd : Serbestlik Derecesi

SPSS : Statical Package for the Social Sciences

t : t değeri (t testi için)

$\overline{X}$: Aritmetik Ortalama

YÖK : Yükseköğretim Kurulu

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırmanın tasarımı. 30
Çizelge 3.2. Etkinlik isimleri, sınıfı, ünitesi ve süresi. 32
Çizelge 3.3. Yaratıcılık modeli boyut çizelgesi..... 40
Çizelge 3.4. Bilimsel yaratıcılık ölçeği değerlendirme çizelgesi. 42
Çizelge 4.1. Bilimsel yaratıcılık ölçeği normallik testi sonuçları..... 46
Çizelge 4.2. Bilimsel yaratıcılık ölçeği öntest sontest puanlarına ait bağımlı gruplar t-testi sonuçları..... 46
Çizelge 4.3. Akıcılık boyutunun normallik testi sonuçları. 47
Çizelge 4.4. Akıcılık boyutunun öntest sontest puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları..... 48
Çizelge 4.5. Esneklik boyutunun normallik testi sonuçları..... 48
Çizelge 4.6. Esneklik boyutunun öntest sontest puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları..... 49
Çizelge 4.7. Orijinallik boyutunun normallik testi sonuçları. 50
Çizelge 4.8. Orijinallik boyutunun öntest sontest puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları..... 50
Çizelge 4.9. FeTeMM farkındalık ölçeği normallik testi sonuçları..... 51
Çizelge 4.10. FeTeMM farkındalık ölçeği öntest sontest puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları. 52
Çizelge 4.11. Öğrenciye etkisi yönünden normallik testi sonuçları. 53
Çizelge 4.12. Öğrenciye etkisi boyutunun öntest sontest puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları. 53
Çizelge 4.13. Derse etkisi yönünden normallik testi sonuçları. 54
Çizelge 4.14. Derse etkisi boyutunun öntest sontest puanlarına ait bağımlı gruplar t-testi sonuçları. 55
Çizelge 4.15. Öğretmene etkisi yönünden normallik testi sonuçları. 55

Çizelge 4.16. Öğretmene etkisi boyutunun öntest sontest puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları. 56
Çizelge 4.17. Arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterlilik ölçeği normallik testi sonuçları. 57
Çizelge 4.18. Arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterlilik ölçeği öntest sontest puanlarına ait bağımlı gruplar t-testi sonuçları. 57

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi (Çorlu, 2017). 14
Şekil 3.1. Etkinlik-1 ünite ve kazanımları (MEB, 2018a)..... 33
Şekil 3.2. Etkinlik-2 ünite ve kazanımları (MEB, 2018a)..... 33
Şekil 3.3. Etkinlik-3 ünite ve kazanımları (MEB, 2018a)..... 34
Şekil 3.4. Etkinlik-4 ünite ve kazanımları (MEB, 2018a)..... 34
Şekil 3.5. Etkinlik-5 ünite ve kazanımları (MEB, 2018a)..... 35
Şekil 3.6. Yaratıcılık modelinin bilimsel yapısı (Hu & Adey, 2002). 39

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Bu bölümde sunulan tez araştırmasının önemi, amacı, problem cümlesi, alt problemleri, hipotezleri, varsayımları, sınırları ve tezde bulunan bazı kavramların tanımlarına değinilmiştir.

1.1. Araştırmanın Önemi

"İnsanların hayatına, faaliyetine egemen olan kuvvet, yaratma icat yeteneğidir."
Mustafa Kemal ATATÜRK

Ülkelerin ekonomik, sosyal ve kültürel açıdan ilerleyebilmesi için gelişen teknolojiye ayak uydurabilen nesillerin yetiştirilmesi önem arz etmektedir. Sadece fen ve matematik konularını bilen, sorulan sorulara cevap veren bireylerdense, günlük hayat problemlerinde bu bilgilerini ve teknolojiyi kullanarak mühendislik becerileri gösteren bireyler yetiştirmek gereklidir (Raines, 2012).

Dünyada yaşanan gelişmelere paralel olarak eğitim anlayışları da değişmekte; problem çözebilen, çözerken bilgi ve teknolojiyi kullanabilen ve ürün ortaya koyabilen bireyler yetiştirmeyi sağlayacak eğitim anlayışlarına doğru bir kayma yaşanmaktadır. Bu durum elbette ki fen öğretim programlarına yansımaktadır. İşte tam bu noktada, geleceğin nesillerini yetiştirmek üzere ortaya atılmış olan ve disiplinlerin birbiriyle entegrasyonunu sağlayan STEM eğitim yaklaşımı fen programlarında ön plana çıkmaktadır (MEB, 2017). STEM; ingilizce olarak fen (**s**cience), teknoloji (**t**echnology), mühendislik (**e**ngineering) ve matematik (**m**athematics) kelimelerinin ilk harflerinin birleştirilmesi ile oluşturulan

kısaltmadır (Tsupros, Kohler & Hallinen, 2009). Öğrencilere disiplinler arası problem çözme becerisi kazandırmayı hedefleyen, merkezde mühendislik becerileri barındırıp onu diğer disiplinler ile sarmalayan bir yaklaşım olarak önem kazanmıştır (Angle, Colston, French, Gustafson, O'Hara & Shaw, 2016; Buyruk & Korkmaz, 2016a; Bybee, 2010a; Dugger, 2010; Karakaya & Avgın, 2016; Rogers & Porstmore, 2004). Bu yaklaşım öğrencilerin problem çözme becerileri, yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri, iletişim becerileri gibi pek çok yönden gelişmesine katkı sağlayan bir yaklaşımdır (Roberts, 2012; Şahin, Ayar & Adıgüzel, 2014). 21. yüzyıl bireylerinin sahip olması gereken nitelikler olarak problem çözen, yenilikçi, keşfeden, özgüvenli ve teknoloji okuryazarlığına sahip bireyler tarif edilmektedir (Çepni, 2017). Burada tarif edilen özelliklerin edinilmesi STEM yaklaşımında karşılık bulmaktadır.

Gelişen dünya koşullarında fen ve teknoloji eğitiminde yeni etkinliklerden biri olarak robotik de yer almaktadır. Robotik adıyla anılan ve etkinliklerin parçasını oluşturan bu araçlar belirlenen bir işi yapmak üzere programlanabilen elektronik araçlardır (Dönmez, 2017). Robotik derslerdeki karmaşık ilişkilerin anlatılmasında öğrencilere eğlence ve kolaylık sağlarken ayrıca öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine ve kendilerini, becerilerini algılamalarına da olanak sağlamaktadır (Çayır, 2010). Ayrıca fen konularını öğrenme noktasında öğrencileri uygulama ile işin içine katarak eğitimin kalitesini arttırmaktadır (Üçgül, 2013).

Robotik denince ilk akla gelen Lego Mindstrom RCX, NXT ve EV3 setleri olmaktadır (Yolcu & Demirer, 2017). Bu setler ne yazık ki maliyet açısından ve kaynak kodlarının kapalı olması bakımından çok kullanışlı değildirler ve eğitimcileri farklı arayışlara itmişlerdir (Alò vd., 2020). İşte bu noktada Lego setlerinin yanı sıra pek çok başka platform da devreye girmiştir (Açışlı, 2016). Bunlardan biri de Arduino elektronik kartlar platformudur.

Arduino elektronik kartları, kısaca Arduino üzerlerinde AT-mega mikroişlemciler ve diğer elektronik parçalar bulunduran elektronik devre kartlarından ibarettir. Farklı tipte Arduino kartları bulunmaktadır. Bu kartlar temelde aynı olmakla birlikte farklı miktarda giriş çıkış bağlantı noktalarına ve farklı işlemci gücüne sahip kartlardır. Arduino kartlarının arkasında yatan fikir kartların programlama ile ilgilenmek isteyen herkesin

özgürce kullanabiliyor durumda olması; yani açık kaynak kodlu yapıda olmasıdır. Bu kartlar sahip oldukları genişleme yuvaları sayesinde her türlü projeye uyarlanabilmekte ve geniş kullanım alanı bulabilmektedir (Ocak, 2018). Eğitsel perspektiften bu kartlar ele alındığında pek çok öğrencinin bu kartların kurulumunu yapıp; algoritma oluşturma konusunda başarılı olduğu görülmektedir. Aynı zamanda öğrenciler devreye bağlanan sensörlerden gelen verilerin yönetimi; servo motorların kontrolü konusunda da başarı göstermektedir (Hoffer, 2012). Lisans seviyesinde programlama hedefi olan öğrenciler için üniversite eğitimi öncesi yapılacak çalışmalar açısından da öğretmenlerin en önemli yardımcılarından biri olarak Arduino kartları görülmektedir (García-Peñalvo vd., 2016).

Arduino kartlarının eğitimsel amaçlar için tercih edilmesi noktasında öne çıkan temel özellikleri bulunmaktadır. Bunlardan birinci maliyet anlamında çok geniş kitleler için ulaşılabilir olması; ikincisi de her platformda çalışabilir olmasıdır. Bu sayede herkes özgün projelerini gerçekleştirme imkanına kavuşmakta ayrıca tecrübesiz kullanıcılar bile açık kaynak kodlu platformlar sayesinde kendi ihtiyaçları doğrultusunda bu kartları kullanabilmektedir (Ocak, 2018).

Hoffer (2012) yaptığı çalışmada Arduino kartlarının ve onun açık kaynak kodlu yapısının STEM eğitimi için son derece ideal bir yapıda olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca disiplinler arası alan eğitimi için de son derece ideal olduğunu belirtmiştir. Arduino benzeri robotik ve kodlama uygulamaları öğrencilerin pek çok alanda gelişmesine katkı sağlamaktadır ki bu alanlar: bilgi oluşturma, algoritmik düşünme, ortak çalışma, yaratıcılık, problem çözme, bilimsel yöntem, mühendislik ve tasarım olarak sıralanabilir. Ayrıca Dewey'in 1997 yılında söylediği yaşayarak öğrenme sistemi Arduino destekli STEM uygulamaları ile paralellik göstermektedir (Meço & Görgülü Arı, 2021).

Mevcut durumda STEM yaklaşımının Arduino destekli yürütülmesi öğrencilerin kazanımları açısından büyük önem arz etmekte ancak Arduino'nun öğretim faaliyetleri içerisinde kullanımında eğitici eksiklikleri göze çarpmaktadır (Meço & Görgülü Arı, 2021). Bu nedenledir ki Arduino destekli STEM yaklaşımı uygulanması konusunda nitelikli eğitim almış öğretmen ve öğretmen adaylarına ihtiyaç vardır (Dimitris, 2014). İşte bu ihtiyacı gidermeye yönelik planlanan bu çalışma STEM yaklaşımında robotik

uygulamaların (arduino) kullanımına yönelik bir fen öğretmeni eğitim programı geliştirerek fen öğretmen adayları üzerine olan etkilerini inceleme amacıyla yapılmıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanımına yönelik bir fen öğretmeni eğitim programı geliştirerek fen öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına, STEM farkındalıklarına ve arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterliliklerine olan etkilerini incelemektir

1.3. Araştırmanın Problem Cümlesi

Yapılan bu çalışmada aşağıdaki soruya cevap aranacaktır:

STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı fen öğretmeni eğitim programı fen öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına, STEM farkındalıklarına ve arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterliliklerine anlamlı bir katkı sağlamakta mıdır?

1.4. Araştırmanın Alt Problemleri

Bu çalışmada alt problemler şu şekilde sıralanmıştır.

1. STEM yaklaşımında robotik uygulamalarının kullanıldığı eğitim programına katılan fen öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında bilimsel yaratıcılık düzeyleri arasında anlamlı fark var mıdır?

2. STEM yaklaşımında robotik uygulamalarının kullanıldığı eğitim programına katılan fen öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında STEM farkındalık düzeyleri arasında anlamlı fark var mıdır?

3. STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı fen öğretmeni eğitim programına katılan fen öğretmen adaylarının eğitim öncesindeki ve sonrasındaki arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterlilik düzeyleri arasında anlamlı fark var mıdır?

1.5. Araştırmanın Hipotezleri

Bu çalışmada aşağıdaki hipotezlerin doğruluğu test edilecektir.

1. STEM yaklaşımında robotik uygulamalarının kullanıldığı eğitim programına katılan fen öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında bilimsel yaratıcılık düzeyleri arasında anlamlı fark yoktur.

2. STEM yaklaşımında robotik uygulamalarının kullanıldığı eğitim programına katılan fen öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında STEM farkındalık düzeyleri arasında anlamlı fark yoktur.

3. STEM yaklaşımında robotik uygulamalarının kullanıldığı eğitim programına katılan fen öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterlilik düzeyleri arasında anlamlı fark yoktur.

1.6. Araştırmanın Varsayımları

Bu çalışmadaki varsayımlar aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

1. Ölçekler uygulanırken öğretmen adayları tüm sorulara içtenlikle ve samimiyetle cevap vermiştir.
2. Uygulamalar süresince kontrol altına alınamayan değişkenlerin etkisi tüm öğrencilere denk olarak yansımıştır.

1.7. Araştırmanın Sınırları

Bu çalışmanın sınırları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

1. Bu çalışma ülkemizin kuzeybatı bölgesinde yer alan bir devlet üniversitenin eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği son sınıf öğrencilerinden, gönüllü 31 öğretmen adayının katılımı ile sınırlıdır.
2. Bu çalışmada gerçekleştirilen uygulamalar, 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'ndan seçilen 5 konuda ve bu konulara ilişkin hazırlanmış 5 adet ders planının uygulanması ile sınırlandırılmıştır.
3. Bu çalışmada gerçekleştirilen uygulamalar haftada 240 dakikadan 5 hafta ile sınırlandırılmıştır.
4. Bu çalışma bilimsel yaratıcılık düzeyine, STEM farkındalık düzeyi ve arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterlilik düzeyine yönelik elde edilen verilerle sınırlıdır.
5. Uygulama süresi haftada 240 dakika olmak üzere 5 hafta ile sınırlıdır (öntest ve sontest olarak ölçek uygulamaları hariç).

1.8. Araştırmanın Tanımları

Bilimsel Yaratıcılık: Bir üst düzey düşünme beceri olarak bilimsel yaratıcılık, orijinal fikirler ve ürünler ile bilime katkı sağlayabilmektir (Astutik & Prahani, 2018).

STEM Yaklaşımı: Okul öncesi eğitimden yükseköğretime kadar tüm eğitim sürecini kapsayan disiplinler arası bir eğitim yaklaşımdır (Gonzalez & Kuenzi, 2012).

Farkındalık: Bireylerin veya sosyal grupların bilinçli ve duyarlı şekilde çevre ile etkileşmeleridir (Keleş, 2007).

Özyeterlilik: Kişinin gelecek davranış ve hareket biçimleri için kendine ve yeteneklerine olan inancıdır (Bandura, 1977). Lunenburg'a (2011) göre ise kişinin kendisine olan saygısının harekete yönelik durumu olarak ifade edilebilir.

Proje tabanlı öğrenme: Bir öğretim yöntemi olarak öğrencilerin bilgi üretme sürecine katılarak, anlamlı projeler ile gerçek dünya ürünleri ortaya çıkarırken sürece dahil olmalarıdır (Brundiers & Wiek, 2013; Krajcik & Shin, 2014).

Arduino: Sensor denilen elektronik kartlardan gelen sinyallerin işlenerek, başka komut sinyallerine dönüştürülebildiği fiziksel programlama sistemidir. İlave bağlantı noktaları ile genişleyen yuvalara sahiptir (Arduino, 2021). Tek başına çalışabilen veya mevcut platformlara (Windows, Linux, Android vs.) bütünleşmiş olarak çalışabilen programlanabilir elektronik bir karttır (Ersoy, Madran & Gülbahar, 2011).

2. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

2.1. STEM (FeTeMM) Eğitim Yaklaşımı Nedir?

Günümüzde öğretim programlarında ön plana çıkmaya başlayan STEM eğitim yaklaşımı genel olarak 19. yüzyıl başlarına dayanmaktadır (Ostler, 2012). Kuramsal temelleri düşünüldüğünde disiplinler arası bir yaklaşım olması, pek çok kuramdan parçalar barındırmasına sebep olmaktadır (Barrows, 1996; Hung, Jonassen & Liu, 2008). STEM eğitimi sorgulayıcı-araştırmaya (inquiry) eğitim stratejisini ve tümevarımı benimsemektedir. Ayrıca yöntem olarak Proje Tabanlı Öğrenme (Project Based Learning) ve Probleme Dayalı Eğitimi (Problem-Based Learning) esas almaktadır (Şahin, 2015). STEM eğitimi işbirlikli öğrenmeyi de (Cooperative Learning) destekler niteliktedir. (Andrew vd., 2014).

Her ne kadar ülkelerin gelişmişlik düzeyi ve farklı ihtiyaçlarına bağlı olarak tek bir tanımı olmasa da (Thomas, 2014) STEM eğitim yaklaşımı öğrencilere fen, mühendislik, teknoloji ve matematik derslerinin birbirleriyle ilişkilendirilerek öğretilmesi demektir (Meng vd., 2014).

STEM eğitimi öğretim yaklaşımı olarak bakıldığında disiplinler arası bir yaklaşım olup, aynı zamanda problem çözme, problem tabanlı öğrenme, proje ve proje tabanlı öğrenmeyi kapsamaktadır (Barrows, 1996; Hung, Jonassen & Liu, 2008).

STEM eğitimi disiplinleri bir araya getirerek kaliteli öğrenme, var olan bilgiyi günlük hayatta kullanma, yaşam becerilerini arttırma, üst düzey ve eleştirel düşünmeyi kapsayan bir eğitim olarak düşünülebilir (Bybee, 2010b; Yıldırım & Altun, 2015).

Kelime olarak "STEM" Science, Technology, Engineering ve Math kavramlarının baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır. Türkiye'de Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik kavramlarının FeTeMM şeklinde kısaltması olarak bilinmektedir (Akgündüz vd., 2015). Bu kısaltmalar bazen BTMM Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik olarak da karşımıza çıkmaktadır (Adıgüzel vd., 2012). Alternatif olarak "STEAM" yani Art=Sanat eklenerek ya da "STEM+ART"; "STEM+C" Computing=Programlama; "STEM+E" Entrepreneurship=Girişimcilik olarak da kullanılmaktadır (Akgündüz vd., 2015). Süreç içerisinde yeni kavramlar da eklenmeye devam edilmektedir: "STREAM" Reading=okuma/Religion=Din; "STEM GLASS" Geography=Coğrafya, Language Arts=Dil Bilgisi, Social Studies=Sosyal (Kılıç ve Ertekin, 2017). Ancak söz konusu "STEM Eğitimi" olduğunda bu durum kavramların baş harflerinin bir araya gelmesinden çok daha ötedir.

Thomas (2014) STEM eğitiminin amaçlarını şu şekilde sıralamıştır:

- İş dünyası için STEM okuryazarlığına sahip bireyler
- STEM alanında yetkin olabilmek
- Ekonomiyi kalkındıracak üretimler yapabilmek
- Geleceğin mesleklerine uyum sağlayabilmek

Benzer şekilde Thomasian'a (2011) göre de STEM eğitimi öğrencilerin STEM alanlarına yönelmelerini arttırmak ve öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları problemlere STEM alanlarına dayanarak çözüm üretmelerini sağlamaktır. STEM alanları Amerikan Göçmenlik İdaresi tarafından tüm fen bilimleri alanları, Matematik alanları ve Mühendislik alanları olarak sınıflandırılmaktadır (Akgündüz & Mesutoğlu, 2020)

2.2. STEM (FeTeMM) Eğitimi Gelişimi

STEM yaklaşımı Judith Rahmaley tarafından 2001 yılında dünyada ilk defa kullanılmıştır (White, 2014). Bu yaklaşımın ihtiyaç haline gelmesi 19. yüzyılın ilk zamanlarına dayanmaktadır (Ostler, 2012). Çıkış noktası küresel teknolojik ve ekonomik yarıştır (Akgündüz vd.,2015). Öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgisizliğinin giderek artması da bu yaklaşımın ortaya çıkışında önemli diğer bir etkendir (National Science Board, 2007; Thomas, 2014). Bir başka etken olarak fen ve teknolojideki gelişmelerin ekonomik anlamda gelişmelere yol açması da sayılabilir. Ülkelerin ekonomik olarak güçlenmelerinin önünde bilimsel faaliyetler yer almaktadır ve bu bağlamda STEM eğitimi kaçınılmazdır (Landivar, 2013).

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) için küreselleşen dünya düzeni birtakım endişeleri beraberinde getirmiş ve bu küresel dünya düzeni içerisinde ABD'nin eğitim politikalarını yeniden gözden geçirmesine sebep olmuştur. Bu bağlamda 1996 yılında National Science Education Standards kapsamında bir müfredat yayınlanmıştır. Bu müfredat sorgulayan, araştıran ve gelişen teknolojilere entegre olabilen bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir (Akgündüz vd., 2015). STEM ABD tarafından eğitim politikası haline getirilmiş ve önem kazanmıştır (National Science Board, 2010). Bu durumu dönemin devlet başkanı Barak Obama'nın 2010 yılında yaptığı *"... geleceğin liderliği, öğrencilerimizi özellikle (STEM) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında nasıl eğiteceğimize bağlıdır."* sözlerinden anlaşılmaktadır. ABD ve Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde, STEM yaklaşımına dayanan programlar ve projeler başlatılmıştır (Akgündüz vd., 2015).

Avrupa Birliği (AB) 2007 yılında *"Fen Eğitimi Şimdi: Avrupa'nın Geleceği için Yenilenen Pedagoji"* isimli bir rapor yayımlamıştır (Akgündüz vd., 2016a). Söz konusu raporda Avrupa'nın fen ve teknoloji eğitimindeki sorunlarına vurgu yapılmış ve özellikle gençlerin bilim, teknoloji ve matematik alanlarına olan ilgilerinin önemli düzeyde azaldığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda değişikliklere gidilmiştir.

Türkiye'de STEM Eğitimi Durumu Nedir?

Türkiye'de 2013 yılında STEM Eğitimi pilot bölge olarak seçilen Kayseri'de Bülent Altop Ortaokulu'nda ve Melikgazi Anaokulu'nda Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından uygulanmaya başlanmıştır (Eroğlu & Bektaş, 2016). Kayseri MEB tarafından gerçekleştirilen STEM projesi STEM eğitiminin doğduğu ABD'de bu alandaki en önemli konferanslarından biri sayılan STEM 2014 konferansına davet edilen sınırlı sayıdaki çalışmaların arasında yer almıştır (Eroğlu & Bektaş, 2016).

Halihazırda Millî Eğitim Bakanlığı bünyesinde doğrudan "STEM Eğitimi" ya da "FeTeMM Eğitimi" ifadesi ile faaliyetlere başlanmamış, açıkça STEM ifadesine ya da FeTeMM ifadesine yer verilmemiş olsa da (Bahar vd., 2018) disiplinler arası ilişkilendirmeler öğretim programında örtük bir şekilde bir arada bulunmaktadır. 2018 Fen Bilimleri Öğretim programında "*Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları*" şeklinde ifade edilmiştir. Program bağlamında öğretmenlerden öğrencilere fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bütünleştirilmesi için rehberlik yaparak öğrencileri üst düzey düşünme, ürün geliştirme, buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırması beklenmektedir. STEM eğitimi için ulusal genel bir strateji bulunmamaktadır (MEB, 2018b). Ancak STEM'in Türkiye'de güçlendirilmesine yönelik planlamalar olduğu Millî Eğitim Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planında görülmektedir (MEB, 2015). Yine de Millî Eğitim Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Planına bakıldığında net bir planlamaya rastlanmamaktadır (MEB, 2019). Her ne kadar açıkça planlamalar yapılmasa da bakanlık bünyesinde görevdeki mevcut öğretmenler için mahalli ve kısmi bir takım hizmetiçi eğitim faaliyetlerine başlanmıştır. Ulusal ölçekte sistemli bir hareket henüz başlamamıştır. İl milli eğitim müdürlükleri bünyesinde oluşturulun bazı merkezlere ve projelere rastlanmaktadır ancak geniş ölçekli ilin tümünü kapsar nitelikte değillerdir (MEB, 2018b). Millî Eğitim Bakanlığı olarak uluslararası Scientix projesine ülke olarak katılım olanağı sağlanmıştır (Scientix, 2021). Bu proje Avrupa'da STEM eğitiminde sorgulamaya, araştırmaya, ürün geliştirmeye ve buluş yapmaya dayalı eğitimi çoğaltmayı hedefleyen herkesin katılımına açık bir projedir. Ülkemizde bu projeye katılımlar daha çok bireysel ve okullar bazında olmakla beraber kısmi ve öğretmenlerin isteğine bağlı oluşumlar olarak faaliyet göstermektedir. Bazı il mili eğitim müdürlükleri illerinde varsa

üniversiteler ile protokoller de imzalayarak bir takım eğitim faaliyetlerine sınırlı ölçeklerde başlamışlardır (MEB, 2018b).

Ülke geneline bakıldığında öncelikli olarak üniversitelerimiz bünyesinde birtakım oluşumlar gözlenmektedir. Üniversitelerimizin FeTeMM eğitimi ile ilgili uygulamalarına bakıldığında en aktif üniversitenin Bahçeşehir Üniversitesi Eğitim Fakültesi olduğu ortaya çıkmaktadır. Bahçeşehir Üniversitesi Eğitim Fakültesinden sonraki en aktif üç üniversite ise aynı oranlarda olmak üzere Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul Aydın Üniversitesi ve ODTÜ'nün eğitim fakülteleridir (Çolakoğlu & Günay Gökben, 2017). Bu bağlamda üniversitelerimizin bu faaliyetleri ulusal bir öğretim programının hazırlanmasının altyapısını oluşturmakta ve yine ulusal anlamda öğretmen eğitimi konusunda da ulusal bir tutum oluşmasına destek sunmaktadırlar. Bahçeşehir Üniversitesi bu konuda başı çekerken aynı şekilde ve farklı adlar altında başka üniversitelerde de birtakım merkezlere veya projelere rastlanmaktadır. Bu projelerden en çok öne çıkan STEM: Bütünleşik öğretmenlik (bilgi ve becerileri) projesidir. Bu proje Avrupa Birliği Marie Curie Kariyer Entegrasyonu Programı için 2012'de Bilkent Üniversitesinde yazılmış ve halen devam eden bir projedir. Süreç içerisinde birden çok özel kurumdan destek bulmuş ve Bahçeşehir Üniversitesi bünyesinde 2016 yılında BAUSTEM adıyla öğretmen eğitimi üzerine bir merkez kurulmuştur (Aşık vd., 2017). Hali hazırda bu merkezde proje faaliyetlerine devam edilmektedir. Bu bağlamda öne çıkan STEM: Bütünleşik öğretmenlik (bilgi ve becerileri) projesine göre kuramsal olarak çizilen yol haritası aşağıdaki gibi tarif edilip, Şekil 2.1.'deki gibi gösterilmektedir.

1. Çalışma Alanı (First Domain): Bütünleşik Öğretmenlik İlkeleri (Principles of Integrated Teaching)

    a) Eşitlik (Equity)
    b) İlgililik (Relevance)
    c) Disiplinler arasılık (Interdisciplinarity)
    d) Alanda derinlik (Rigor)

2. Çalışma Alanı (Second Domain): Bütünleşik Öğretmenlik Çıktıları (Social Products of Integrated Teaching)

    a) Bilgi toplumuna katkı (Knowledge society)
    b) Mesleki öğrenme topluluğuna katkı (Professional learning community in school and beyond)
    c) Esnek müfredat oluşturulmasına katkı (Flexible curriculum in classroom)
    d) Kuram ve uygulama bütünlüğüne katkı (Theory & praxis)

3. Çalışma Alanı (Third Domain): Bütünleşik Öğretmenlik Bilişsel Süreç Yöntemleri (Cognitive processes of Integrated Teaching)

    a) Bilimsel sorgulama (Scientific inquiry)
    b) Proje-tabanlı öğrenme (Project based learning)
    c) Hesaplamalı düşünme (Computational thinking)
    d) Matematiksel modelleme (Mathematical modeling)

4. Çalışma Alanı (Fourth Domain): Bütünleşik Öğretmenlik Kapsam ve Düzeni (Scope and Sequence of Integrated Teaching)

    a) Fen dersleri müfredatı
    b) Teknoloji dersleri müfredatı
    c) Mühendislik dersi müfredatı
    d) Matematik dersi müfredatı

5. Merkez: Bilgi Temelli Hayat Problemleri- BTHP (Authentic Problems of Knowledge Society- APoKS)



Şekil 2.1. STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi (Çorlu, 2017).

Bu yol haritası pek çok uygulayıcının tercih ettiği yoldur ve bu çalışmada da bu yol izlenmiştir.

2.3. STEM (FeTeMM) Eğitimi Önemi

Wagner'e (2008) göre gelecek nesillerin iş dünyasında başarılı olabilmeleri için 7 temel beceri gereklidir: Eleştirel düşünce ve problem çözme yeteneği; iş birliği ve liderlik, düşünce esnekliği ve uyum sağlayabilme yeteneği; inisiyatif ve girişimcilik, etkin sözel ve yazılı iletişim yeteneği; verilere ulaşabilme ve bunları analiz etme yeteneği; merak ve hayal gücü. Tüm bu becerilerin kazandırılması sosyal, ekonomik ve politik sorunlar ile ilgili kararlar alacak olan gelecek nesiller açısından son derece önemlidir (National Research Council, 2009). STEM Eğitiminin önemi burada bahsedilen öğrenci bazlı

kazanımlar dışında daha uzun vadeli ve ülke çıkarları açısından da ele alındığında STEM eğitimi almış öğrencilerin bu alanlardaki meslek gruplarına öncülük etmeleri ve ülkelerinin kalkınmasında önemli rol oynamaları beklenmektedir (National Research Council, 2009). OECD Bir Bakışta Eğitim (2017) raporuna göre kalkınmada öncülük edecek ülkeler arasında Türkiye ne yazık ki 34 ülkenin sonunda yer almaktadır (Çolakoğlu & Günay Gökben, 2017). Bir ülkenin bilim ve teknoloji alanında lider rollerde olması ve ekonomik açıdan güçlü bir ülke haline gelebilmesi için FeTeMM eğitimi önemlidir (Lacey & Wright, 2009).

2.4. STEM (FeTeMM) Uygulamalarında Dikkat Edilmesi Gerekenler

STEM uygulamalarının hazırlanışından uygulanışına bir dizi yanlışlar yapılabilmektedir. Yıldırım ve Selvi (2016), yaptıkları çalışmada öğrencilerde STEM eğitimi ile ilgili var olan yanlışları şu şekilde sıralamışlardır:

1. Sadece Legolar ile yapılır.
2. Fizik derslerine yöneliktir.
3. Üstün yetenekli öğrenciler içindir.
4. Pahalı bir eğitim yaklaşımıdır.
5. Basit ve kolay bir eğitimdir.
6. Özel okullar içindir.
7. Sadece fen ve matematik öğretmeni yapabilir.

Benzer şekilde Akgündüz (2016b) STEM adına yapılan yanlışları aşağıdaki gibi sıralamıştır.

1. STEM etkinlik sanılıyor ve her etkinlik yapan STEM yaptığını düşünüyor.
2. (Setlerle) Robotik yapanlar STEM yaptığını sanıyor, STEM'in robotik setlerle yapılabileceği algısı yerleştiriliyor. STEM setleri diye robotik setleri pazarlanıyor.
3. STEM bir yaklaşım olmaktan ziyade öğretme tekniği, model vb. görülüyor.
4. Kodlama çalışanlar STEM yaptıklarını sanıyorlar.
5. Maker yapanlar STEM yaptığını sanıyorlar.

6. Fen deneyleri yapanlar STEM yaptıklarını düşünüyor.
7. STEM bütün ülkelerde uygulanıyor sanılıyor.
8. ABD için ortaya konan işgücü istatistikleri Türkiye için sanılıyor.
9. Medyada STEM adına yapılan hatalı ve mantık dışı haberler çıkıyor.

STEM eğitiminde ciddi yanlışlar yapılmaktadır. Bu yanlışlar bazı eğitimci ve kurumlar tarafından isimlerinin anılmalarını istemeleri ve STEM eğitimini iyi bir gelir kapısı olarak görmelerinden kaynaklı olarak yapılmakta ve yapılmaya da devam edilmektedir (Akgündüz, 2016b). Bir eğitime STEM eğitimi diyebilmek için bir disiplinin diğer disiplinlerle ilişkilendirilmesi, ilişkilendirme sırasında gerçek hayat problemleri ile bağlantı kurulması ve 21.yüzyıl yaşam becerileri olarak ifade ettiğimiz beceriler ile desteklenerek verilmesi gerekmektedir (Yıldırım, 2018).

2.5. STEM (FeTeMM) Odaklı Öğretmen Eğitiminin Önemi

Eğitim faaliyetlerin olmazsa olmaz ayağının öğretmenler oluğunu söylemek mümkündür. Öğretmenler öğrencilerini ancak kendi bilgi ve becerileri kadar yetiştirebilirler (Wang, 2012). 21. yüzyıl becerilerini öğrencilerine kazandıracak olan öğretmenlerin STEM Eğitimi ile donatılmış olmaları öğrencilerine kazandıracakları bu hedeflere ulaşmalarına katkı sağlayacaktır (Çorlu vd., 2014). Ülkenin STEM alanlarında istihdamının artması STEM eğitimi verebilecek nitelikli öğretmenlere bağlıdır ve bu öğretmenler kilit bir önemdedir (Wang, 2012). Bu sebeple en önemli paydaş durumundaki öğretmenlerin daha lisans düzeyinde STEM eğitimin öneminin farkına varmaları ve bu konuda yetiştirilmeleri gerekmektedir (Buyruk & Korkmaz, 2016). Bu bağlamda fen programlarında yapılan değişikler ve kabul edilen STEM yaklaşımı öğretmenlerin bu konudaki bilgi ve becerilerinin sorgulanmasına sebep olmakta ve gerek öğretmen eğitimlerinin gerekse hizmetiçi eğitimlerin gerekliliğini gün yüzüne çıkarmaktadır.

Kearney (2015)'e göre; okullarda görev yapan STEM eğitimi öğretmenlerinin görevleri genel olarak aşağıdaki gibi olmalıdır

- STEM eğitimine ilişkin etkinlikler uygulamak
- STEM yaklaşımı ile ilgili mesleki gelişim programlarına katılmak

- STEM eğitimi uygulamalarının kullanılması ve değerlendirilmesi için okul yönetimiyle birlikte çalışmak
- STEM aktivitelerini organize etmek, geliştirmek ve koordine etmek
- STEM alanındaki girişimler ve eğitsel konularda öğretmenlere rehberlik etmek
- STEM vizyonu olan yeni programları başlatmak
- STEM'le ilgili sonuçları ve aktiviteleri sosyal medya üzerinden paylaşmak

Talim ve Terbiye Kurulunun yayımladığı öğretmenlik alanlarına göre mevcut Milli Eğitim sisteminde tanımlı STEM eğitimi öğretmeni bulunmamaktadır (MEB, 2021). Öğretmenler halihazırda ana branşlara göre tanımlanmakta ve görevlendirilmektedir. Ancak değişen öğretim programı Fen Bilgisi öğretmenlerine "Fen, Mühendislik ve Girişimcilik" alanında yeni görevler tanımlamaktadır (MEB, 2018a). Bu durum öğretmenlerin konu ile ilgili yeterliklerini ön plana çıkartmaktadır (Eroğlu & Bektaş, 2016). Bu noktada pek çok zorlukla karşılaşılabilmektedir. Ancak tüm zorlukların içerisinde en zorlayıcısı olarak kendi kendini STEM eğitimcisi ya da STEM eğitim uzmanı olarak ilan edip yeterli bilgiye sahip olmayanlar yer almaktadır (Capraro, 2017). Alanyazındaki çalışmalar göstermiştir ki ülkemizde eğitim fakültesi mezunu öğretmenlerin STEM yaklaşımına yönelik farkındalıkları fen fakültesi mezunu öğretmenlerin farkındalıklarından yüksektir (Çevik vd., 2017). Ayrıca STEM yaklaşımına örneğin Matematik öğretmenlerinin tutumu ile Fen Bilgisi öğretmenlerinin tutumu da aynı düzeyde değildir (Yenilmez & Balbağ, 2016). Mevcut öğretmen profiline bakıldığında STEM farkındalıkları açısından kıdemli sayılabilecek öğretmenlerin farkındalıklarının 1-5 yıllık öğretmenlere nazaran çok daha az olduğu görülmektedir (Çevik vd., 2017). Yapılan çalışmalarda lisans düzeyini çoktan geçmiş öğretmenler incelendiğinde öğretmenlerin STEM eğitimi konusundaki bilgilerinin yeterli olmadığı görülmektedir. 2017 Millî Eğitim Bakanlığı saha araştırması sonuçlarına göre Fen ve Sosyal Bilimler Liselerindeki öğretmenlerin %66'sı STEM eğitimi hakkında bilgilerinin olmadığını söylemiştir (Çolakoğlu & Günay Gökben, 2017). Fen bilgisi öğretmenlerinin ders içi performansları verdikleri eğitimi (Baloğlu, 2001) ve öğretmenlerin lisans eğitimindeki kazanılmış becerileri de bu durumun seyrini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle öğretmen adaylarının akademik başarısının arttırılması sahip oldukları bilgi ve becerilerin çoğaltılması önemlidir (Ekici, 2004). STEM öğretmen eğitimi konusunda

halihazırda bazı üniversitelerin bünyesinde kurulmuş olan STEM eğitim merkezleri mevcuttur ancak bu konuda ulusal bir tavır geliştirme konusunda da çalışmalar devam etmektedir (Aşık vd., 2017).

2.6. Eğitimde Robotik Uygulamalar

Robot denilince akla ilk gelen isimlerden birisi El-Cezeri'dir. El-Cezeri yaptığı otomatik makineler bugünün robotlarının temelini oluşturmaktadır. El-Cezeri, yaptıkları ile kendi zamanının çok daha ilerilerinde işler ortaya çıkarmıştır (Çırak & Yörük, 2016). Bugün artık robotlar insan ihtiyaçlarına göre her alanda kullanılmakta ve ihtiyaç duyulan otomasyonu gerçekleştirip yapay zekâ konularında da gelişim göstermektedir (Yılmaz, Özcelik, Yılmazer & Nekovei, 2013).

Robot ve robot yapımı ile ilgili etkinlikler, mühendislik konularının öğretiminde olduğu kadar fen eğitimi konusunda da artan bir potansiyele sahiptir ve bu nedenle de robotlar ile tasarlanmış eğitimler okul öncesi dönemden üniversiteye kadar olan tüm düzeylerde kullanılabilir (Alimisis, 2013; Gerkey, 2004). Günümüzde robotik uygulamalar denilince bilgisayar, elektrik, elektronik parçalar ve yazılımın (kodlama) bir arada ya da ayrı ayrı kullanıldığı eğitimler kastedilmektedir (Junior vd., 2013).

Robotik uygulamaların eğitimde kullanılması ilk defa matematikçi Seymour Papert tarafından 1993 yılında olmuştur. Papert bugün LEGO Mindstorms olarak adlandırılan eğitsel oyuncakların ilk modelini tasarlamış ve verilen yönergeleri takip eden bir robot kaplumbağa yapmıştır. Papert öğretmeni Piaget'in yapılandırmacılık öğrenme teorisine dayandırdığı inşaacılık teorisini kullanarak bu robot kaplumbağayı oluşturmuştur (Ackermann, 2001; Alimisis & Kynigos, 2009). Böylelikle robotik uygulamalar eğitim faaliyetlerinde yerini almıştır.

Robotik temelde iki boyutlu olarak ele alınabilir, birinci boyutu robotların kendisinin öğrenildiği durumlar ve ikincisi de öğrenme aracı olarak robotiğin kullanılması (Alimisis & Kynigos 2009). Robotik, mühendislik ve fen alanları ile teknoloji, bilgisayar gibi alanları bir araya getiren doğası ile öğrencilerin motivasyonlarını arttırıp öğrenmeleri çoğaltan bir araçtır (Rockland vd. 2010). Robotik

öğretim sürecinde öğrenciler eğlenceli bir öğrenme ortamı ile karşılaşmaktadır (Küçük & Şişman; 2016).

Fen bilgisi öğretmen adayları ile yapılan robotik LEGO uygulamalarının eğlenceli ve yeni bir şeyler öğrenmenin mutluluk verici olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Erdoğan, 2019). Avcı'da (2017) yaptığı çalışmada aynı sonuca ulaşmıştır. Genel olarak Özdoğru (2013); Erten (2019); Kaygısız, Üzümcü ve Uçar (2020) da robotik ile ders işlemenin eğlenceli olduğu sonucuna varmışlardır. Eguchi'ye (2017) göre robotik uygulamalar eğlenceli öğrenme aracıdır ve öğrencilerin ilgisini çekecek eğlenceli bir öğrenme ortamı sunar.

2.7. Robotik Uygulama Olarak Arduino

Arduino elektronik bir karttır ve bu kartın üzerinde programlanabilir bir işlemci bulunmaktadır (Doğan, 2015). Arduino ortaya çıkışında açık kaynak kodlu yapısı ile bu konuda hiç bilgisi olmayan kişilerin bile bu kartları kolaylıkla kullanabilmesine ve elektronik programlama konularında bilgi sahibi olmalarına olanak sağlamıştır. (Ersoy vd., 2011). Arduino kartları tüm işletim sistemlerinde kolaylıkla kullanılabilmektedir ve bu yönüyle sadece USB arabirimi bağlantısı üzerinden komuta edilebilmektedir (Banzi, 2008; Dökmetaş, 2016).

Arduino kartlarının programlamasında okul öncesi yaş grubundan üniversite düzeyine kadar seçenekler bulunmaktadır. Örneğin "Scratch for Arduino" ya da kısaca "S4A" ile blok tabanlı kodlama yapılabilmektedir. Bu program aracılığı ile hazır kod blokları sürükle bırak mantığı ile sıralanarak daha sonra arduino kartına gönderilerek kodlama gerçekleştirilebilmektedir (Berland & Wilensky, 2015). "mBlock" benzer şekilde programlama yapmaya olanak sağlayan blok tabanlı bir kodlama platformudur (Bers, 2010).

Arduino kartları üretim açısından çok farklı özellikte ve güçte üretilebilmektedir. İstenilen sayıda giriş ve çıkış seçeneği bulunmaktadır (Dökmetaş, 2016). Üretim tek bir merkeze bağlı değildir. İsteyen ve gerekli araç gereçlere sahip olanlar kendi kartlarını üretebilmektedir. Bu yönüyle çok uygun maliyetli hale gelmekte ve herkes tarafından ulaşılabilir olmaktadır (Ocak, 2018).

Arduino kartlarına uygun pek çok sensör de kolaylıkla üretilebilmekte ve kullanılabilmektedir (Fraden, 2013). Bu yönüyle projelerde herhangi bir sınır kalmamaktadır. Uygun kartlar ve sensörler ile her türlü proje ya da uygulamaya olanak sağlamaktadır (Balogh, 2010).

2.8. Robotik Uygulama Olarak Arduino ve Eğitimde Kullanımı

STEM (FeTeMM) eğitimi ile Robotik ve Kodlama konusunda yükselen trendler mevcuttur. Ülkelerin siyasileri gelecek kalkınma planları doğrultusunda sanayi 5.0 devrimi beklentileri dahilinde özellikle kodlama konusuna yatırım yapmak istemektedirler (Yücebalkan, 2020). Bu durum fen ve teknoloji eğitimine farklı bir boyut kazandırmakta, robotik uygulamaları ve teknolojilerinden öğretmenlerin haberdar olma ihtiyacını da beraberinde getirmektedir (Halis, 2002).

Arduino açık kaynak kodlu programlanabilir elektronik kartları bu noktada verilecek eğitimin ihtiyaçlarını başlı başına karşılayabilmekte ve lisans öncesi düzeydeki öğrenciler için oldukça iyi sonuçlara sebep olmaktadır (Resnick vd., 2009). Öğretmenlerin de bu konuda bilgi ve tecrübe sahibi olmaları öğrencilerine yol gösterip rehberlik edebilmeleri noktasında büyük önem arz etmektedir ve kodlama konusunda ülke yatırımlarını da olumlu olarak desteklemektedir (Geer, White & Barr, 1998; Halis, 2002).

2.9. Bilimsel Yaratıcılık Nedir? Nasıl Ölçülür?

Yaratıcılık tanım itibariyle çok farklı tanımların yanısıra hayal edebilme ve bu yetiyi kullanabilme; önsezi, marifet olarak adlandırılabilmekte ve bir olguyu farklılaştırabilme veya yenilik katabilme olarak tanımlanmaktadır (Öztürk, 2004). Yaratıcılık çok geniş bir yelpazede kendini göstermekte, sanattan bilime uzanan her alanda karşımıza çıkabilmektedir (Dikici, 2001). Yaratıcılık her alanda mevcuttur (Turgut, 1990). Söz gelimi bilimsel yaratıcılık fen bilimleri ile ilgili yaratıcılık olarak karşımıza çıkmaktadır (Aktamış & Ergin, 2007).

Bilimsel yaratıcılığın özellikleri bir çeşit beceri; bilimsel bilgi ve becerilere bağlı olma, durgun yapı ve gelişimsel yapının birleşimi; olgun zihinsel yapı ve bu yapının daha da gelişmesi ve zihinsel beceri olarak sıralanmıştır (Hu & Adey, 2002). Yine Hu ve Adey (2002)'e göre fen bilimlerimde yaratıcılık yaratıcı süreç, yaratıcılığın karakteri ve yaratıcı ürün olarak üç boyuttadır. Bu boyutlar bilimsel yaratıcılığın ölçülmesinde teorik esası oluşturmaktadır. Yaratıcı süreç düşüncelerin özgürce yol alması ve bir çözümün ortaya konulmasıdır (San, 1985). Yaratıcılığın karakteri: onu tanımlayan akıcılık, esneklik ve özgünlük özellikleri ile tarif edilir ve yaratıcı düşünme yeteneği de bu üç özelliğin aranmasıyla ölçülür. Yaratıcı ürün de tüm bu aşamalar sonucunda ortaya konulan bilimsel bir problemin çözümü, bilimsel bilgi ya da bilimsel olgu olarak tanımlanır (Hu & Adey, 2002). Bu bağlamda bilimsel yaratıcılığın ölçülmesinde Hu ve Adey (2002) üç alt boyuttan oluşan yedi soruluk bir ölçek geliştirmiş ve ölçeğin değerlendirmesini alt boyutlarının dayandığı teorik esaslara göre belirleyip, bilimsel yaratıcılık konusunda bireylerin değerlendirilebilmesine olanak sağlamışlardır.

2.10. STEM Farkındalığı Nedir? Nasıl Ölçülür?

Farkındalık olgunlaşmış insanla ilişkili olduğu düşünülen ve bilinç olarak ele alınan bir kavramdır (Şahin & Kökdemir, 2015). Bu kavram pek çok konuda kişinin kendisinin farkına varması olarak ele alınabilir. STEM farkındalığı da farkına varılması gereken kavramlardan biridir.

STEM çağımızın yükselen değeri olarak fen öğretmenlerinin belki de en çok farkında olmaları gereken bir olgudur. Öğretmenlerin farkındalıklarının tespiti konusunda birden fazla ölçek bulunmaktadır. Bu ölçeklerden bazıları: Çorlu, Capraro ve Çorlu'nun (2015) geliştirdikleri öğretmen adaylarının FeTeMM Eğitimine İlişkin Zihinsel Hazır Olma Düzeyleri ile Matematik ve Fen Bilimleri Öğretiminin Doğasına İlişkin Tutumları Ölçeği, Hacıömeroğlu ve Bulut (2016) FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği, Gelen vd. (2019) Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (FeTeMM)'e Yönelik Özyeterlik Ölçeği, Hacıömeroğlu (2020) Öğretmen Adayları için FeTeMM Eğitimi Hakkında Öz yeterlik ve Endişe Ölçeği sayılabilir.

Etkili bir STEM eğitimi almak, öğrencilerin STEM alanlarında daha aktif olmaları sonucunu doğuracaktır. Bu bağlamda STEM alanı öğretmenlerinin alan bilgisi, pedagojik bilgisi ve teknolojik pedagojik alan bilgisine sahip olmaları önem arz etmektedir (National Research Council NRC, 2012). Öğretmenlerin STEM farkındalıklarının sorgulandığı çalışmalardan biri de Çevik'in (2017) yaptığı Ortaöğretim Öğretmenlerine Yönelik FeTeMM Farkındalık Ölçeğidir. Bu ölçek üç alt boyuttan oluşmaktadır ve FeTeMM eğitiminin öğrenciye etkisi, derse etkisi ve öğretmene etkisi bakımından sorgulamaktadır.

2.11. Özyeterlik (Proje Tabanlı Özyeterlik) Nedir? Nasıl Ölçülür?

Özyeterlik kişinin kendisine yönelik algısı şeklinde ifade edilebilir (Siegle, 2000). Bireylerin karşılaştıkları bir işi başarabilme kapasitesine yönelik algısıdır da denilmektedir (Senemoğlu, 2005). Kişilerin başarısını doğrudan etkileyen bir faktördür. Kişinin kendine olan inancı yetersiz ise ilgili konuda başarısız olabilmektedir (Gawith, 1995). Bu durum öğretmenlerde gerçekleşirse öğrenci başarısını, motivasyonunu ve özyeterlik algısını da olumsuz olarak etkilemektedir (Henson, 2001; Tschannen-Moran & Hoy, 2001). Dolayısıyla öğretmenlerin özyeterlik algılarının yüksek olması önem arz etmektedir.

Özyeterlik psikoloji alanına ait bir kavram olmakla beraber farklı alanlar için de kullanılmaktadır. Örneğin proje tabanlı öğretim ve bu konuda öğretmenlerin özyeterliklerinin tespit edilmesi konusunda Yıldız Fidan (2017) yüksek lisans çalışmasında bir ölçek geliştirmiş ve öğretmenlerin hangi noktada ne durumda olduklarını tespit etmeye çalışmıştır. Bu bağlamda geliştirdiği ölçekte 5 alt boyut oluşturmuş ve sorular geliştirmiştir. Böylece proje tabanlı öğrenme sürecini yöneten öğretmenlerin hangi aşamada kendilerini yetersiz hissettiklerini tespit etmiştir. Böylece bunların giderilmesi yönünde neler yapılabileceği konusunda ışık tutmuştur.

2.12. Alanyazın Taraması

Yerli Çalışmalar

Alanyazındaki çalışmalar STEM eğitimin önemini destekler mahiyette sonuçlar sunmaktadır.

Yamak, Bulut ve Dündar (2014), ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve fene karşı tutumlarına STEM etkinliklerinin etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları deneysel çalışmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve fene karşı tutumlarını pozitif yönde geliştirdiğini tespit etmişlerdir.

Ceylan (2014), ortaokul 8. sınıf Fen Bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda STEM eğitimi temelinde hazırlanan öğretim tasarımının uygulanmasının öğrencilerin akademik başarılarına, yaratıcılık ve problem çözme becerilerine olan etkisinin incelendiği çalışma sonucunda; deney grubunda bulunan öğrencilerin kontrol grubunda bulunan öğrencilere göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Yıldırım ve Altun (2015), STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirdikleri deneysel çalışma sonunda STEM Eğitimi ve Mühendislik uygulamalarının öğrencilerin başarılarını geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Gülhan ve Şahin (2016), Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik entegrasyonunun (STEM) ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirdikleri deneysel çalışma sonucunda STEM etkinliklerinin öğrencilerin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarını geliştirdiği sonucuna varmışlardır.

Tunç (2019) yaptığı doktora çalışmasında STEM bütünleşik öğretmenlik çerçevesine yönelik hizmetiçi eğitim programı uygulamış ve değerlendirmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre eğitimin veriliş yöntemini, süreyi, eğitim ortamını fiziki mekânı ve mesleki gelişimlerine katkısını yeterli bulmuşlardır. Ayrıca öğretmenler eğitimlerin beklentilerini karşıladığını, "STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesinde" yeni beceriler kazandıklarını belirtmişlerdir.

Tiryaki (2019) yaptığı doktora çalışmasında fen teknoloji mühendislik matematik uygulamalarının üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin tutum, eleştirel düşünme ve yaratıcılıklarına etkilerini incelediği çalışmada öğrencilerin genel fene yönelik tutumlarını arttırdığı, farklılaştırılmış STEM eğitiminin öğrencilerin ilerideki kariyer seçimlerine etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin genel eleştirel düşünme becerileri açısından uygulama öncesinde aynı seviyede oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca genel eleştirel düşünme becerilerine olumlu bir etkisinin olduğu sonucuna da varılmıştır.

Genek ve Küçük (2020) yaptıkları çalışmada 85 ilköğretim öğrencisi ile STEM müfredatı uygulanmasında öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının olumlu geliştiği sonucuna ulaşmışlardır.

Bozkurt Altan ve Tan (2020) 24 ortaokul öğrencisi ile yaptıkları STEM eğitiminin öğrencilerin fikirlerinin yaratıcılığının, diğer öğrencilerin fikirlerine maruz kalma, tasarım temelli öğrenme sürecine aşinalık derecesi ve öğrencilerin bunu yapmak zorunda olmaları gibi birçok nedenden etkilendiğini ortaya koymuşlardır.

Ciğerci (2020) yaptığı yüksek lisans çalışmasında eğitim yönetimi konusunda yüksek lisans yapan okul yöneticileri (49 kişi) ve öğretmenlerin (67 kişi) FeTeMM eğitimine yönelik farkındalıklarını incelemiş ve kadınların erkeklere, gençlerin yaşlılara anlamlı fark sahibi olduğu sonucuna varmıştır.

Doğan ve Kahraman (2021) 98 8. Sınıf öğrencisi ile yaptıkları çalışmada STEM etkinliği uygulamalarının bilimsel yaratıcılığa etkisine bakmış ve anlamlı bir artış olduğu sonucuna varmışlardır.

Kırıcı ve Bakırcı (2021) yaptıkları çalışmada toplamda 64 7.sınıf öğrencisinin bilimsel yaratıcılıklarını incelemiş ve STEM destekli araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımın öğrencilerin bilimsel yaratıcılığını artırma potansiyeline sahip olduğu sonucuna varmıştır.

Oğul (2021) yaptığı yüksek lisans çalışmasında fen bilgisi öğretmen Adaylarının STEM uygulamalarındaki gelişim süreçlerini incelemiş ve eğitimden geçen öğretmenlerin gelişim gösterdiği sonucuna ulaşmıştır.

Ülkemizde FeTeMM eğitimi üzerine pek çok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalar öğrencilerin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının konu hakkında bilgi, tecrübe, tutum ve inançları üzerine olmaktadır (Canbazoğlu & Tümkaya, 2020; Çevik, 2018; İnançlı & Timur, 2018; Hacıömeroğlu, 2018). Aynı zamanda yapılan başka çalışmalarda da deneyim ve görüşlerin ortaya çıkarılması konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Araştırmalara bakıldığında Kızılay (2017) "STEM Semantik Farklılık Ölçeği" ile öğretmen adaylarının anlamsal algılarını incelediği; Hacıömeroğlu ve Bulut (2016) Öğretmen Adaylarının Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği ile öğretim yönelimlerini incelediği; Buyruk ve Korkmaz (2016) FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması ile farkındalık düzeylerini incelediği; Derin ve Kırkıç (2017) STEM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) Eğitimi Tutum Ölçeği ile tutumlarını incelediği; Gelen vd. (2019) Fen bilimleri öğretmen adaylarının Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (FeTeMM)'e Yönelik Özyeterlik Ölçeği ile öz yeterlik düzeylerini incelediği görülmektedir. Proje tabanlı öğretim ile öğrenci genel özyeterliklerinin incelendiği araştırmalara örnek olarak birkaç tane verilebilir.

Sonuç olarak STEM eğitimi öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, fene karşı tutumlarına, STEM alanlarıyla ilgili algı ve tutumlarına, akademik başarılarına, yaratıcılık ve problem çözme becerilerine önemli katkılar sunmaktadır.

Alanyazında pek çok farklı uygulamada arduino kartları kullanılarak tasarlanmış STEM eğitimi çalışmalarına da rastlanılmaktadır.

Karaahmetoğlu (2019) yaptığı yüksek lisans çalışmasında proje tabanlı arduino eğitsel robot uygulamalarının öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerileri ve temel STEM beceri düzeyleri algılarına etkisini incelemiş ve deney grubunda yürütülen blok tabanlı robotik programlama aracına dayalı etkinliklerin öğrencilerin STEM becerilerini anlamlı düzeyde geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır.

Yıldırım (2020) yaptığı yüksek lisans çalışmasında sinir sisteminin öğretiminde FeTeMM tabanlı arduino robotik etkinliklerin akademik başarı ve mühendislik tasarım süreci üzerine etkilerini incelemiş ve akademik başarılarında artış ve mühendislik becerilerinde gelişme tespit etmiştir.

Güven (2020) yaptığı yüksek lisans çalışmasında ortaokul 5.sınıf fen öğretiminde arduino destekli robotik kodlama etkinliklerinin kullanılmasını incelemiş ve fen bilimleri dersi tutumlarına, fen bilimleri konularında arduino destekli robotik kodlama etkinliklerine, teknoloji kullanımına yönelik tutumlarına olumlu etkisini tespit etmiştir.

Secer (2020) yaptığı doktora çalışmasında bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde arduino kodlama ile kâğıt kalem kodlama uygulamalarının öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri, problem çözme becerileri ve STEM tutumları üzerine etkisini incelemiş ve öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri, problem çözme becerileri ve STEM tutumları üzerine olumlu sonuçlar elde etmiştir.

Güleryüz (2020) yaptığı doktora çalışmasında 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının 21.yüzyıl öğrenen becerileri, STEM farkındalık ve STEM öğretmen öz yeterliğine etkisini incelemiş ve STEM temelli fen etkinlikleri öğrencilerin 21. yüzyıl öğrenen becerilerini gelişimine katkı sağladığı, STEM eğitiminin, öğrencilerin STEM farkındalık durumları üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Güven, Kozcu Çakır, Sülün, Çetin ve Güven (2020) arduino destekli uygulamaların etkilerini belirlemeyi çalıştıkları çalışmada 6.sınıf öğrencileri ile çalışmış ve yaratıcılık, tutum düzeylerinin olumlu arttığını bulmuşlardır.

Çoban ve Erol (2021a) yaptıkları çalışmada arduino tabanlı STEM eğitim materyali geliştirmiş enerji teoremi üzerinde durmuşlardır.

Yine Çoban ve Erol (2021b) yaptıkları başka çalışmada Arduino kullanarak Newton'un ikinci yasasının doğrulanması üzerine STEM öğretim materyali geliştirmişlerdir.

Aydın (2021) yaptığı yüksek lisans çalışmasında robotik ve kodlama eğitiminin ilkokul 4.sınıf öğrencilerinin STEM eğitimine yönelik tutum, temel becerileri ve STEM kariyer ilgilerine etkilerini incelemiş ve robotik ve kodlama eğitiminin öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği, temel becerilerin geliştiği, STEM kariyer ilgilerinin arttığı sonucuna ulaşmıştır.

Yabancı Çalışmalar

Hsu, Purzer ve Cardella (2011) yaptıkları çalışmada, sınıf öğretmenlerinin tasarım, mühendislik ve teknolojiye (DET) ilişkin algılarını ve aşinalıklarını incelemiştir. 192 ilköğretim öğretmeninden veri toplamış ve ilköğretim öğretmenlerinin tasarım, mühendislik ve teknolojiye aşinalıklarının artırılması gerektiğini sonucuna varmışlardır.

Benitti (2012) disiplinler arası müfredatın ve robotiği diğer derslerle (fen bilimleri ve mühendislik) entegre eden faaliyetlerin olması gerektiğini, STEM bilgisini geliştirmeyi amaçlayan robotik faaliyetler, öğrencilerin STEM'in yanı sıra robotikle ilgilenenlerin de ilgisini çekmesine yardımcı olacağını belirmiştir.

Gupta, Tejovanth ve Murthy (2012) çalışmalarında lise öğrencilerine scratch-arduino kullanarak programlamayı tanıtmaya yönelik ampirik çalışmalara dayanan sonuçları ve gözlemleri tartışmış ve mantıksal programlamanın ve bilgisayar donanımı arabiriminin lise düzeyinde tanıtılmasının, öğrenmeyi ve yaratıcılığı teşvik eden etkileşimli bir ortam yaratma açısından avantajlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Naizer, Hawthorne ve Henley (2014) yaptıkları çalışmada kırsal okul bölgelerinden ortaokul öğrencileri ile bir yaz STEM programı uygulayarak, öğrencilerin matematik bilim, teknoloji ve problem çözme konusunda artan ilgi ve güvenlerini gösterdiler.

Karim, Lemaignan ve Mondada (2015) yaptıkları çalışmada robotlar, K-12 STEM eğitimini yeniden şekillendirebilir mi sorusuna bir yanıt taslağı oluşturmak için bir çalışma yapmışlardır. Mevcut robot platformları ve araç setlerini içeren robot tabanlı öğrenme etkinlikleri üzerine mevcut literatürü yan yana gözden geçirerek, öğretim ortamları açısından, çeşitli eksiklikleri tespit etmişlerdir. Bu eksiklikler özetle, öğretmen eğitiminin olmaması, robotların eğitimle birleştiren bir eğitim çerçevesinin olmayışı sonucuna varmışlardır.

Yasin, Prima ve Sholihin, (2018) yaptıkları çalışmada arduino kartları kullanarak elektrik devrelerini 8. sınıf öğrencilerine öğretme konusunda çalışmış ve olumlu sonuçlar almışlardır. "Arduino-Android Oyun Tabanlı Deney" kullanarak elektrik üzerinden

STEM öğrenmenin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik okuryazarlığı ve STEM okuryazarlığını geliştirdiğini göstermiştir.

Siew ve Ambo (2020) yaptıkları çalışmada işbirlikli öğrenme ile bütünleşmiş bir STEM projesinin etkilerini 362 beşinci sınıf öğrencisinin bilimsel yaratıcılıkları üzerinde incelemiş ve olumlu sonuçlar almışlardır.

Susilowati, Miriam, Suyidno, Sholahuddin ve Winarno (2020) yaptıkları çalışmada 45 fizik dersi öğretmen adayı öğrencisinin yaratıcılık düzeylerinin STEM temelli öğrenmeden etkilendiğini göstermiştir.

Rafanan, De Guzman ve Rogayan (2020) nitel çalışmalarında Filipinler'deki bir devlet ortaokulunda son sınıf lise öğrencilerinin STEM programına neden kaydoldukları ve ilgili kariyere devam etme niyetleri konusundaki bakış açılarını araştırmış ve çalışma sonucunda öğrencilerin kariyer seçimi ile bağlantılar tespit etmiş. Ayrıca öğrencilerin bilime daha fazla ilgi duymaları için, STEM öğretmenlerinin kendilerini geliştirmelerini veya ileri çalışmalar yapmalarını önermişlerdir.

Sirajudin, Suratno ve Pamuti (2021) 76 biyoloji bölümü üniversite öğrencisi üzerinde yaptıkları STEM yaklaşımlı çalışmada eğitiminin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerileri üzerinde olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Lin ve Tsai (2021) yaptıkları çalışmada disiplinler arası STEAM müfredatını uygulamak için bu çalışmada pedagojik bir STEAM (İskele, Özel Ders, Etkileşim, Tartışma ve Modelleme) modeli önermişlerdir. Güney Tayvan'daki bir liseden yüz on dört katılımcı ile çaptıkları etkinlikler sonucunda pedagojik STEAM modelinin uygulanmasının deney grubundaki öğrencilerin proje yetkinliğini ve öğrenme motivasyonunu artırabildiğini ortaya koymuşlardır. Öğrenci görüşmelerinden elde edilen nitel veriler de öğrencilerin modele ilişkin olumlu algılara sahip olduğunu göstermektedir.

3. BÖLÜM

YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada, zayıf deneysel araştırma modellerinden tek grup öntest–sontest modeli kullanılmıştır. Bu desenin özelliği çalışmanın tek grupla yapılıyor olması ve bu gruba ilişkin ölçümlerin hem yöntemin uygulanmasından önce hem de yöntemin uygulanmasından sonra alınıyor olmasıdır (Fraenkel & Wallen, 2000).

2018-2019 Eğitim-Öğretim Yılında gerçekleştirilen bu çalışmanın modeli doğrultusunda, fen öğretmen adaylarına çalışma öncesinde Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği, FeTeMM Farkındalık Ölçeği ve Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Ölçeği öntest olarak uygulanmıştır. Ardından, haftada 5 saat olmak üzere 5 hafta süreyle STEM Yaklaşımında Robotik Uygulamaların (Arduino) Kullanıldığı Fen Öğretmen Eğitimi Programı uygulanmıştır. Uygulamalar sonrasında sontest olarak öğretmen adaylarına yeniden Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği, FeTeMM farkındalık Ölçeği ve Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Öz Yeterlilik Ölçeği uygulanmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Araştırmanın tasarımı.

Veri Toplama Araçları (Ön)	Yöntem/Veri Kaynakları	Veri Toplama Araçları (Son)
Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği	STEM Yaklaşımında Robotik Uygulamaların (Arduino) Kullanıldığı Öğretmen Eğitimi Programı	Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği
FeTeMM Farkındalık Ölçeği		FeTeMM Farkındalık Ölçeği
Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Ölçeği		Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Ölçeği

3.2 Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Bu araştırmanın evrenini Türkiye'deki fen bilgisi öğretmen adayları oluşturmaktadır.

Çalışmanın örneklemini ise Türkiye'nin kuzeybatı bölgesinde yer alan bir devlet üniversitenin eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği son sınıf öğrencilerinden, gönüllü 31 öğretmen adayı oluşturmuştur. Örneklemi oluşturmada uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin seçilmesinin sebebi, araştırmacının yakın ve kolay ulaşılabilir bir durumu seçerek kendisine hız ve pratiklik kazandırmasıdır (Yıldırım & Şimşek, 2006).

3.3 Araştırmada Verilen Ön Eğitimin Tasarımı

Öğretmen adaylarının STEM yaklaşımına ve Arduino'ya ilişkin temel bilgiler vermek üzere uygulamalara başlamadan önce araştırmanın yapılacağı öğretmen adaylarına "STEM Nedir?" başlıklı 2 saatlik bir seminer verilmiştir. Bu seminerde STEM eğitim yaklaşımının ne olduğu, ortaya çıkışı, süreç içerisinde dünyadaki ve Türkiye'deki öğretim programlarına yansıması, uygulama örnekleri ve öğretmenlere yeni ne tür görevler getirdiği konuları anlatılmıştır. Bu eğitimin ardından, çalışmanın uygulamalarında kullanılacak olan Arduino elektronik kartının ne olduğu, nasıl

kullanılabileceği, nasıl programlanabildiği ve elektrik devrelerinin nasıl kurulabileceği konularında yine 2 saatlik ikinci bir seminer daha yapılmıştır.

3.4 Araştırmada Kullanılan Ders Planları ve Etkinliklerin Tasarlanması

STEM yaklaşımının uygulanmasında öğretmenlerin uygulama konusunda bilgili olmaları, etkinlikler tasarlayabilmeleri ve uygulayabilmeleri esastır (Çorlu & Çallı, 2017). Öğretmenlerin STEM yaklaşımına yönelik etkinlik tasarlama ve uygulama süreçlerinde elbette ki halen yürürlükte olan 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı doğrultusunda hareket etmeleri gerekmektedir. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelendiğinde STEM yaklaşımını hedefleyen "Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları" kapsamında öğrencilerin ünitelerde ele alınan konulara ilişkin;

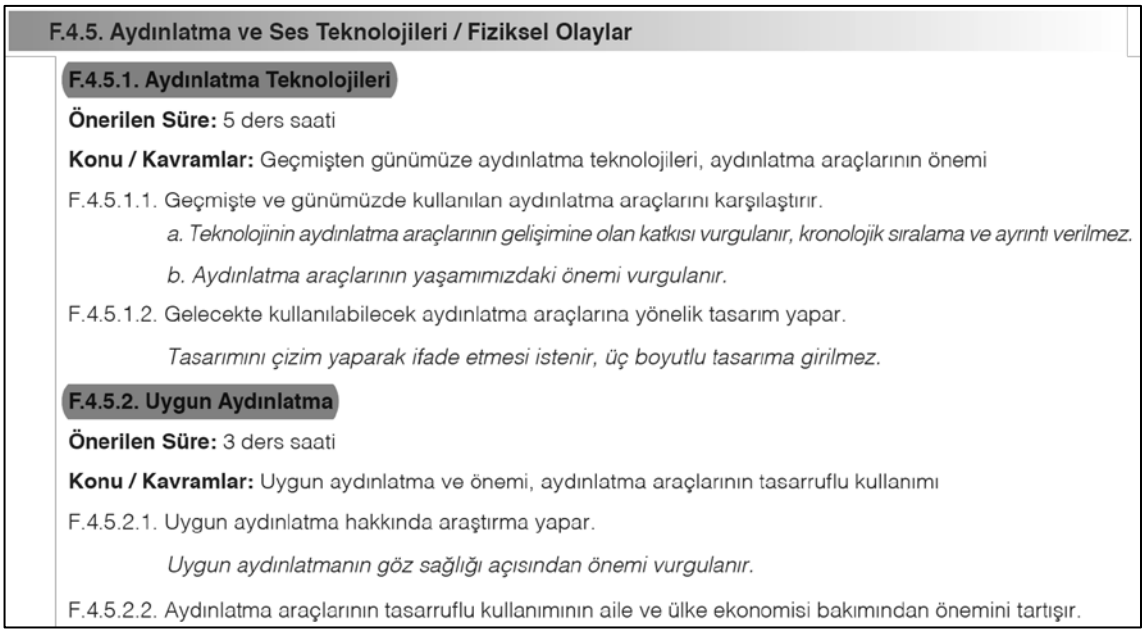
- Günlük hayattan bir ihtiyaç veya problem tanımlamaları
- Günlük hayatta kullanılan veya karşılaşılan araç, nesne veya sistemleri geliştirmeye yönelik probleme odaklanmaları,
- Malzeme, zaman ve maliyet kriterleri göz önünde bulundurmaları
- Ürün geliştirme aşamasında deneme yapmaları, bu denemeler sonucunda elde ettikleri nitel ve nicel verileri, gözlemleri kaydetmeleri,
- Ürünü grafik okuma veya oluşturma becerileriyle değerlendirmeleri

beklenmektedir (MEB Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, 2018). Çalışmanın uygulamalarına ait ders planları ve etkinlikler hazırlanırken programda belirtilen bu kriterler dikkate alınmıştır. Ders planları ve etkinlikler, STEM eğitim yaklaşımında Arduino elektronik kartının kullanımının uygun olduğu düşünülen 4. 6. ve 8. sınıf seviyelerindeki konu ve kazanımlar seçilerek hazırlanmıştır. 5 adet olarak hazırlanan ders planları ve etkinlikler haftada 4 saat olmak üzere 5 hafta boyunca uygulanmıştır. Hazırlanan ders planlarının ve etkinliklerin adı, sınıfı, ünitesi ve uygulama süresi Çizelge 3.2'deki gibidir.

Çizelge 3.2. Etkinlik isimleri, sınıfı, ünitesi ve süresi.

	Etkinlik Adı	**Sınıf**	**Ünite**	**Süre**
1	***Yanar Döner Tabela***	4.Sınıf	Aydınlatma ve Ses Teknolojileri	4 Saat
2	***Sesli Uyar Beni***	6.Sınıf	Ses ve Özellikleri	4 Saat
3	***Meteoron***	8.Sınıf	Mevsimler ve İklim	4 Saat
4	***Tuğla-dizer***	8.Sınıf	Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi	4 Saat
5	***Seyyar Nabız***	6.Sınıf	Vücudumuzdaki Sistemler ve Sağlığı	4 Saat

Çalışmadaki ders planlarının ve etkinliklerin içerdiği kazanımlar ise aşağıdaki gibidir.



F.4.5. Aydınlatma ve Ses Teknolojileri / Fiziksel Olaylar

F.4.5.1. Aydınlatma Teknolojileri

Önerilen Süre: 5 ders saati

Konu / Kavramlar: Geçmişten günümüze aydınlatma teknolojileri, aydınlatma araçlarının önemi

F.4.5.1.1. Geçmişte ve günümüzde kullanılan aydınlatma araçlarını karşılaştırır.

a. Teknolojinin aydınlatma araçlarının gelişimine olan katkısı vurgulanır, kronolojik sıralama ve ayrıntı verilmez.

b. Aydınlatma araçlarının yaşamımızdaki önemi vurgulanır.

F.4.5.1.2. Gelecekte kullanılabilecek aydınlatma araçlarına yönelik tasarım yapar.

Tasarımını çizim yaparak ifade etmesi istenir, üç boyutlu tasarıma girilmez.

F.4.5.2. Uygun Aydınlatma

Önerilen Süre: 3 ders saati

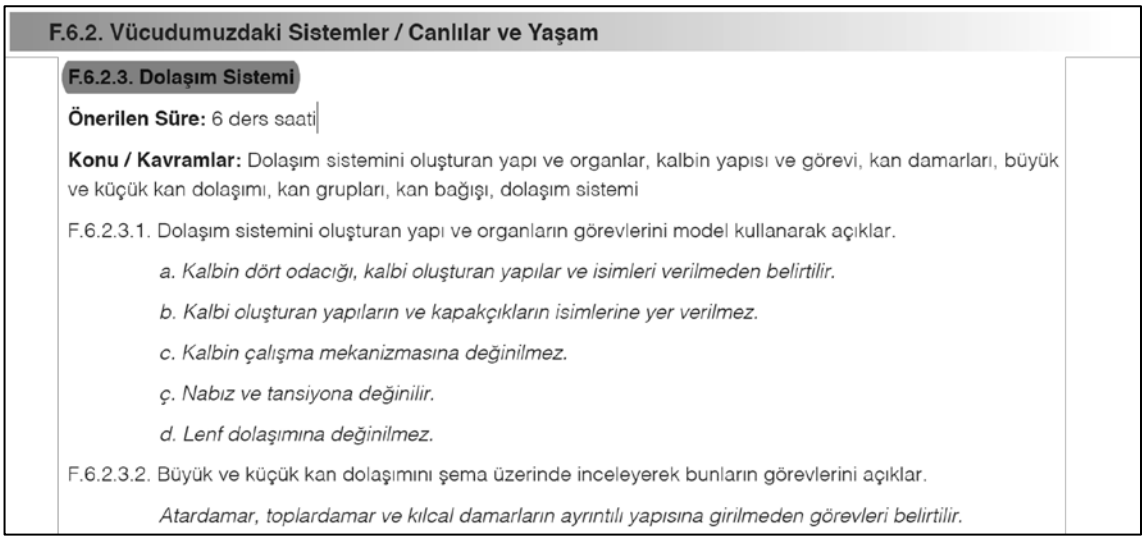
Konu / Kavramlar: Uygun aydınlatma ve önemi, aydınlatma araçlarının tasarruflu kullanımı

F.4.5.2.1. Uygun aydınlatma hakkında araştırma yapar.

Uygun aydınlatmanın göz sağlığı açısından önemi vurgulanır.

F.4.5.2.2. Aydınlatma araçlarının tasarruflu kullanımının aile ve ülke ekonomisi bakımından önemini tartışır.

Şekil 3.1. Etkinlik-1 ünite ve kazanımları (MEB, 2018a).



F.6.2. Vücudumuzdaki Sistemler / Canlılar ve Yaşam

F.6.2.3. Dolaşım Sistemi

Önerilen Süre: 6 ders saati

Konu / Kavramlar: Dolaşım sistemini oluşturan yapı ve organlar, kalbin yapısı ve görevi, kan damarları, büyük ve küçük kan dolaşımı, kan grupları, kan bağışı, dolaşım sistemi

F.6.2.3.1. Dolaşım sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini model kullanarak açıklar.

a. Kalbin dört odacığı, kalbi oluşturan yapılar ve isimleri verilmeden belirtilir.

b. Kalbi oluşturan yapıların ve kapakçıkların isimlerine yer verilmez.

c. Kalbin çalışma mekanizmasına değinilmez.

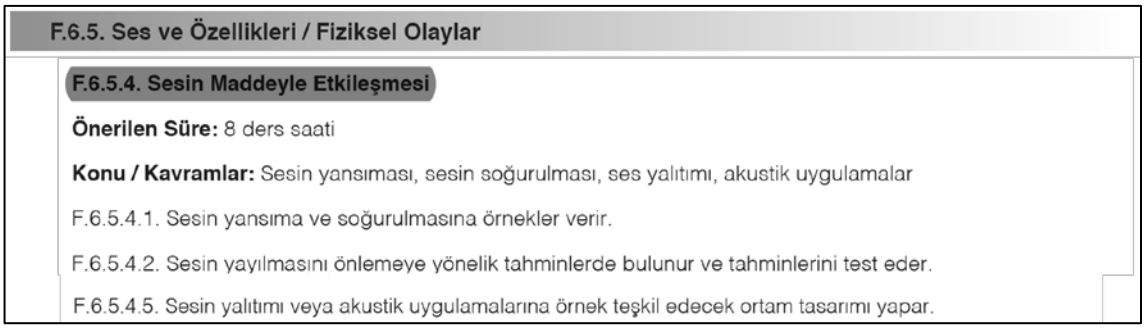
ç. Nabız ve tansiyona değinilir.

d. Lenf dolaşımına değinilmez.

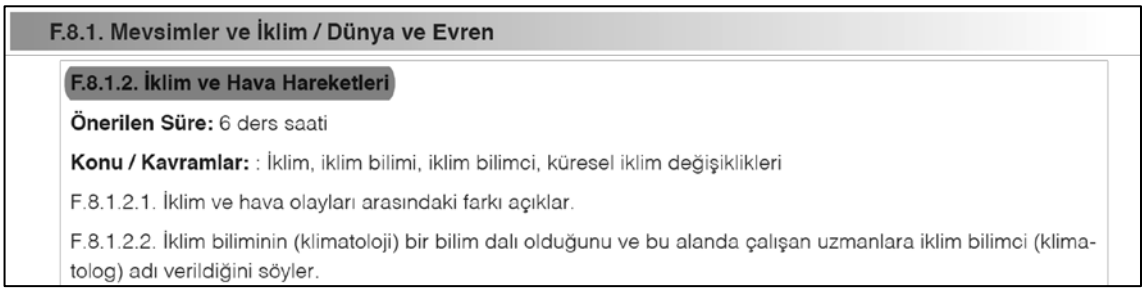
F.6.2.3.2. Büyük ve küçük kan dolaşımını şema üzerinde inceleyerek bunların görevlerini açıklar.

Atardamar, toplardamar ve kılcal damarların ayrıntılı yapısına girilmeden görevleri belirtilir.

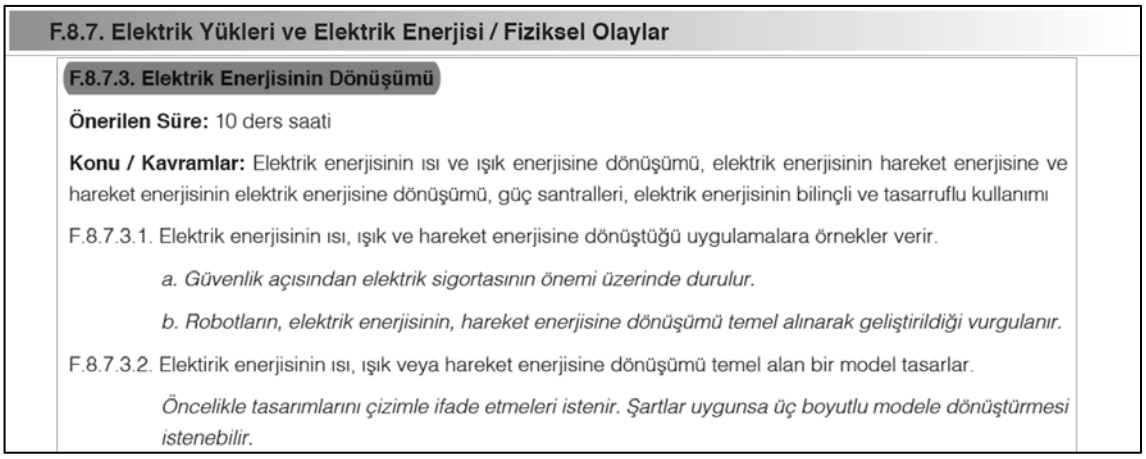
Şekil 3.2. Etkinlik-2 ünite ve kazanımları (MEB, 2018a).



Şekil 3.3. Etkinlik-3 ünite ve kazanımları (MEB, 2018a).



Şekil 3.4. Etkinlik-4 ünite ve kazanımları (MEB, 2018a).


F.8.7. Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi / Fiziksel Olaylar

F.8.7.3. Elektrik Enerjisinin Dönüşümü

Önerilen Süre: 10 ders saati

Konu / Kavramlar: Elektrik enerjisinin ısı ve ışık enerjisine dönüşümü, elektrik enerjisinin hareket enerjisine ve hareket enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümü, güç santralleri, elektrik enerjisinin bilinçli ve tasarruflu kullanımı

F.8.7.3.1. Elektrik enerjisinin ısı, ışık ve hareket enerjisine dönüştüğü uygulamalara örnekler verir.

a. Güvenlik açısından elektrik sigortasının önemi üzerinde durulur.

b. Robotların, elektrik enerjisinin, hareket enerjisine dönüşümü temel alınarak geliştirildiği vurgulanır.

F.8.7.3.2. Elektirik enerjisinin ısı, ışık veya hareket enerjisine dönüşümü temel alan bir model tasarlar.

Öncelikle tasarımlarını çizimle ifade etmeleri istenir. Şartlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir.

Şekil 3.5. Etkinlik-5 ünite ve kazanımları (MEB, 2018a).

Ders planlarının hazırlanmasında Çorlu ve Çallı (2017) tarafından hazırlanmış olan ders plan formatı kullanılmıştır. Bu bağlamda ders planları kendi içinde 5 bölümden oluşmaktadır.

1. **Hedef Kazanımlar:** Bu bölüm bilişsel süreç kazanımları ve sosyal ürün kazanımları olarak ikiye ayrılmaktadır. Bilişsel süreç kazanımları içerisinde planlarda merkez kazanım olarak Fen Bilimleri dersinin kazanımları ve diğer STEM disiplinine ait kazanım olarak da "Mühendislik" ve "Teknoloji" kazanımları yer almaktadır.
2. **Kullanılan Materyaller:** Ders boyunca gerekli olacak bütün malzemelerin listesi yer almaktadır. Malzemeler yazılırken okul imkanları, çevre imkanları ve veli imkanları göz önünde bulundurularak öğrencilerin getirebileceği ya da okulun sağlayabildiği malzemeler olmasına dikkat edilmiştir.
3. **Kaynaklar:** Planın hazırlanmasında kullanılan kaynaklar, başta öğretim programı ve ders kitapları yer almaktadır. Bunun dışında da pek çok kaynak kullanılabilir.
4. **Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP):** Ders planlarının merkezini oluşturmaktadır. Öğrencilerin ilgisini çekecek ve tasarım yapmaya teşvik edecek karmaşık ve dinamik güncel hayat problemlerinden oluşur.

Yapılacak tasarıma ilişkin öğrencilerin uymaları gereken sınırlamalar da bu bölümde verilmektedir. Problemin çözümü için kurulacak ekipteki görev ve sorumluluklar ile bunlara ilişkin açıklamalara da yer verilmektedir.

5. **Ders İçeriği:** Öğretmenin ders işleme akış planını teşkil eder, öğretmenin ders öncesinde yapacağı yönlendirmeler konusunda önceden düşünüp, planlama yapmasına, notlar almasına olanak sağlar. Planın gereksinimlerine göre esnek yapıdadır

    5.1. BTHP'ne İlişkin Sınırlamalar:

    5.2. Bilgi Edinme:

    5.3. Fikir Geliştirme:

    5.4. Ürün Geliştirme:

    5.4. Test Etme:

    5.5. Paylaşma ve Yansıtma:

    alt başlıklarından oluşmaktadır.

Ders planlarının uygulanması esnasında çalışma gruplarının etkinlik kapsamında yazmaları gereken araştırma bilgilerini, fikirlerini, tasarım planlarını, uygulamalarını, sonuçlarını ve paylaşım hedeflerini not alabilecekleri "Çalışma Defterleri" de ayrıca hazırlanmıştır. Bu defterler ders planları kapsamındaki etkinlikleri gerçekleştirirken öğrenci gruplarına yol gösterme amacı da taşımaktadır. Ders planları doğrultusunda hazırlanan çalışma defterleri aşağıdaki başlıkları içermektedir (Çorlu & Çallı, 2017).

Bölüm 0:

Bilgi Temelli Hayat Problemi:
Sınırlamalar:
Meslek, Görev ve Sorumluluklar:
Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP) ile Sizden Talep Edilen Nedir?

Bölüm 1: Bilgi Ediniyorum

1-Neler Biliyorum?

a-BTHP'ne ilişkin bildiklerinizi ve deneyimlerinizi yazın.

2-Neler Araştırmalıyım?

a-Çözüm üretmek için öncelikle hangi sorulara cevap bulmalısınız?

b-Yazdığınız sorulara araştırmalarınız sonucu hangi cevapları buldunuz?

c-Araştırmalarınızda hangi kaynakları kullandığınızı not edin.

Bölüm 2: Fikir Üretiyorum

1-BTHP'nin çözümü için düşündüğünüz tüm farklı fikirleri yazın.

2-Fikirlerinizden hangisini kullanmaya karar verdiniz? Neden?

Bölüm 3: Ürün Geliştiriyorum

1-Tasarlayalım

a-Kullanacağınız malzemeleri yazın.

b-Ürününüzü nasıl yapacaksınız? Ayrıntılı şekilde anlatın ya da bir mühendis gibi ölçüleriyle çizin.

2-Test edelim

a-Verileri kaydedelim.

b-Çözüm yolunuz başarılı mı? Bir sorunla karşılaştınız mı? Ne tür sorunlarla karşılaştınız?

3-Geliştirelim/Üretelim

a-Ürününüzde planladığınız değişiklikler nelerdir? (Ayrıntılı bir şekilde yazın ya da yeni taslağınızı tekrar çizin).

4-Değişiklikleri yapalım ve tekrar deneyelim.

a-Yeni verileri kaydedelim.

b-Ürününüz başarıya ulaştı mı?

5-Tanıtalım / Paylaşalım

a-Ürününüzü nasıl tanıtacağınızı ve ilgili kişileri nasıl haberdar edeceğinizi planlayın.

Bölüm 4: Etkinlik Sürecinde Öğrendiklerim

1. Başlangıçta sahip olduğunuz bilgi ve beceriler ile şimdi sahip olduğunuz bilgi ve becerileri karşılaştırdığınızda geliştiğinizi düşünüyor musunuz? Cevabınız evet ise hangi yönlerden/hangi becerilerinizin geliştiğini düşünüyorsunuz?
2. Bu etkinlikte en çok hoşunuza giden bölümler nelerdir? Neden?
3. Bu etkinlikte zorlandığınız durumlar oldu mu? Cevabınız evet ise hangi yönlerden ya da hangi bölümlerde zorlandınız? Neden?
4. Bu etkinlikte öğrendiklerinizden ileride faydalanabileceğinizi düşünüyor musunuz? Bu etkinlik için önerileriniz nelerdir?

3.5 Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları

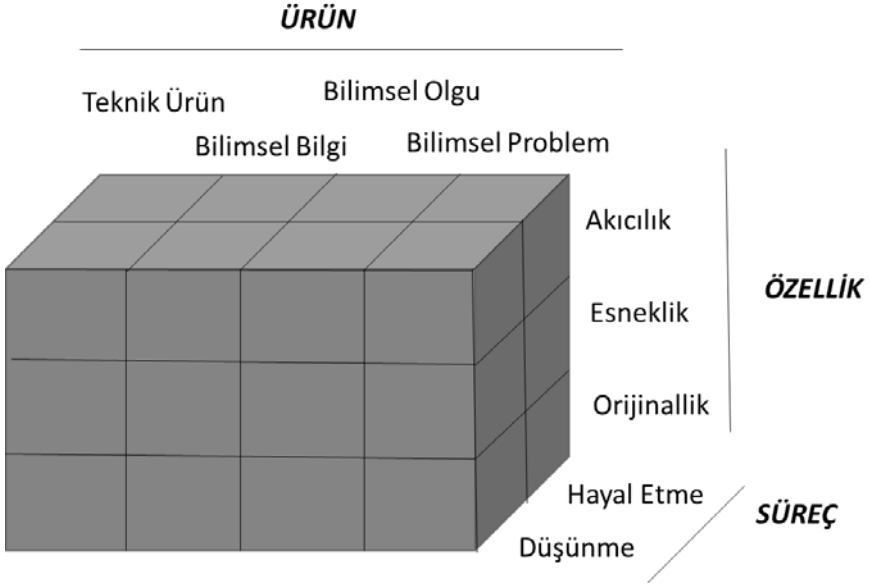
Araştırma kullanılan veri toplama araçları aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

3.5.1. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği

Bilimsel yaratıcılık ölçeği bireylerin farklı durumlarda yaratıcılıklarının belirlenmesi için Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilmiş bir ölçektir. Ölçek 7 sorudan oluşmaktadır. Ölçeğin Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı Hu ve Adey (2002) tarafından 0,89 olarak bulunmuştur. Ölçeğin Türkçeye kazandırılması Deniş Çeliker ve Balım (2012) tarafından yapılmıştır. Deniş Çeliker ve Balım tarafından Cronbach alfa ölçüm güvenirlik katsayısı 0,86 bulunmuştur. Bu çalışmada ise Cronbach Alpha güvenirlik değeri öntest için 0,54 sontest için 0,48 olarak bulunmuştur.

Hu ve Adey (2002) yaptıkları alan yazın incelenmesine dayanarak ölçeği geliştirmeden önce ölçeğe temel oluşturması için bir yapı önermişlerdir. Önerilen yapı, bilimsel yaratıcılığın ölçülmesinin, bilimsel yaratıcılığın araştırılmasının ve bilimsel

yaratıcılığın geliştirilmesinin dayandırılabileceği teorik bir temel olarak tasarlanmıştır. Ortaya çıkan bu tasarımın yapısı Şekil 3.6. 'da gösterilmektedir.



Şekil 3.6. Yaratıcılık modelinin bilimsel yapısı (Hu & Adey, 2002).

Bu yapı üç boyutludur. Boyutlar **Ürün, Özellik ve Süreç** şeklinde adlandırılmıştır. Bu boyutlar kendi içlerinde alt boyutlara ayrılır. **Ürün için** "Teknik Ürün, Bilimsel Bilgi, Bilimsel Olgu, Bilimsel Problem"; **Özellik için** "Akıcılık, Esneklik, Orijinallik"; **Süreç için** "Hayal Etme, Düşünme". Bu boyutlar birlikte toplamda (2x3x4) 24 hücreden oluşmaktadır. Testteki her soru modelde yer alan boyutlardan birden fazlasını ölçmeyi amaçlamaktadır (Akt. Deniş Çeliker & Balım, 2012). Ölçekteki sorulardan *Soru-1*: alışılmadık kullanımlar, *Soru-2*: problemi keşfetme, *Soru-3*: ürün geliştirme, *Soru-4*: bilimsel hayal gücü, *Soru-5*: problem çözümü, *Soru-6:* fen deneyi, *Soru-7*: ürün tasarımı görevleriyle ilgilidir (Kadayıfçı, 2008).

Ölçek Soruların Cevaplarının Değerlendirilmesi (Hu & Adey, 2002):

Toplamda 7 sorudan oluşan bu ölçekte değerlendirme her sorunun kapsadığı hücre sayısına göre oluşturulmaktadır. Örneğin ilk soru için: **1.Boyut Ürün** içinde "Bilimsel Bilgi", **2.Boyut Özellik** içinde "Akıcılık, Esneklik, Orijinallik" ve **3.Boyut Süreç** içinde

"Düşünme" alt boyutlardan oluşmaktadır. Sonuç olarak 1x3x1=3 hücreden oluşmaktadır. Tüm sorular için boyutlar Çizelge 3.8'deki gibidir.

Çizelge 3.3. Yaratıcılık modeli boyut çizelgesi.

	ÜRÜN				ÖZELLİK			SÜREÇ			
	Teknik Ürün	Bilimsel Bilgi	Bilimsel Olgu	Bilimsel Problem	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Hayal Etme	Düşünme	Hücre Hesaplaması	Toplam Hücre
Soru-1		x			x	x	x		x	1x3x1	3
Soru-2		x			x	x	x	x	x	1x3x2	6
Soru-3	x				x	x	x	x	x	1x3x2	6
Soru-4			x		x	x	x	x		1x3x1	3
Soru-5				x		x	x	x	x	1x2x2	4
Soru-6			x			x	x		x	1x2x1	2
Soru-7	x					x	x	x	x	1x2x2	4

Kadayıfçı (2008)'E göre yaratıcı düşünceler, düşüncelerin karakteristiğini betimleyen **akıcılık, esneklik ve özgünlükleriyle** anlaşılıp değerlendirilebilir. Aynı şekilde bir kişinin yaratıcı düşünme yeteneği de ortaya attığı düşüncelerinde bu üç özelliğin varlığı ile ölçülebilir. Ölçeğin puanlaması yapılırken her soru için *Özellik Boyutunda bulunan* "**Akıcılık, Esneklik ve Orijinallik"** için ayrı ayrı puanlar oluşturulmakta ve bu puanlar toplanarak soruya ait bir puana ulaşılmaktadır. Tüm sorulardan elde edilen puanlar toplanarak ölçekten alınan toplam puan belirlenir (Hu & Adey, 2002). Her bir sorunun değerlendirilmesi ayrıntılı olarak aşağıdaki gibidir.

1. 2. 3. ve 4. sorunun değerlendirilmesi: Akıcılık puanın, esneklik puanının ve orijinallik puanının toplamı şeklinde yapılacaktır. *Akıcılık puanı hesaplanması:* her katılımcının soruya verdiği toplam cevap sayısıdır ve kaliteden bağımsızdır. *Esneklik*

puanı hesaplaması: Cevapta kullanılan yaklaşımların veya alanların sayımı ile elde edilir. Bu uygulamada alanlar "Teknoloji, Fizik, Kimya ve Biyoloji" olarak belirlenmiştir. *Orijinallik puanı hesaplaması:* Elde edilen tüm cevapların frekansları ve yüzdeleri hesaplanır. Verilen cevap %5'in altındaysa, 2 puan; cevap % (5-10) arasında ise 1 puan; cevap %10'dan büyükse, ona 0 puan verilir.

5. sorunun değerlendirilmesi: Bu bölümde *Akıcılık puanı* hesaplanmamaktadır. *Esneklik puanı hesaplaması:* her bölme yöntemi 1 puan alır, öğrenci kaç farklı yöntem önerdiyse hepsi toplanarak toplam puan oluşur. (Çoğu öğrenci 3 veya 4 puan alabilir, bazıları 20 ila 30 puan alabilir. Genellikle 3 veya 4 yöntem çok basit bölme işlemi olduğu için 0 puan almak imkansızdır.) *Orijinallik puanı hesaplaması:* Tüm cevaplar çizelge haline getirilir. Tüm cevapların frekansları ve yüzdeleri hesaplanır. Yüzde değerlerine göre puanlanır. Elde edilen sonuçlar yüzde %5'in altında ise 3 puan; %5'ten %10'a kadar olanlar için 2 puan alır; eğer sonuç %10'dan büyükse 1 puan alır. Son olarak esneklik ve *orijinallik puanı* toplanıp tek bir puan elde edilir.

6. sorunun değerlendirilmesi: Bu sorunun puanı esneklik puanı ile orijinallik puanının toplamıdır. *Esneklik puanı hesabı:* bir doğru yöntem için maksimum 9 puandır (araç: 3 puan; ilke: 3 puan; prosedür: 3 puan). Puanlama tasarımın araç, ilke ve prosedür aşamalarına ne ölçüde değindiğine göre puanlanır. *Orijinallik puanı* hesabı: diğer sorularda olduğu gibi hesaplanır. Ancak bu sefer cevap yüzdesi %5'ten az ise 4 puan alır; %5-%10 arasındaysa 2 puan alır; %10'dan büyükse 0 puan alır. Öğrencilerin peçeteleri test ederken orijinal bir yöntem tasarlaması, 1'den 4'e kadar olan sorulardaki görevlere nazaran orijinal bir cevap bulması daha zor olması nedeniyle bu görevde farklı bir puanlama sistemi kullanılır.

7. Sorunun değerlendirilmesi: *Esneklik puanı hesaplanması:* makinenin işlevlerine göre belirlenir. Toplama makinesinin belirli bir işlevi 3 puan ile puanlanır. Bu işlevler elmaya ulaşmak, elmaları bulmak, elmaları toplamak, elmaları taşımak, ayırmak ve daha sonra elmaları kaplara koyarak bir sonraki ağaca geçmek vb. olabilir. *Orijinallik*

puanı hesaplanması: diğer tüm senaryoları işaretlemiş olan ve genel bir izlenime dayalı olarak 1 ila 5 puan arasında bir puan daha verilir.

Tüm soruların değerlendirilmesinin özeti Çizelge 3.9'da verilmiştir.

Çizelge 3.4. Bilimsel yaratıcılık ölçeği değerlendirme çizelgesi.

	Alt İçeriği	**Akıcılık puanı**	**Esneklik Puanı** **Esneklik Puanı için Kategoriler**	**Orijinallik puanı**
Soru 1	Alışılmadık Durumlar	Üretilen her 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 her bir cevap için 2 puan, %5-%10 arası iç in 1 puan
Soru 2	Problemi Keşfetme	Üretilen her cevap için 1 puan	Önerilen her değişik cevap için 1 puan (1) gezegen tarihi (2) gezegenin yapısı (3) uzaylılar (4) yarar (5) yaşama yeri olarak düşünme	%5'ten daha az kişide rastlanan her bir cevap için 2 puan, %5-%10 arası iç in 1 puan
Soru 3	Ürün Geliştirme	Üretilen her cevap için 1 puan	Önerilen her değişik cevap için 1 puan (1) estetik (2) güvenlik (3) hız / enerji (4) işlevsellik (5) konfor / rahatlık	%5'ten daha az kişide rastlanan her bir cevap için 2 puan, %5-%10 arası iç in 1 puan
Soru 4	Bilimsel Hayal Gücü	Üretilen her cevap için 1 puan	Önerilen her değişik cevap için 1 puan (1) canlılar (2) genel hayat ve fizik kanunları (3) gezegen ve doğa	%5'ten daha az kişide rastlanan her bir cevap için 2 puan, %5-%10

			(4) insan ve hayatı (5) sosyal yasam (6) ulaşım, araçlar ve icatlar	arası iç in 1 puan
Soru 5	Problem Çözümü	YOK	Üretilen her cevap için 1 puan	%5'ten daha az kişide rastlanan her bir cevap için 3 puan %5- %10 arası kişi için 2 puan %10'dan daha fazla kişide rastlanan cevap için 1 puan
Soru 6	Fen Deneyi	YOK	Verilen her bir metot için en fazla 9 puan (aletler için 3, prensip için 3, prosedür için 3 puan). Bir cevap iki mükemmel metodu öneriyorsa toplam 18 puan.	%5'inden az olan metotlara 4 puan %5-%10 arasına 2 puan.
Soru 7	Ürün tasarımı	YOK	Makinenin verilen her bir ayrı fonksiyonu için 3'er puan	Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ila 5 arasında bir puan

3.5.2. FeTeMM Farkındalık Ölçeği

Ölçek Çevik (2017) tarafından geliştirilmiş olup matematik, fizik, kimya, biyoloji ve bilişim teknolojileri öğretmenlerinin FeTeMM alanındaki farkındalıklarını belirlemek için hazırlanmış bir ölçektir. Ölçek beşli likert tipinde bir ölçektir. Ölçek 3 alt boyuttan ve 15 maddeden oluşmaktadır. Ölçek alt boyutları FeTeMM 'in öğrenciye etkisinin, derse etkisinin ve öğretmene etkisinin farkındalıklarının ölçüldüğü sorulardan oluşmaktadır. Ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlik değeri Çevik (2017) tarafından 0,82 bulunmuştur**.** Bu çalışmada ise Cronbach Alpha güvenirlik değeri öntest için 0,88 sontest için 0,95 olarak bulunmuştur.

3.5.3. Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Ölçeği

Öğretmen adaylarının arduino destekli proje öğretimine ilişkin özyeterliliklerini ölçmek amacıyla, Yıldız Fidan (2017) tarafından geliştirilmiş olan "Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Ölçeği" ndeki "Proje" ifadeleri, "Arduino Destekli Proje" ifadeleri olarak değiştirilerek kullanılmıştır. Ölçek beşli likert tipindedir. Toplamda 24 sorudan oluşmakta ve 5 boyutludur. Bu boyutlar sürece hakimiyet-rehberlik etme, planlama-hazırlık ve yansıtma, uygulama-değerlendirme, dönüt verme-alternatif değerlendirme, üst düzey öğrenme şeklindedir. Ölçeğin Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı 0,92 olarak bulunmuştur (Yıldız Fidan, 2017). Bu çalışmada ise Cronbach Alpha güvenirlik değeri öntest için 0,97 sontest için 0,98 olarak bulunmuştur.

3.6 Verilerin Analizi

Verilerin analizi noktasında IBM SPSS Statistics Version 25 programı kullanılmıştır. Ölçeklerden elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için çarpıklık ve basıklık değerleri hesaplanmıştır (Tabachnick & Fidell, 2007). Ayrıca normallik testinden çıkan sonuca göre normal dağılım görülmesi durumlarında bağımlı gruplar t-testi kullanılmış; normal dağılım görülmediği durumlarda parametrik olmayan Wilcoxon işaretli sıralar Testi uygulanmıştır.

4. BÖLÜM

BULGULAR VE YORUM

Araştırmanın bu bölümünde verilerin analizinden elde edilen bulgular sunulmaktadır. Birinci bölümde, 1. hipotezi (Hipotez-1: STEM yaklaşımında robotik uygulamalarının (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında bilimsel yaratıcılık düzeyleri arasında anlamlı fark yoktur.) test etmek üzere elde edilen verilerin analiz bulguları yer almaktadır. İkinci bölümde 2. hipotezin (Hipotez-2: STEM yaklaşımında robotik uygulamalarının (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında STEM farkındalık düzeyleri arasında anlamlı fark yoktur.) test etmek üzere elde edilen verilerin analiz bulguları yer almaktadır. Üçüncü bölümde ise 3. hipotezi (Hipotez-3: STEM yaklaşımında robotik uygulamalarının (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında arduino destekli proje tabanlı öğretime İlişkin özyeterlilik düzeyleri arasında anlamlı fark yoktur.) test etmek üzere elde edilen verilerin analiz bulguları yer almaktadır.

4.1 Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinden Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları

Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin hem öntest hem de sontest olarak uygulanmasından elde elden verilerin analizlerine karar verebilmek için öncelikle elde edilen verilerin farklarının normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir. Bu amaçla yapılan normallik testiyle çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri hesaplanmış olup elde edilen sonuçlar Çizelge 4,1'deki gibidir.

Çizelge 4.1. Bilimsel yaratıcılık ölçeği normallik testi sonuçları.

	$X_{ort.}$	Std. Hata Ort.	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık
Yaratıcılık Öntest-Sontest Farkı	-.0645	1.6636	9.2626	-.220	-.650

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık ölçeğinin öntest ve sontest puanlarının farkına ilişkin çarpıklık (-0,220) ve basıklık (-0,650) değerlerinin ±1,5 aralığında olması nedeniyle verilerin farklarının normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir (Tabachnick & Fidell, 2007). Bu nedenle Hipotez-1'i test etmek üzere bağımlı gruplar t-testi kullanılmasına karar verilmiştir. Yapılan bağımlı gruplar t-testi sonuçları Çizelge 4.2'deki gibidir.

Çizelge 4.2. Bilimsel yaratıcılık ölçeği öntest sontest puanlarına ait bağımlı gruplar t-testi sonuçları.

Bilimsel Yaratıcılık	**N**	$\overline{X}$	**SS**	**SD**	**t**	**p**
Öntest	31	52.71	8.99	30	-.039	.969
Sontest	31	52.77	8.19			

Çizelge 4.2'de görüldüğü üzere STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında bilimsel yaratıcılık düzeyleri arasında istatistik olarak anlamlı fark yoktur (t=-0,039; p>0,05). Bu nedenle 1. Hipotez (Hipotez-1: STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında bilimsel yaratıcılık düzeyleri arasında anlamlı fark yoktur.) kabul edilmiştir. Yani STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programının fen bilimleri öğretmen

adaylarının bilimsel yaratıcılıklarının gelişmesine anlamlı bir katkı sağlamadığı görülmüştür. Ancak bilimsel yaratıcılık ölçeği akıcılık, esneklik ve orijinallik olmak üzere üç boyuttan oluşmaktadır. STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programının fen bilimleri öğretmen adaylarının bu boyutlarda bir gelişim sağlayıp sağlamadığını belirlemek üzere ayrıca analizler yapılmıştır.

4.1.1. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Akıcılık Boyutundan Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları

Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin alt boyutlarından olan ***akıcılık*** boyutundan hem öntest hem de sontest olarak uygulanmasından elde elden verilerin analizlerine karar verebilmek için öncelikle elde edilen verilerin farklarının normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir. Bu amaçla yapılan normallik testiyle çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri hesaplanmış olup elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3'teki gibidir.

Çizelge 4.3. Akıcılık boyutunun normallik testi sonuçları.

	$X_{ort.}$	Std. Hata Ort.	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık
Akıcılık Öntest-Sontest Farkı	1.4839	.8809	4.9049	.781	3.670

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık ölçeğinin alt boyutlarından olan ***akıcılık*** boyutundaki öntest ve sontest puanlarının farkına ilişkin basıklık (3,670) değerinin ±1,5 aralığında olmaması nedeniyle verilerin farklarının normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bu nedenle ***akıcılık*** boyutundaki ön ve sontest puanlarının analizinde Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmasına karar verilmiştir. Yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Çizelge 4.4'teki gibidir.

Çizelge 4.4. Akıcılık boyutunun öntest sontest puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları.

Sontest-Öntest	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	18	14.75	265.50	-1.844	.065
Pozitif Sıra	9	12.50	112.50		
Eşit	4	-	-		

Çizelge 4.4'te görüldüğü üzere STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında bilimsel yaratıcılığın akıcılık boyutundaki düzeyleri arasında anlamlı fark yoktur (z=-1,844; p>0,05).

4.1.2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Esneklik Boyutundan Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları

Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin alt boyutlarından olan ***esneklik*** boyutundan hem öntest hem de sontest olarak uygulanmasından elde elden verilerin analizlerine karar verebilmek için öncelikle elde edilen verilerin farklarının normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir. Bu amaçla yapılan normallik testiyle çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri hesaplanmış olup elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5'teki gibidir.

Çizelge 4.5. Esneklik boyutunun normallik testi sonuçları.

	$X_{ort.}$	Std. Hata Ort.	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık
Esneklik Öntest-Sontest Farkı	.0645	.6893	3.8378	-.624	1.973

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık ölçeğinin alt boyutlarından olan ***esneklik*** boyutundaki öntest ve sontest puanlarının farkına ilişkin basıklık (1,973) değerinin ±1,5 aralığında olmaması nedeniyle verilerin farklarının normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bu nedenle ***esneklik*** boyutundaki öntest ve sontest puanlarının analizinde Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmasına karar verilmiştir. Yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Çizelge 4.6'daki gibidir.

Çizelge 4.6. Esneklik boyutunun öntest sontest puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları.

Sontest- Öntest	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	13	12.65	164.50	-.416	.677
Pozitif Sıra	11	12.32	135.50		
Eşit	7	-	-		

Çizelge 4.6'da görüldüğü üzere STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında bilimsel yaratıcılığın esneklik boyutundaki düzeyleri arasında anlamlı fark yoktur (z=-0,416; p>0,05).

4.1.3. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Orijinallik Boyutundan Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları

Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin alt boyutlarından olan ***orijinallik*** boyutundan hem öntest hem de sontest olarak uygulanmasından elde elden verilerin analizlerine karar verebilmek için öncelikle elde edilen verilerin farklarının normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir. Bu amaçla yapılan normallik testiyle çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri hesaplanmış olup elde edilen sonuçlar Çizelge 4.7'deki gibidir.

Çizelge 4.7. Orijinallik boyutunun normallik testi sonuçları.

	$X_{ort.}$	Std. Hata Ort.	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık
Orijinallik Öntest-Sontest Farkı	-1.6129	.7699	4.2870	.833	3.688

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık ölçeğinin alt boyutlarından olan ***orijinallik*** boyutundaki öntest ve sontest puanlarının farkına ilişkin basıklık (3,688) değerinin ±1,5 aralığında olmaması nedeniyle verilerin farklarının normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bu nedenle ***orijinallik*** boyutundaki öntest ve sontest puanlarının analizinde Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmasına karar verilmiştir. Yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Çizelge 4.8'deki gibidir.

Çizelge 4.8. Orijinallik boyutunun öntest sontest puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları.

Sontest- Öntest	**N**	**Sıra Ortalaması**	**Sıra Toplamı**	**z**	**p**
Negatif Sıra	8	9.94	79.50	-2.449	.014
Pozitif Sıra	18	15.08	271.50		
Eşit	5	-	-		

Çizelge 4.8'de görüldüğü üzere STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutundaki düzeyleri arasında anlamlı fark vardır (z=-2,449; p<0,05). Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani sontest puan lehine olduğu görülmektedir. Sonuçlara göre, yapılan etkinliklerin öğretmen adaylarının bilimsel

yaratıcılığın alt boyutlarından orijinallik boyutunda gelişim göstermelerine etkisinin olduğu söylenebilir.

4.2 FeTeMM Farkındalıkları Ölçeğinden Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları

FeTeMM farkındalıkları ölçeğinin hem öntest hem de sontest olarak uygulanmasından elde elden verilerin analizlerine karar verebilmek için öncelikle elde edilen verilerin farklarının normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir. Bu amaçla yapılan normallik testiyle çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri hesaplanmış olup elde edilen sonuçlar Çizelge 4.9'daki gibidir.

Çizelge 4.9. FeTeMM farkındalık ölçeği normallik testi sonuçları.

	$X_{ort.}$	Std. Hata Ort.	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık
FeTeMM Farkındalık Öntest-Sontest Farkı	-1.3226	1.6067	8.9457	2.371	7.461

Öğrencilerin FeTeMM farkındalık ölçeğinin öntest ve sontest puanlarının farkına ilişkin çarpıklık (2,371) ve basıklık (7,461) değerlerinin ±1,5 aralığında olmaması nedeniyle verilerin farklarının normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bu nedenle Hipotez-2'i test etmek üzere Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmasına karar verilmiştir. Yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Çizelge 4.10'daki gibidir.

Çizelge 4.10. FeTeMM farkındalık ölçeği öntest sontest puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları.

Sontest- Öntest	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	8	17.06	136.50	-1.754	.079
Pozitif Sıra	21	14.21	298.50		
Eşit	2	-	-		

Çizelge 4.10'da görüldüğü üzere STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında FeTeMM farkındalık düzeyleri arasında anlamlı bir fark yoktur (z=-1,754; p>0,05). Bu nedenle 2. Hipotez (Hipotez-2: STEM yaklaşımında robotik uygulamalarının (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında STEM farkındalık düzeyleri arasında anlamlı fark yoktur.) kabul edilmiştir. Yani STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programının fen bilimleri öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının gelişmesine anlamlı bir katkı sağlamadığı görülmüştür. Ancak FeTeMM farkındalıkları ölçeği öğrenciye etkisi, derse etkisi, öğretmene etkisi olmak üzere üç boyuttan oluşmaktadır. STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programının fen bilimleri öğretmen adaylarının bu boyutlarda bir gelişim sağlayıp sağlamadığını belirlemek üzere ayrıca analizler yapılmıştır.

4.2.1. FeTeMM Farkındalıkları Ölçeğinin Öğrenciye Etkisi Boyutundan Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları

FeTeMM farkındalıkları ölçeğinin alt boyutlarından ***öğrenciye etkisi*** boyutunun hem öntest hem de sontest olarak uygulanmasından elde elden verilerin analizlerine karar verebilmek için öncelikle elde edilen verilerin farklarının normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir. Bu amaçla yapılan normallik testiyle çarpıklık (skewness) ve

basıklık (kurtosis) değerleri hesaplanmış olup elde edilen sonuçlar Çizelge 4.11'deki gibidir.

Çizelge 4.11. Öğrenciye etkisi yönünden normallik testi sonuçları.

	$X_{ort.}$	Std. Hata Ort.	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık
Öğrenciye Etkisi Öntest-Sontest Farkı	-.6129	.9248	5.1489	1.907	5.594

Öğrencilerin FeTeMM farkındalık ölçeği alt boyutlarından olan ***öğrenciye etkisi*** boyutundaki öntest ve sontest puanlarının farkına ilişkin çarpıklık (1,907) ve basıklık (5,594) değerlerinin ±1,5 aralığında olmaması nedeniyle verilerin farklarının normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bu nedenle ***öğrenciye etkisi*** boyutundaki öntest ve sontest puanlarının analizinde Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmasına karar verilmiştir. Yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Çizelge 4.12'deki gibidir.

Çizelge 4.12. Öğrenciye etkisi boyutunun öntest sontest puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları.

Sontest- Öntest	**N**	**Sıra Ortalaması**	**Sıra Toplamı**	**z**	**p**
Negatif Sıra	4	15.88	63.50	-1.815	.069
Pozitif Sıra	17	9.85	167.50		
Eşit	10	-	-		

Çizelge 4.12'de verilen analiz sonuçlarına göre, araştırmaya katılan öğrencilerin FeTeMM farkındalık ölçeğinin alt boyutlarından olan ***öğrenciye etkisinden*** aldıkları

öntest sontest puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir (z=-1,815; p>0,05). Sonuçlara göre, yapılan etkinliklerin öğretmen adaylarının tutumlarında değişiklik meydana getirmemiştir.

4.2.2. FeTeMM Farkındalıkları Ölçeğinin Derse Etkisi Boyutundan Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları

FeTeMM farkındalıkları ölçeğinin alt boyutlarından ***derse etkisi*** boyutunun hem öntest hem de sontest olarak uygulanmasından elde elden verilerin analizlerine karar verebilmek için öncelikle elde edilen verilerin farklarının normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir. Bu amaçla yapılan normallik testiyle çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri hesaplanmış olup elde edilen sonuçlar Çizelge 4.13'teki gibidir.

Çizelge 4.13. Derse etkisi yönünden normallik testi sonuçları.

	$X_{ort.}$	Std. Hata Ort.	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık
Derse Etkisi Öntest-Sontest Farkı	-,2258	.6165	3.8378	.364	.385

Öğrencilerin FeTeMM farkındalık ölçeği alt boyutlarından olan ***derse etkisi*** boyutundaki öntest ve sontest puanlarının farkına ilişkin çarpıklık (0,364) ve basıklık (0,385) değerlerinin ±1,5 aralığında olması nedeniyle verilerin farklarının normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle ***derse etkisi*** boyutundaki öntest ve sontest puanlarının analizinde bağımlı gruplar t-testi kullanılmasına karar verilmiştir. Yapılan bağımlı gruplar t-testi sonuçları Çizelge 4.14'teki gibidir.

Çizelge 4.14. Derse etkisi boyutunun öntest sontest puanlarına ait bağımlı gruplar t-testi sonuçları.

FeTeMM Farkındalık	N	$\overline{X}$	SS	SD	t	p
Öntest	31	19.290	2.759	30	-.366	.717
Sontest	31	19.516	3.776			

Çizelge 4.14'te verilen analiz sonuçlarına göre, araştırmaya katılan öğrencilerin FeTeMM farkındalık ölçeğinin alt boyutlarından olan ***derse etkisinden*** aldıkları öntest sontest puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir (t=-0,366; p>0,05). Sonuçlara göre, yapılan etkinliklerin öğretmen adaylarının tutumlarında değişiklik meydana getirmemiştir.

4.2.3. FeTeMM Farkındalıkları Ölçeğinin Öğretmene Etkisi Boyutundan Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları

FeTeMM farkındalıkları ölçeğinin alt boyutlarından ***öğretmene etkisi*** boyutunun hem öntest hem de sontest olarak uygulanmasından elde elden verilerin analizlerine karar verebilmek için öncelikle elde edilen verilerin farklarının normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir. Bu amaçla yapılan normallik testiyle çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri hesaplanmış olup elde edilen sonuçlar Çizelge 4.15'teki gibidir.

Çizelge 4.15. Öğretmene etkisi yönünden normallik testi sonuçları.

	$X_{ort.}$	Std. Hata Ort.	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık
Öğretmene Etkisi Öntest-Sontest Farkı	-.3548	.5985	3.3321	1.632	5.413

Öğrencilerin FeTeMM farkındalık ölçeği alt boyutlarından olan ***öğretmene etkisi*** boyutundaki öntest ve sontest puanlarının farkına ilişkin çarpıklık (1,632) ve basıklık 5,413) değerlerinin ±1,5 aralığında olmaması nedeniyle verilerin farklarının normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bu nedenle ***öğretmene etkisi*** boyutundaki öntest ve sontest puanlarının analizinde Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmasına karar verilmiştir. Yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Çizelge 4.16'daki gibidir.

Çizelge 4.16. Öğretmene etkisi boyutunun öntest sontest puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları.

Sontest- Öntest	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	8	12.44	99.50	-1.177	.239
Pozitif Sıra	15	11.77	176.50		
Eşit	8	-	-		

Çizelge 4.16'da verilen analiz sonuçlarına göre, araştırmaya katılan öğrencilerin FeTeMM farkındalık ölçeğinin alt boyutlarından olan ***öğretmene etkisinden*** aldıkları öntest sontest puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir (z=-1,177; p>0,05). Sonuçlara göre, yapılan etkinliklerin öğretmen adaylarının tutumlarında değişiklik meydana getirmemiştir.

4.3 Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Ölçeğinden Elde Edilen Verilerin Analiz Bulguları

Arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterlilik hem öntest hem de sontest olarak uygulanmasından elde elden verilerin analizlerine karar verebilmek için öncelikle elde edilen verilerin farklarının normal dağılım gösterip göstermediği

belirlenmiştir. Bu amaçla yapılan normallik testiyle çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri hesaplanmış olup elde edilen sonuçlar Çizelge 4.17'deki gibidir.

Çizelge 4.17. Arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterlilik ölçeği normallik testi sonuçları.

	$X_{ort.}$	Std. Hata Ort.	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık
Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Öntest-Sontest Farkı	16.000	4.3957	24.4745	-0.697	0.636

Öğrencilerin arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterlilik ölçeğinin öntest ve sontest puanlarının farkına ilişkin çarpıklık (-0,697) ve basıklık (0,636) değerlerinin ±1,5 aralığında olması nedeniyle verilerin farklarının normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle Hipotez-3'ü test etmek üzere bağımlı gruplar t-testi kullanılmasına karar verilmiştir. Yapılan bağımlı gruplar t-testi sonuçları Çizelge 4.18'deki gibidir.

Çizelge 4.18. Arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterlilik ölçeği öntest sontest puanlarına ait bağımlı gruplar t-testi sonuçları.

Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik	**N**	$\overline{X}$	**SS**	**SD**	**t**	**p**
Öntest	31	72.903	17.822	30	-3.640	.001
Sontest	31	88.903	19.002			

Çizelge 4.18'de verilen analiz sonuçlarına göre, araştırmaya katılan öğrencilerin arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterlilik ölçeğinden aldıkları öntest sontest puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($t=-3,640$; $p<0,05$). Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, sontest puan lehine olduğu görülmektedir. Sonuçlara göre, yapılan etkinliklerin öğretmen adaylarının özyeterliklerini geliştirmede önemli bir etkisinin olduğu söylenebilir.

5. BÖLÜM

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

STEM yaklaşımında robotik uygulamalarının (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında ***bilimsel yaratıcılık düzeyleri, STEM farkındalık düzeyleri*** ve ***arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterlilik düzeyleri*** arasında anlamlı fark olup olmadığını test etmek amacıyla gerçekleştirilen çalışmanın bu bölümünde bulgulardan elde edilen sonuçlar ilgili alanyazın ile tartışılmıştır. Ayrıca, bölüm sonunda araştırmacılara, eğitimcilere ve eğitim yöneticilerine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuç, Tartışma

5.1.1. STEM Yaklaşımında Robotik Uygulamaların (Arduino) Bilimsel Yaratıcılık Üzerine Etkisine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında bilimsel yaratıcılık düzeyleri arasında anlamlı fark görülmemiştir. Bu çalışmada yapılan etkinliklerin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına bir katkı sağlamadığı görülmüştür. Alanyazındaki bazı çalışmalar STEM yaklaşımında yapılan etkinliklerin bilimsel yaratıcılıkların geliştirilmesine katkı sağladığını göstermektedir. Örneğin Çiftçi (2018) çalışmasında geliştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine, STEM disiplinlerini anlamalarına ve STEM mesleklerini fark etmelerine etkisini incelemiş olup her bir değişken açısından

anlamlı artış tespit etmiştir. Kırıcı ve Bakırcı (2021) yaptıkları çalışmada toplamda 64 7.sınıf öğrencisinin bilimsel yaratıcılıklarını incelemiş ve STEM destekli araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımın öğrencilerin bilimsel yaratıcılığını artırma potansiyeline sahip olduğu sonucuna varmıştır. Doğan ve Kahraman (2021) 98 8. Sınıf öğrencisi ile yaptıkları çalışmada STEM etkinliği uygulamalarının bilimsel yaratıcılığa etkisine bakmış ve anlamlı bir artış olduğu sonucuna varmışlardır. Sirajudin, Suratno ve Pamuti (2021) 76 biyoloji bölümü üniversite öğrencisi üzerinde yaptıkları STEM yaklaşımlı çalışmada eğitimin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerileri üzerinde olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Siew ve Ambo (2020) yaptıkları çalışmada işbirlikli öğrenme ile bütünleşmiş bir STEM projesinin etkilerini 362 beşinci sınıf öğrencisinin bilimsel yaratıcılıkları üzerinde incelemiş ve olumlu sonuçlar almışlardır. Ancak alanyazında farklı sonuçlar da mevcuttur örneğin Çalışıcı ve Benzer (2021) 22+22 iki grup 8.sınıf öğrencisi ile yaptıkları çalışmada STEM uygulamalarının etkilerini incelemiş ve "İlkokul Öğrencilerinin Problem Çözme Becerileri Algısı Ölçeği", "Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği" ve "Fen ve Teknoloji Dersi Arşivleme Testi" nde anlamlı bir farklılık olmadığı belirlemiştir. Karaahmetoğlu ve Korkmaz (2019) yaptıkları Proje tabanlı arduino eğitici robot uygulamalarının öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ve Temel Kök beceri düzeylerine ilişkin algılarına etkisini incelemiş ve Türkiye'den 2 farklı ortaokulda öğrenim gören 6. sınıf öğrencilerinden veri toplamıştır. Bu sonuçlar ışığında anlamlı bir far olmadığı sonucuna varmışlardır. Conradty ve Bogner (2018) Bir Avrupa girişiminin (CREATIONS) parçası olan çalışmada, 11-19 yaşlarındaki 2713 öğrenciye bireysel yaratıcılığı ölçen bir anket uygulanmıştır. Analizler cinsiyet farkı olmadığını ve genç öğrencilerin yaratıcılık puanlarının daha büyük öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Alanyazında ortaya çıkan farklı sonuçlar, yapılan bu çalışmayı yaratıcılığın alt boyutlarına olan etkiyi de incelenmesi gerektiğini göstermiştir. Yaratıcılığın alt boyutlarından biri olan akıcılık açısından yapılan analizlerde, STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında bilimsel yaratıcılığın akıcılık boyutundaki düzeyleri arasında anlamlı fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Aynı şekilde esneklik alt boyutu açısından yapılan analizlerde, STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında bilimsel yaratıcılığın esneklik boyutundaki

düzeyleri arasında yine anlamlı fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmanın sınırlı süreler içerisinde yapılmış olması, haftada bir günden 5 haftalık sürenin akıcılık ve esneklik boyutlarının gelişmesine katkı sağlayacak kadar uzun bir süre olmayabilir. Sınırlı sürede yapılan çalışma, öğretmen adaylarının bu boyutlardaki gelişimlerinde anlamlı bir ilerleme sağlamadan bitirilmiş olabilir. Bu iki alt boyutta anlamlı bir ilerleme görülmezken, orijinallik boyutunda STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutundaki düzeyleri arasında anlamlı fark olduğu yönünde bir sonuç elde edilmiştir. Fisher (1995) "orijinallik düzeyinde yüksek puan alan bir çocuk, yüksek seviyede düşünsel enerjiye sahiptir ve geleneksel düşünme tarzından uzaklaşmaktadır" düşüncesini savunmaktadır. Bu çalışmada da öğrencilerin uygulanan etkinlikler sonucunda geleneksel düşünme tarzlarından uzaklaşmak suretiyle orijinallik boyutunda artışlar sağladıkları düşünülebilir. Bu yönüyle eğitim programının öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutunda katkı sağladığı söylemek mümkündür.

Filiz (2013) kimya dersleri için bilimsel yaratıcılık ölçeğinin geliştirilmesi ve genel yaratıcılık ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yaptığı çalışmasında eğitim fakültesi 1. sınıf öğrencileri ile çalışmış ve genel yaratıcılık ile bilimsel yaratıcılıklarında fark olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca yaratıcılık ve yaratıcılık türleri üzerinde sadece alınan eğitimin etkili olmadığını tespit etmiştir. Bu çalışmanın sonuçları ile yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar benzer şekilde verilen eğitimin tek başına yeterli olamayabileceğini de düşündürmektedir. Ancak yine de öğretmen adaylarının orijinallik boyutunda verdikleri cevaplarda aldıkları eğitimin izlerinin bulunması eğitimin katkı sağladığını da düşündürmektedir.

5.1.2. STEM Yaklaşımında Robotik Uygulamaların (Arduino) FeTeMM Farkındalığı Üzerine Etkisine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında FeTeMM farkındalık düzeyleri arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bu sonuçlar alanyazında diğer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırmak üzere incelendiğinde FeTeMM uygulamalarının FeTeMM farkındalığı üzerine etkisi konusunda pek çok yayın yapıldığı görülmektedir ve bazıları burada tartışılmıştır.

Karakaya, Ünal, Çimen ve Yılmaz (2018) yaptıkları çalışmada öğretmenlerin farkındalıklarını pek çok değişken açısında incelemiş ve hizmetiçi eğitim faaliyetlerinden geçen ya da STEM kapsamında hazırlanmış etkinliklere katılan görevdeki öğretmenlerin farkındalıklarının arttığı sonucuna ulaşmışlardır. Knowles, Kelley ve Holland (2018) yaptıkları çalışmada öğretmenlerin STEM kariyerleri ve kaynakları konusundaki farkındalığı, bütünleşmiş STEM eğitimine katılım ve bütünleşmiş STEM derslerinin uygulanmasından sonra artıp artmadığını incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçları eğitimlerin görevdeki öğretmenlerin gelişimi açısından olumlu yönde anlamlı sonuçlar sunmaktadır. Ciğerci (2020) yaptığı yüksek lisans çalışmasında eğitim yönetimi konusunda yüksek lisans yapan okul yöneticileri (49 kişi) ve öğretmenlerin (67 kişi) FeTeMM eğitimine yönelik farkındalıklarını incelemiş ve kadınların erkeklere, gençlerin yaşlılara anlamlı fark sahibi olduğu sonucuna varmıştır. Alanyazındaki sonuçlar bu çalışmanın sonuçları ile uyumsuzluk göstermektedir. Ancak Karakaya, Ünal, Çimen ve Yılmaz (2018) çalışmalarında, yakın zamanda eğitim fakültesinden mezun olmuş öğretmenlerin STEM farkındalıklarının aldıkları eğitimler nedeniyle yüksek olduğu yönünde de sonuç bildirmişlerdir. Yine benzer şekilde Buyruk ve Korkmaz'ın (2016b) yaptığı bir çalışmada 254 (170 kadın ve 84 erkek) eğitim fakültesinden Bilgisayar, Matematik ve Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. ve 4. sınıf öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının yüksek olduğu sonucuna varmışlardır. Alanyazındaki çalışmalardan hareketle, bu çalışmada STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programının fen bilimleri öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalığı üzerine anlamlı bir etkisi olmamasının nedeni olarak öğretmen adaylarının lisans eğitimlerinin katkısıyla ön farkındalıklarının yüksek olması gösterilebilir.

Ayrıca bu çalışmada yapılan STEM farkındalığının alt boyutlarına, FeTeMM 'in öğrenciye etkisine, derse etkisine ve öğretmene etkisine yönelik analizler de benzer şekilde başlangıçta ve sonrası arasında anlamlı bir fark yaratmamıştır. Yürütülen eğitim programının, STEM farkındalığının alt boyutlarına da anlamlı etkisinin olmaması yine bu boyutlarda da lisans eğitimleri ile farkındalık oluşmuş olmasının bir sonucu olduğu düşünülebilir.

5.1.3. STEM Yaklaşımında Robotik Uygulamaların Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Etkisine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterlilik ölçeğinden aldıkları öntest sontest puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani sontest puan lehine olduğu görülmektedir. Sonuçlara göre, yapılan etkinliklerin öğretmen adaylarının özyeterliklerini geliştirmede önemli bir etkisinin olduğu söylenebilir.

Yıldız Fidan ve Mutlu (2018) yaptıkları çalışmada fen bilimleri ve sınıf öğretmenlerinin proje tabanlı öğretim uygulamalarına ilişkin özyeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik yaptıkları çalışmalarında genel olarak fen bilimleri öğretmenlerinin özyeterliklerinin yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlar ve fen bilimleri öğretmenlerinin karşılaştıkları problemleri çözme konusunda daha yüksek bir özgüvene sahip olduklarını belirtmişlerdir. Nitekim bu yüksek özgüven bu çalışmanın genelinde de kendini göstermiş ve öğretmen adaylarının karşılaştıkları yeni durum karşısında hızla gelişim gösterip özyeterliklerini arttırdıkları yönünde sonuçlar vermiştir. Bu yönüyle elde edilen sonuçlar uyum içerisindedir.

Alanyazın incelendiğinde öğretmenlerin uygulamalı eğitimlerden daha çok etkilenerek gelişim gösterdiği görülmektedir (Günbayı & Taşdöğen, 2012). Alanyazındaki bu durumdan hareketle, bu çalışmada yapılan STEM yaklaşımında robotik uygulamaların (arduino) kullanıldığı uygulamalı eğitimlerin fen bilimleri öğretmen adaylarının arduino destekli proje tabanlı öğretime ilişkin özyeterlilik düzeylerini arttırmada etkili olduğunu söylemek mümkündür.

STEM Türkiye Raporunda (2016), branş öğretmenlerine verilecek eğitimlerin STEM yaklaşımında öğretilmesi için pedagojik desteğin sağlanması, bu konuda iş birliğine gidilmesi, özelikle de eğitim fakültelerindeki akademisyenlerin katkı sağlaması önerilmektedir. Ayrıca bu şekilde hazırlanmış hizmetiçi eğitim modülleri oluşturulması ve eğitim verilmesi önerilmektedir (Akgündüz vd., 2015). Bu bağlamda STEM

yaklaşımında robotik uygulamalarının (arduino) kullanıldığı bu eğitim programının da hedeflen amaçlara hizmet ettiği düşünülmektedir.

5.2. Öneriler

STEM yaklaşımında robotik uygulamalarının (arduino) kullanıldığı eğitim programına katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim öncesinde ve sonrasında *bilimsel yaratıcılık düzeyleri, STEM farkındalık düzeyleri* ve *arduino destekli proje tabanlı öğretime İlişkin özyeterlilik düzeyleri* arasında anlamlı fark olup olmadığını incelemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular ve ulaşılan sonuçlar neticesinde benzer çalışmalar yapacak araştırmacılara, bu eğitimi uygulayacak eğitimcilere ve eğitim yöneticilerine çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

5.2.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

- Bu çalışmada araştırmacı tarafından hazırlanmış ders planları kullanılmıştır. STEM konusunda öğretmen adaylarıyla çalışma yürütmeyi planlayan araştırmacıların öğretmen adaylarına da ders planları tasarlatıp bu ders planlarını uygulattırmaları ve böylece katıldıkları eğitimde kazandıkları bilgi ve becerileri uygulamalarına ne kadar yansıttıklarını gözlemlemeleri önerilmektedir.
- Hem robotiğin hem STEM eğitimimin son zamanlarda popüler olması ve fen bilimleri öğretim programına girmesi nedeni ile fen bilimleri öğretmenleri ile yürütülen çalışmalara da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiş olup robotik (arduino) uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin fen bilimleri öğretmenleri ile birlikte de yürütülerek görevdeki öğretmenlerde olan bilgi, beceri ve duyuş alanları üzerindeki etkinlerinin araştırılması da önerilmektedir.

- Araştırmacıların yapacakları eğitimler için farklı branşlardaki öğretmen veya öğretmen adaylarını biraraya getirmeleri ve disiplinlerarası bir eğitim anlayışı olan STEM'in farklı disiplinlerdeki öğretmen veya öğretmen adayları üzerindeki etkilerini de araştırmaları önerilmektedir.

- Araştırmacılara, robotik (arduino) uygulamaların kullanıldığı STEM etkinliklerinin yürütüldüğü eğitimler öğrencilere de verilerek öğrenciler üzerindeki etkilerinin de incelenmesi önerilmektedir.

5.2.2. Öğretmenlere Eğitim Verecek Eğitimcilere Yönelik Öneriler

- Öğretmenlerin daha önce eğitim almadıkları robotik (arduino) konusunda, bir dönemlik aldıkları hizmetiçi eğitimlerin neticesinde, bu eğitimleri kendi derslerine entegre etmede gerekli bilgi ve becerileri edinmede yetersiz olduğu ifade edilmektedir (Bers & Portsmore, 2005). Robotik (arduino) eğitimi verecek olan eğitimcilere eğitim süresini daha uzun tutmaları ve eğitimde kullanılacak etkinlikleri daha fazla sayıda planlamaları önerilmektedir.

- STEM uygulamalarının başarısı söz konusu olduğunda farklı disiplinlerdeki öğretmenlerin birlikte çalısmasının daha üstün olduğu düşünülmektedir (Tarkın Çelikkıran & Aydın Günbatar, 2017). Eğitimcilerin yapacakları eğitimler için farklı disiplinlerle işbirliğine gitmesi önerilmektedir.

- Robotik (arduino) kodlamaları yapılırken öğrenicinin seviyesine uygun seçenekler bulunmaktadır. Bunlar görsel kodlama, block kodlama ya da satırlar halinde kod yazma olabilmektedir. Öğretmenlerin ilköğretim seviyesinde verecekleri eğitim için onlara verilecek eğitimlerde görsel kodlama programı kullanılması önerilmektedir. Böylece bu yaş grubuna eğitim verebilmeleri daha kolay olabilecektir.

- Robotik uygulamalarının çok pahalı olduğu konusunda görüşlerin aksine aslında arduino kartlarının maliyeti düşük olup kullanılan programlar açık kaynak kodlu ve ücretsizdirler. Bu sebeple robotik uygulamalara arduino kartları ve bileşenlerinin kullanımı önerilmektedir. Ayrıca, arduino kartlarının teknik özellikleri bakımından seçenekleri de oldukça fazladır ve her projeye uygun hale gelebilmektedir. Tüm bunların yanı sıra, öğretmenlerin bilgi ve beceri eksiklerinin, yaratıcı proje ürünleri üretmeden önce giderilmesi de önerilmektedir.

- Eğitimcilerin eğitim süreçlerinde rehber rolünü üstlenmelerinin ve eğitimin her adımında öğretmenlere dönüt vermelerinin çok önemli bir husus olduğu düşünülmektedir. Özellikle kodlama yaparken ve devre tasarlarken öğretmenlerle bireysel olarak da ilgilenmeleri önerilmektedir.

5.2.3. Eğitim Yöneticilerine ve Politika Geliştiricilere Yönelik Öneriler

- Bu çalışmanın bulgularına dayanarak STEM yaklaşımının ve bu yaklaşım kapsamında kullanılan robotik (arduino) uygulamaların eğitimin her aşamasında kullanılması önerilmektedir. Ancak önerilen uygulamaların ihtiyaçlarının giderilebilmesi için MEB'in ve YÖK'ün işbirliği yaparak gerek öğretmen eğitim programlarını gerekse öğretim programlarını STEM yaklaşımında robotik (arduino) uygulamaların kullanılmasını destekleyecek biçimde güncellemeleri önerilmektedir.

- Hali hazırda görevde olan öğretmenler için STEM yaklaşımında robotik (arduino) uygulamaların kullanılmasına yönelik hizmetiçi eğitimler verilmeli, verilen eğitim sonrasında da öğretmenlere destek devam etmeliir. Ulusal bir portal açılarak eğitim alan ve almayan öğretmenlerin paylaşımda bulunabilmelerine ve bu suretle öğretmenlerin birbirlerinin gelişimine katkı sağlayabilmelerine destek olunmalıdır.

KAYNAKLAR

Ackermann, E. (2001). Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What is the Difference? http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20_%20Papert.pdf

Açışlı, S. (2016). Investigation of Teachers' Perspectives for Robotic Applications. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences, 4,* 395-398. https://dergipark.org.tr/en/pub/epess/issue/30322/334168

Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Corlu, M. S., & Özel, S. (2012). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitimi: Disiplinler arası çalışmalar ve etkileşimler. *10. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, Niğde, Türkiye.*

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M.S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). STEM Eğitimi Türkiye Raporu "Günün Modası mı Yoksa Gereksinim mi? http://www.hstem.hacettepe.edu.tr/tr/menu/yayinlar-5

Akgündüz, D., Ertepınar H., Ger M. A., Kaplan Sayı A., & Türk Z. (2015). STEM eğitimi çalıştay raporu Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme. *İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.*

Akgündüz, D. (2016a). A Research about the Placement of the Top Thousand Students in STEM Fields in Turkey between 2000 and 2014. *Eurasia Journal of Mathematics, Science &Technology Education, 12(5).*

Akgündüz, D. (2016b). STEM'i Rahat Bırakın: Türkiye'de STEM Adına Yapılan Hatalar ve Öneriler. https://www.egitimpedia.com/stemi-rahat-birakin-turkiyede-stem-adina-yapilan-hatalar-ve-oneriler/

Akgündüz, D., & Mesutoğlu, C. (2020). Mesleki ve Teknik Liselerde Sanayi 4.0 İçin STEM Eğitimi Proje ve Bulgular. *TÜSİAD-T* 2020-04 619.

https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/10580-mesleki-ve-teknik-liselerde-sanayi-4-0-i-cin-stem-egitimi

Aktamış, H. (2007). *Fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin bilimsel yaratıcılığa etkisi: ilköğretim 7. sınıf fizik ünitesi örneği*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Aktamış, H., & Ergin, Ö. (2007). Bilimsel Süreç Becerileri ile Bilimsel Yaratıcılık Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 33 (33), 11-23.* https://dergipark.org.tr/tr/pub/hunefd/issue/7805/102336

Alimisis, A. D. (2013). Educational Robotics: Open Questions and New Challenges. *Themes Sci. Tech. Educ.* 6 (1), 63–71.

Alimisis, A.D., and C. Kynigos. 2009. Constructionism and robotics in education. *Teacher education on robotics-enhanced constructivist pedagogical methods*. (pp. 11–26). ASPETE: Athens.

Alò D., Castillo A., Vial P. M., & Samaniego H. (2020). Low-Cost Emerging Technologies as a Tool to Support İnformal Environmental Education in Children from Vulnerable Public Schools of Southern Chile. *International Journal of Science Education, 42:4, 635-655.* https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1723036

Andrew A. T., Rebecca J. T., & Matthew, M. L. (2014). The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning Engaging Non-Scientists in STEM through Problem-Based Learning and Service Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning, 8(2), 3-13.*

Angle, J. J., Colston, N. M., French, D. P., Gustafson, J. E., O'Hara, S. E., & Shaw, E. I. (2016). Addressing the call to increase high school students' STEM awareness through a collaborative event hosted by science and education faculty: A how-to approach. *Science Educator,* 25(1), 43- 50.

Arduino™ (2021). Açık kaynak kodlu robotik programlama platformu. https://www.arduino.cc/

Astutik, S., & Prahani, B. K. (2018). The Practicality and Effectiveness of Collaborative Creativity Learning (CCL) Model by Using PhET Simulation to Increase Students' Scientific Creativity. *International Journal of Instruction, 11(4), 409-424.*

Aşık, G., Doğança Küçük, Z., Helvacı, B., & Corlu, M. (2017). Integrated teaching project: A sustainable approach to teacher education. *Turkish Journal of Education,* 6 (4), 200-215. https://doi.org/10.19128/turje.332731

Avcı, B. (2017). *Lego Mindstorms Robotik Projelerinin Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi, Problem Çözme Becerileri ve Bilimsel Yaratıcılıkları Üzerine Etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aydın, H. (2021). *Robotik ve Kodlama Eğitiminin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Stem Eğitimine Yönelik Tutum, Temel Becerileri ve Stem Kariyer İlgilerine Etkileri.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kırşehir.

Bahar, M., Yener, D., Yılmaz, M., Emen, H., & 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. https://doi.org/10.17240/aibuefd.2018..-412111

Balogh, R. (2010). Educational robotic platform based on Arduino. *Proceedings of the 1st international conference on Robotics in Education, RiE2010. FEI STU.*

Baloğlu, M., (2001). *Matematik korkusunu yenmek*. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, vol.1, 59-76.

Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. W.H. Freeman and Company, New York.

Banzi, M. (2008). *Getting Started with Arduino*. Make: Books, CA: USA.

Barrows, H. S. (1996). *Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview*. In L. Wilkerson & W. H. Gijselaers (Eds.), Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice (pp. 3-12), San Francisco: Jossey Bass.

Benitti, F.B.V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers and Education*, 58(3), 978-988.

Berland, M., & Wilensky, U. (2015). Comparing Virtual and Physical Robotics Environments for Supporting Complex Systems and Computational Thinking, *Journal of Science Education and Technology*, 24(5), ss. 628–647.

Bers, M. U., & Portsmore, M. (2005). Teaching partnerships: Early childhood and engineering students teaching math and science through robotics. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), ss. 59–73.

Bers, M. U., (2010). The TangibleK robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research and Practice*, 12(2), ss. 1–20.

Bozkurt Altan, E., Tan, S. (2020). Concepts of creativity in design-based learning in STEM education. *Int J Technol des Educ*. https://doi.org/10.1007/s10798-020-09569-y

Brundiers, K., & Wiek, A. (2013). Do we teach what we preach? An international comparison of problem- and project-based learning courses in sustainability. *Sustainability*, 5(4), 1725–1746. https://doi.org/10.3390/su5041725

Bursal, M. (2010). Turkish Preservice Elementary Teachers' Self-Efficacy Beliefs Regarding Mathematics and Science Teaching. *Int J of Sci and Math Educ 8*, 649–666. https://doi.org/10.1007/s10763-009-9179-6

Buyruk, B., & Korkmaz, Ö. (2016a). FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 13(2), 61-76.

Buyruk, B., & Korkmaz, Ö. (2016b). Teacher Candidates' Stem Awareness Levels. *Participatory Educational Research, Special Issue* 2016-III, 272-279 https://dergipark.org.tr/en/pub/per/issue/47525/600410

Bybee, R. W. (2010a). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.

Bybee, R. W. (2010b). What is STEM education. *Science*, 329, 996. https://doi.org/10.1126/science.1194998

Canbazoğlu, H. B., & Tümkaya, S. (2020). İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik, matematik (FeTeMM) tutumlarının çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(1), 188-209.

Capraro, R. M. (2017). *Türk öğrenciler, biyoçeşitlilik ve çarpımsal ilkeler aracılığıyla STEM Eğitimi'ni dönüştürüyor.* In M. S. Corlu & E. Çallı (Eds.), STEM Kuram ve Uygulamaları (pp. 227–229). İstanbul: Pusula.

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.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Ciğerci, D. (2020). *Okul Yöneticilerinin ve Öğretmenlerin FeTeMM Eğitimine Yönelik Farkındalıklarının İncelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Maltepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Conradty, C., & Bogner, F., X. (2018). From STEM to STEAM: How to Monitor Creativity, *Creativity Research Journal*, 30:3, 233-240, https://doi.org/10.1080/10400419.2018.1488195

Çalışıcı, S. & Benzer, S. (2021). The Effects of Stem Applications on The Environmental Attitudes of the 8th Year Students, Scientific Creativity and Science Achievements, *Malaysian Online Journal of Educational Sciences* 9 (1). https://mojes.um.edu.my/index.php/MOJES/article/view/28217/12738

Çayır, E. (2010). *Lego-Logo ile Desteklenmiş Öğrenme Ortamının Bilimsel Süreç Becerisi ve Benlik Algısı Üzerine Etkisinin Belirlenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.

Çepni, S. (2017). *Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi*. Pegem Yayıncılık: Ankara.

Çevik, M. (2017). Ortaöğretim öğretmenlerine yönelik FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ) geliştirme çalışması. *International Journal of Human Sciences,* 14(3), 2436-2452.

Çevik, M., Danıştay, A., & Yağcı, A. (2017). Ortaokul öğretmenlerinin FeTeMM (fen – teknoloji – mühendislik- matematik) farkındalıklarının farklı değişkenlere göre değerlendirilmesi. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 584-599.

Çevik, M. (2018). Investigating STEM semantics and perceptions of engineer candidates and pre-service teachers: A mixed method study. *International Journal of Educational Technology,* 5(2), 1-18.

Çırak, B., & Yörük, A. (2016). Mekatronik Biliminin Öncüsü İsmail El- Cezeri. *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (4), 175-194. https://dergipark.org.tr/en/pub/susbid/issue/17333/181012

Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilen Stem Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılık Düzeylerine, Stem Disiplinlerini Anlamalarına ve Stem Mesleklerini Fark Etmelerine Etkisi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.

Çoban, A., & Erol, M. (2021a). Arduino-based STEM education material: work-energy theorem. *Phys. Educ*., 56 023008.

Çoban, A., & Erol, M. (2021b). Validation of Newton's second law using Arduino: STEM teaching material. *Phys. Educ*., 56 013004.

Çolakoğlu, M., & Günay Gökben, A. (2017). Türkiye'de Eğitim Fakültelerinde FeTeMM (STEM) Çalışmaları. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 2 (2), 46-69. https://dergipark.org.tr/tr/pub/jrinen/issue/34780/349355

Çorlu, M. S. (2017). STEM: Integrated teaching framework. In S. M. Çorlu & E. Çallı (Eds.), *STEM theories and applications, science, technology, engineering, and mathematics education* (pp. 1-10). İstanbul: Pusula Publishing.

Çorlu, M. S., & Çallı, E. (2017). *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi*. Ankara: Pusula Yayıncılık.

Çorlu, M.S., Capraro, R.M., & Capraro, M.M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.

Çorlu, M.S., Capraro, R.M., & Çorlu, M.A. (2015). Investigating the Mental Readiness of Pre-service Teachers for Integrated Teaching. *International Online Journal of Educational Sciences,* 7 (1), 17-28.

Derin, G., Aydın, E., & Kırkıç, K. A. (2017). STEM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) Eğitimi Tutum Ölçeği. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4(3), 547-559.

Deniş, H., & Balım, A. (2012). Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Türkçeye Uyarlama Süreci ve Değerlendirme Ölçütleri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 5 (2), 1-21. https://dergipark.org.tr/tr/pub/usaksosbil/issue/21646/232705

Dimitris A. (2014). *Educational Robotics in Teacher Education: an Innovative Tool for Promoting Quality Education*, in L. Daniela, I. Lūka, L. Rutka and I. Žogla (Eds) "Teacher of the 21st Century: Quality Education for Quality Teaching", Cambridge Scholars Publishing, p.14-27.

Dikici, A. (2001). Sanat eğitiminde yaratıcılık, *Milli Eğitim Dergisi*, sayı 149.

Doğan, N. (2015). *Arduino hızlı başlangıç rehberi (2. baskı).* İstanbul: Dikeyeksen Yayıncılık.

Doğan, A.; Kahraman, E. (2021). The effect of STEM activities on the scientific creativity of middle school students. *International Journal of Curriculum and Instruction* Vol. 13 No. 2

Dökmetaş, G. (2016). *Arduino Eğitim Kitabı*. İstanbul: Dikeyeksen Yayıncılık.

Dönmez, İ. (2017). Stem Eğitimi Çerçevesinde Robotik Turnuvalara Yönelik Öğrenci ve Takım Koçlarının Görüşleri (Bilim Kahramanları Buluşuyor Örneği). *Eğitim, Bilim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 25-42.

Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States. *Presented at the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research,* Gold Coast, Queensland, Australia. http://www.iteaconnect.org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper.pdf

Eguchi A. (2017). *Bringing Robotics in Classrooms*. In: Khine M. (eds) Robotics in STEM Education. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57786-9_1

Ekici, G. (2004). İlköğretim I. Kademe Öğretmenlerinin Sınıf Yönetimi Profillerinin Değerlendirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 29(131). http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/5088/1166

Erdoğan, Ö. (2019). *Robotik LEGO uygulamaların fen bilgisi öğretmen adaylarının 21.yüzyıl becerileri üzerindeki etkilerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya.

Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin stem temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi. Journal of Qualitative Research in Education,* 4(3), 43-67. https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s3m

Ersoy, H., Gülbahar Güven, Y., & Madran, R. O. (2011). Programlama Dilleri Öğretimine Bir Model Önerisi Robot Programlama. *Akademik Bilişim Konferansı* 2011, Malatya, Türkiye.

Erten, E. (2019). *Kodlama ve robotik öğretimi üzerine bir durum çalışması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Filiz, F. (2013). *Kimya Dersleri İçin Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Geliştirilmesi ve Genel Yaratıcılık ile Bilimsel Yaratıcılık Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Fisher, R. (1995). Teaching children to think. *Cheltenham: Stanley Thornes Publishers*.

Fraden, J. (2013). *Handbook of modern sensors physics designs and applications, 3. Baskı*, *Springer-Verlag New York,* San Diego, California. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6466-3

Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2000). *How to design and evaluate research in education (4th ed.).* Boston: McGraw-Hill.

García-Peñalvo, F. J., & Cruz-Benito, J. (2016). *Computational thinking in pre-university education.* In F. J. García-Peñalvo (Ed.), Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016) (pp. 13-17). New York, NY, USA: ACM. https://doi.org/10.1145/3012430.3012490

Gawith, G. (1995). A serious look at self-efficacy: Or waking beeping Slooty! http://www.theschoolquarterly.com/info_lit_archive/learning_thinking/95_gg_aslasewbs.htm

Gelen, B., Akçay, B., Tiryaki, A., & Benek, İ. (2019). Fen bilimleri öğretmen adaylarının Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (FeTeMM)'e Yönelik Özyeterlik Ölçeği: Türkçe' ye uyarlama, geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama,* 15(1), 88-107.

Genek, S. E., & Küçük, Z. D. (2020). Investigation of scientific creativity levels of elementary school students who enrolled in a stem program 1-2. *Elementary Education Online,* 19(3), 1715-1728. https://dx.doi.org/10.17051/ilkonline.2020.734849

Gerkey, B. P., & Matarić, M. J. (2004). A Formal Analysis and Taxonomy of Task Allocation in Multi-Robot Systems. *The International Journal of Robotics Research,* 23(9), 939–954. https://doi.org/10.1177/0278364904045564

Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: a primer. Congressional Research Service, Library of Congress.

Güven, G., Kozcu Çakır, N., Sülün, Y., Çetin, G., & Güven, E. (2020). Arduino-assisted robotics coding applications integrated into the 5E learning model in science teaching. *Journal of Research on Technology in Education*. https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1812136

Gupta, N., Tejovanth, N., & Murthy, P. (2012). Learning by creating: Interactive programming for Indian high schools. *2012 IEEE International Conference on Technology Enhanced Education (ICTEE),* 2012, pp. 1-3. https://doi.org/10.1109/ICTEE.2012.6208643

Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *Journal of Human Sciences,* 13(1), 602–620. https://www.j-humansciences.com/ojs/index.php/IJHS/article/view/3447

Güleryüz, H. (2020). *3d Yazıcı ve Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının 21. Yüzyıl Öğrenen Becerileri, Stem Farkındalık ve Stem Öğretmen Öz Yeterliğine Etkisi.* Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Günbayı, İ., & Taşdöğen, B. (2012). İlköğretim okullarında çalışan öğretmenlerin hizmet içi eğitim programları üzerine görüşleri: bir durum çalışması. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi* 1(3), 87-117.

Güven, E. (2020). *Ortaokul 5. Sınıf Fen Öğretiminde Arduino Destekli Robotik Kodlama Etkinliklerinin Kullanılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi,* Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

Hacıömeroğlu, G. (2018). Examining elementary pre-service teachers' science, technology, engineering, and mathematics (STEM) teaching intention. *International Online Journal of Educational Sciences,* 10(10), 1-11.

Hacıömeroğlu, G. (2020). Öğretmen Adayları için FeTeMM Eğitimi Hakkında Öz yeterlik ve Endişe Ölçeğinin Türkçeye uyarlama çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama,* 16(2), 165-177. https://doi.org/10.17244/eku.788985

Hacıömeroğlu, G., & Bulut, A. S. (2016). Öğretmen Adaylarının Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği Türkçe formunun geçerlik ve güvenirlik Çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(2), 654-669.

Halis, İ. (2002). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Nobel Yayınları.

Henson, R. K. (2001). Teaching self-efficacy: Substantive implications and measurement dilemmas. *Paper presented at the annual meeting of the Educational Research Exchange,* College Station, TX.

Hoffer, B. M. (2012). *Satisfying STEM Education Using the Arduino Microprocessor in C Programming*. Master Thesis, East Tennessee State University, Department of Engineering Technology, Johnson City.

Hsu, M., Purzer, S., & Cardella, M. E. (2011). Elementary Teachers' Views about Teaching Design, Engineering, and Technology. Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 1(2), Article 5. https://doi.org/10.5703/1288284314639

Hu, W., & Adey, P. (2002). A Scientific Creativity Test for Secondary School Students. *International Journal of Science Education*, 24, 389-403. https://doi.org/10.1080/09500690110098912

Hung, W., Jonassen, D. H., & Liu, R. (2008). *Problem-based learning. In J. M. Spector*, M. D. Merrill, J. van Merrienboer, & M. Driscoll (Eds.), Handbook of research on educational communications and technology (3rd ed., pp. 659– 670). New York: Routledge.

IBM SPSS Statistics (2021). https://www.ibm.com/tr-tr/products/spss-statistics?lnk=hpmps_bupr_trtr&lnk2=learn

İnançlı, E., & Timur, B. (2018). Fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi hakkındaki görüşleri. *Uluslararası Eğitim ve Bilim Dergisi*, 1(1), 48-68.

Junior, L. A., Neto, O. T., Hernandez, M. F., Martins, P. S., Roger, L. L., & Guerra, F. A. (2013). A low-cost and simple Arduino-based educational robotics kit. *Cyber Journals: Multidisciplinary Journals in Science and Technology, Journal of Selected Areas in Robotics and Control (JSRC)*, 3(12), 1-7.

Kadayıfçı, H. (2008). *Yaratıcı düşünmeye dayalı öğretim modelinin öğrencilerin maddelerin ayrılması ile ilgili kavramları anlamalarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi.* Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Karaahmetoğlu, K. (2019*). Proje Tabanlı Arduino Eğitsel Robot Uygulamalarının Öğrencilerin Bilgisayarca Düşünme Becerileri ve Temel Stem Beceri Düzeyleri*

Algılarına Etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Amasya Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Amasya.

Karaahmetoğlu, K., & Korkmaz, Ö. (2019). The effect of project-based arduino educational robot applications on students' computational thinking skills and their perception of Basic Stem skill levels, Participatory Educational Research (PER) Vol. 6(2), pp. 1-14. http://dx.doi.org/10.17275/per.19.8.6.2

Karakaya, F., & Avgın, S. S. (2016). Effect of demographic features to middle school students' attitude towards FeTeMM (STEM). *Journal of Human Sciences,* 13(3), 4188-4198. https://doi.org/10.14687/jhs.v13i3.4104

Karakaya, F., Ünal, A., Çimen, O., & Yılmaz, M. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin stem yaklaşımına yönelik farkındalıkları. *JRES,* 5(1), 124-138.

Karim, M. E.; Lemaignan, S., & Mondada, F. (2015). A review: Can robots reshape K-12 STEM education?. *2015 IEEE International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO),* 2015, pp. 1-8. https://doi.org/10.1109/ARSO.2015.7428217

Kaygısız, G. M., Üzümcü, O., & Melike, U. F. (2020). The case of prospective teachers' integration of coding-robotics practices into science teaching with STEM approach. *Elementary Education Online,* 19, 3, 1200-1213.

Kearney, C. (2015). Efforts to Increase Students' Interest in Pursuing Science, Technology, Engineering and Mathematics Studies and Careers. *Belgium: European School net.* http://www.eun.org/resources/detail?publicationID=783

Keleş, Ö. (2007). *Sürdürülebilir yaşama yönelik çevre eğitimi aracı olarak ekolojik ayak izinin uygulanması ve değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kızılay, E. (2017). STEM Semantik Farklılık Ölçeği'nin Türkçeye uyarlanması. *The Journal of Academic Social Science Studies,* 58(2), 131-144.

Kılıç, B., & Ertekin, Ö. (2017). MEB için Fen Teknoloji Mühendislik Matematik-FeTeMM Modeli (STEM) ile Eğitim. TÜBİTAK Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri

Teknolojiler Araştırma Merkezi Temel Bilimler Araştırma Enstitüsü. https://tbae.tubitak.gov.tr/

Kırıcı, M. G., & Bakırcı, H. (2021). The effect of STEM supported research-inquiry-based learning approach on the scientific creativity of 7th grade students. *Journal of Pedagogical Research*, 5(2), 19-35. https://doi.org/10.33902/JPR.2021067921

Knowles, J. G., Kelley, T. R., & Holland, J. D. (2018). Increasing teacher awareness of STEM careers. *Journal of STEM Education,* 19(3) 47-55.

Krajcik, J. S., & Shin, N. (2014). *Project-based learning*. In R. K. Sawyer (Ed.). The Cambridge handbook of the learning sciences (pp. 275–297). (2nd ed.). https://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.018

Küçük, S., & Şişman, B. (2016). Birebir Robotik Öğretiminde Öğreticilerin Deneyimleri. *İlköğretim Online*, 16 (1), 0-0. https://doi.org/10.17051/io.2017.12092

Lacey, T. A., & Wright, B. (2009). Employment outlook: 2008-18-occupational employment projections to 2018. *Monthly Lab. Rev.*, 132, 82.

Landivar, L.C. (2013). The relationship between science and engineering education and employment in STEM occupations. *American Community Survey Reports*. https://www.census.gov/library/publications/2013/acs/acs-23.html

Lin, CL., Tsai, CY. (2021). The Effect of a Pedagogical STEAM Model on Students' Project Competence and Learning Motivation. J Sci Educ Technol 30, 112–124. https://doi.org/10.1007/s10956-020-09885-x

Lunenburg, F.C. (2011). Self-Efficacy in the Workplace: Implications for Motivation and Performance. *International Journal of Management, Business, And Administration*, Volume 14, Number 1.

mBlock (2021). https://mblock.makeblock.com/en-us/

MEB (2015). *Millî Eğitim Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planı.* https://sgb.meb.gov.tr/www/mill-egitim-bakanligi-2015-2019-stratejik-plani-yayinlanmistir/icerik/181

MEB (2016). *Türkiye Stem Raporu*. Ankara. https://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf

MEB (2017). *Stem Eğitimi Öğretmen El Kitabı*. Ankara. http://fclturkiye.eba.gov.tr/wp-content/uploads/2021/01/STEM-Eg%CC%86itimi-O%CC%88g%CC%86retmen-El-Kitab%C4%B1.pdf

MEB (2018a). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara. https://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx

MEB (2018b). *Dünyada Eğitim Trendleri ve Ülkemizde Stem Öğrenme Etkinlikleri: MEB K12 Okulları Örneği.* https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2018_11/05144830_Ezgi.pdf

MEB (2019). *Millî Eğitim Bakanlığı 2019–2023 Stratejik Planı.* https://www.meb.gov.tr/stratejik_plan/

MEB (2021). Öğretmenlik Alanları, Atama ve Ders Okutma Esasları. https://ttkb.meb.gov.tr/www/ogretmenlik-alanlari-atama-ve-ders-okutma-esaslari/icerik/201

Meço, G., & Arı, A. G. (2021). Arduino Destekli Stem Etkinliklerine Yönelik Ortaokul Öğrencilerinin Görüşleri. *Journal of International Social Research*, 14(76), 496–507.

Meng C. C., Idris N., & Kwan L. (2014). Secondary Students' Perceptions of Assessments in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *Eurasia Journal of Mathematics. Science & Technology Education*, 10(3), 219-227.

Nadelson, Louis S., Janet, C., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM Perception and Preparation: Inquiry-Based STEM Professional Development for Elementary Teachers. *The Journal of Educational Research* ,106(2):157-168. https://doi.org/10.1080/00220671.2012.667014

Naizer, G., Hawthorne, M. J., & Henley, T. B. (2014). Narrowing the Gender Gap: Enduring Changes in Middle School Students' Attitude Toward Math, Science and Technology. *Journal of STEM Education*, 15(3), 29-34.

National Research Council (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits.* Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/12190

National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/13165

National Science Board. (2007). *A National action plan for addressing the critical needs of the U.S. science, technology, engineering, and mathematics education system*. https://www.nsf.gov/publications/pub_summ.jsp?ods_key=nsb07114

National Science Board (2010). *Preparing the next generation of stem innovators: Identifying and developing our nation's human capital*. Washington, DC: The National Academies Press. http://www.nsf.gov/nsb/publications/2010/nsb1033.pdf

Ocak, M. (2018). Where does Arduino's power come from: An extended literature review. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age,* 3 (1), 21-34. https://dergipark.org.tr/en/pub/joltida/issue/55469/760092

Oğul, E. (2021). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Stem Uygulamalarındaki Gelişim Süreçlerinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir.

OECD (2017). Education at a Glance 2017: OECD Indicators. *OECD Publishing*, Paris. https://doi.org/10.1787/eag-2017-en

Ostler, E. (2012). 21st century STEM education: a tactical model for long-range success. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(1), 28-33.

Özdoğru, E. (2013). *The Effect of Lego Programme Based Science and Technology Education on the Students' Academic Achievement, Science Process Skills and Their Attitudes Toward Science and Technology Course for Physical Facts Learning Field.* Master's Thesis, Dokuz Eylül University, İzmir.

Öztürk, Ş. (2004). Eğitimde yaratıcı düşünme. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 77-84.

Geer, R., White B., & Barr A. (1998). The effect of an information literacy subject on teacher education students computing self-efficacy. *Paper presented at the Australian Computers in Education Conference* (July 5th - 8th 1998). Adelaide-Australia.

Rafanan, R., De Guzman, C., & Rogayan, D. (2020). Pursuing STEM Careers: Perspectives of Senior High School Students. *Participatory Educational Research*, 7 (3), 38-58. https://doi.org/10.17275/per.20.34.7.3

Raines, J.M. (2012). FirstSTEP: A Preliminary Review of Effects of a Summer Bridge Program on Pre-College STEM Majors. *Journal of STEM Education*, 13 (1), 22-29.

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., & Kafai, Y. (2009). Scratch: programming for all. Communications of the ACM, 52(11), 60-67.

Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and engineering teacher.* https://www.iteea.org/File.aspx?id=86478&v=5409fe8e

Rockland, R., Bloom, D., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L.E., Hirsch, L., & Kimmel, H. (2010). Advancing the "E" in K-12 STEM Education. *The Journal of Technology Studies*, 36, 53-64.

Rogers, C., & Porstmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education*, 5(3), 17-28.

San, i. (1985). *Sanat ve eğitim. (ikinci baskı)*. Ankara Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Fakültesi Yayınları Ankara.

Scratch for Arduino (2021). http://s4a.cat/

Secer, M. (2020). *Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersinde Arduino Kodlama ile Kâğıt-Kalem Kodlama Uygulamalarının Öğrencilerin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri, Problem Çözme Becerileri ve Stem Tutumları Üzerine Etkisi.* Yayınlanmamış Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.

Senemoğlu, N. (2005). *Gelişim ve Öğrenme*. Gazi Kitabevi, Ankara.

Scientix Projesi (2021). https://scientix.eba.gov.tr/

Siegle, D. (2000). An introduction to self-efficacy. https://gifted.uconn.edu/schoolwide-enrichment-model/gifted_underachievers/

Siew, NM.; Ambo, N. (2020). The Scientific Creativity of Fifth Graders in A Stem Project-Based Cooperative Learning Approach. *Problems of Education in the 21st Century*, 78(4), 627-643. https://dx.doi.org/10.33225/pec/20.78.627

Sirajudin, N., Suratno, J., & Pamuti (2021). Developing creativity through STEM education. *J. Phys.: Conf. Ser*. 1806 012211 https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012211

Susilowati, E., Miriam, S., Suyidno, S., Sholahuddin, A., & Winarno, N. (2020). Integration of Learning Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in The Wetland Environment Area to Increase Students' Creativity. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1491 012047 https://doi.org/10.1088/1742-6596/1491/1/012047

Şahin, A., Ayar, M. C., Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297-322.

Şahin, H. (2015). Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının uygulanmasında fen ve teknoloji öğretmenlerinin karşılaştıkları güçlüklerin incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 145-166.

Şahin, N. H., Kökdemir, Z. Y. (2015). "Farkındalık" Üzerine Üç Araç: Psikolojik Farkındalık, Bütünleyici Kendilik Farkındalığı ve Toronto Bilgece Farkındalık Ölçekleri. *Türk Psikoloji Dergisi*, 30(76), 48- 67.

Şahin Pekmez, E., Aktamış, H., & Can, B. (2010). Fen Laboratuarı Dersinin Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerileri ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 93-112. https://dergipark.org.tr/tr/pub/inuefd/issue/8703/108677

Tabachnick, G. G., & Fidell, L. S. (2007). *Experimental designs using ANOVA*. Belmont, CA: Duxbury.

Tarkın Çelikkıran, A., & Aydın Günbatar, S. (2017). Kimya öğretmen adaylarının FeTeMM uygulamaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1624-1656.

Thomas, T. A. (2014). *Elementary Teachers' Receptivity to Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education in the Elementary Grades (Order No. 3625770)*. https://www.proquest.com/dissertations-theses/elementary-teachers-receptivity-integrated/docview/1557706624/se-2?accountid=17170

Thomasian, J. (2011). Building a science, technology, engineering, and math education agenda. *Washington, DC: National Governors Association Center for Best Practices*. https://eric.ed.gov/?id=ED532528

Tiryaki, A. (2019). *Fen Teknoloji Mühendislik Matematik Uygulamalarının Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrencilerin Tutum, Eleştirel Düşünme ve Yaratıcılıklarına Etkileri.* Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Esi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Tschannen Moran, M., & Woolfolk Hoy, A. W. (2001). Teacher efficacy: Capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education*, 17(7), 783-805.

Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). *STEM education in Southwestern Pennsylvania: Report of a project to identify the missing components.* Pennsylvania and Intermediate Unit 1: Center for STEM Education. 36 pages. https://www.cmu.edu/gelfand/

Tunç, C. (2019). *Stem: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesine Yönelik Hizmet İçi Eğitim Programının Uygulanması ve Değerlendirilmesi.* Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.

Turgut, İ. (1990). *Sanat felsefesi (2. bs.)*. Karınca Matbaası, İzmir.

Üçgül, M. (2013). History and Educational Potential of LEGO Mindstorms NXT. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 127-137.

Wagner, T. (2008). Rigor redefined. *Educational Leadership*, 66(2), 20-24.

Wang, H. (2012). *A New Era of Science Education: Science Teachers' Perceptions and Classroom Practices of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Integration* (Order No. 3494678). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (922637122). https://www.proquest.com/dissertations-theses/new-era-science-education-teachers-perceptions/docview/922637122/se-2?accountid=17170

White, D.W. (2014). What is STEM education and why is it important? *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-9.

Yamak, H, Bulut, N, Dündar, S. (2014). 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri ile Fene Karşı Tutumlarına FeTeMM Etkinliklerinin Etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34 (2), 249-265. http://www.gefad.gazi.edu.tr/tr/pub/issue/6729/90482

Yenilmez, K., & Balbağ, M.Z. (2016). Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının STEM'e yönelik tutumları. *Journal of Research in Education and Teaching*, 5(4), 301-307.

Yasin, A. I., Prima, E. C., & Sholihin, H. (2018). Learning electricity using arduino-android based game to improve STEM literacy. *Journal of Science Learning*, 1(3), 77–94.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. 6. Baskı.* Seçkin Yayınevi-Ankara.

Yıldırım, B. (2018). Bağlam Temelli Öğrenmeye Uygun Olarak Hazırlanmış Stem Uygulamalarının Etkilerinin İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (36), 1-20. https://dergipark.org.tr/en/pub/ataunikkefd/issue/38134/381353

Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.

Yıldırım, B., & Selvi, M. (2016). Examination of the effects of STEM education integrated as a part of science, technology, society, and environment courses. *Journal of Human Sciences,* 13(3), 3684-3695.

Yıldırım, M., T. (2020). *Sinir Sisteminin Öğretiminde FeTeMM Tabanlı Arduino Robotik Etkinliklerinin Akademik Başarı ve Mühendislik Tasarım Süreci Üzerine Etkileri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

Yıldız Fidan, N. (2017). *Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Proje Tabanlı Öğretim Yapabilmelerine İlişkin Özyeterlilikleri.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

Yıldız Fidan, N., & Mutlu, F. (2018). Fen Bilimleri ve Sınıf Öğretmenlerinin Proje Tabanlı Öğretim Uygulamalarına İlişkin Öz Yeterliliklerinin İncelenmesi, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* ISSN:1302-8944 Yıl: 2018 Sayı: 46 Sayfa:41-73

Yılmaz, M., Özçelik, S., Yılmazer, N., & Nekovei, R. (2013). Design-oriented enhanced robotics course. *IEEE Transactions on Education,* 56(1), 137–144.

Yolcu, V., & Demirer, V. (2017). A review on the studies about the use of robotic technologies in education. *SDU International Journal of Educational Studies,* 4(2), 127-139.

Yücebalkan B. (2020). Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a Geçiş Sürecine Genel Bakış. *Pearson Journal of Social Sciences - Humanities,* 9, p. 241-250. https://doi.org/10.46872/pj.181

EKLER

Ek-1: Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği

Adı :……

Soyadı :……

BİLİMSEL YARATICILIK ÖLÇEĞİ

Değerli katılımcı;

Aşağıdaki ölçek, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının **"STEM (FeTeMM) Yaklaşımında Robotik Uygulamaların (Arduino) Kullanımına Yönelik Fen Öğretmen Eğitimi"** konulu araştırmanın yürütülmesinde kullanılacak olan bu ölçekte yer alan 7 maddeye; kâğıdın arkasını da kullanarak tek bir kâğıtta cevap veriniz. Lütfen hiçbir maddeyi boş bırakmayınız.

Araştırmaya yapacağınız katkıdan dolay teşekkür ederim.

Ali ALAYLI Trakya Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi ABD Yüksek Lisans Öğrencisi

Madde 1: *Bir cam parçasını bilimsel olarak hangi farklı şekillerde kullanabileceğinizi lütfen yazınız. Örneğin; deney tüpü yapımı…*

Madde 2: *Eğer bir uzay gemisi ile seyahat edip farklı bir gezegene gitme imkânınız olsa, hangi bilimsel soruları araştırmak istersiniz? Lütfen merak ettiğiniz soruları düşünerek bu gezegene dair yazabildiğiniz kadar çok soru yazın. Örneğin, gezegende yaşayan herhangi bir canlı var mı?*

Madde 3: *Sıradan bir bisikleti daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapma olanağınız olsaydı neler yapardınız? Lütfen yazınız. Örneğin, karanlıkta görülebilmesi için tekerlekleri fosforlu yapardım.*

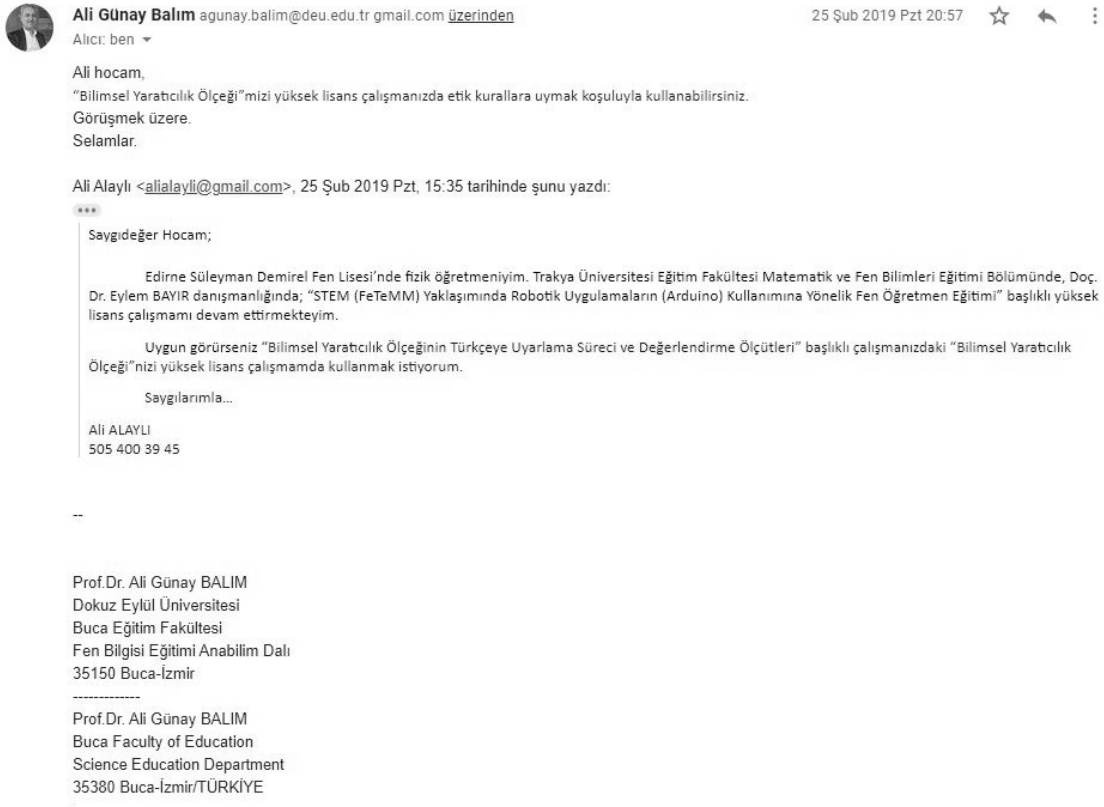
Madde 4: *Eğer yerçekimi kuvveti olmasaydı sizce dünyada neler olurdu? Örneğin insanlar havada uçuyor olurlardı.*

Madde 5: *Bir kareyi en fazla kaç farklı yöntem kullanarak dört eşit parçaya bölebilirsiniz? Aşağıya çizip gösteriniz.*

Madde 6: *Size iki tür peçete verilseydi hangisinin daha iyi olduğunu nasıl test edersiniz? Bunu yapmak için lütfen aklınıza gelen tüm yöntemleri, kullanacağınız araçları ve basit bir anlatımla nasıl bir yol izleyeceğinizi yazınız.*

Madde 7: *Lütfen bir elma toplama makinesi tasarlayınız. Tasarladığınız makinenin resmini çizerek, her parçanın adını ve ne tür bir işlevi olduğunu belirtiniz.*

Ek-2: Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Kullanım İzin Belgesi



Ali Günay Balım agunay.balim@deu.edu.tr gmail.com üzerinden 25 Şub 2019 Pzt 20:57

Alıcı: ben

Ali hocam,

"Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği"mizi yüksek lisans çalışmanızda etik kurallara uymak koşuluyla kullanabilirsiniz.

Görüşmek üzere.

Selamlar.

Ali Alaylı <alialayli@gmail.com>, 25 Şub 2019 Pzt, 15:35 tarihinde şunu yazdı:

> Saygıdeğer Hocam;
>
> Edirne Süleyman Demirel Fen Lisesi'nde fizik öğretmeniyim. Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümünde, Doç. Dr. Eylem BAYIR danışmanlığında; "STEM (FeTeMM) Yaklaşımında Robotik Uygulamaların (Arduino) Kullanımına Yönelik Fen Öğretmen Eğitimi" başlıklı yüksek lisans çalışmamı devam ettirmekteyim.
>
> Uygun görürseniz "Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Türkçeye Uyarlama Süreci ve Değerlendirme Ölçütleri" başlıklı çalışmanızdaki "Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği"nizi yüksek lisans çalışmamda kullanmak istiyorum.
>
> Saygılarımla...
>
> Ali ALAYLI
> 505 400 39 45

--

Prof.Dr. Ali Günay BALIM
Dokuz Eylül Üniversitesi
Buca Eğitim Fakültesi
Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı
35150 Buca-İzmir

Prof.Dr. Ali Günay BALIM
Buca Faculty of Education
Science Education Department
35380 Buca-İzmir/TÜRKİYE

Ek-3: FeTeMM Farkındalık Ölçeği

Adı :……
Soyadı :……

FeTeMM FARKINDALIK ÖLÇEĞİ

Değerli katılımcı;

Aşağıdaki ölçek, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının **"STEM (FeTeMM) Yaklaşımında Robotik Uygulamaların (Arduino) Kullanımına Yönelik Fen Öğretmen Eğitimi"** konulu araştırmanın yürütülmesinde kullanılacak olan bu ölçekte yer alan 15 maddeye "kesinlikle katılıyorum (1)", "katılıyorum (2)", "kararsızım (3)", "katılmıyorum (4)", "kesinlikle katılmıyorum (5)" kategorilerinden sadece birini işaretleyerek (**X**) cevap veriniz. Maddeleri cevaplarken şu noktalara dikkat etmeniz rica olunur.

1) Lütfen hiçbir maddeyi boş bırakmayınız.
2) Size uygun olan seçeneği işaretleyiniz.

Araştırmaya yapacağınız katkıdan dolay teşekkür ederim.

Ali ALAYLI
Trakya Üniversitesi
Fen Bilgisi Eğitimi ABD
Yüksek Lisans Öğrencisi

			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Öğrenciye Etkisi	1	FeTeMM eğitimi öğrencilerin el becerilerinin artmasına katkıda bulunur.					
	2	FeTeMM eğitimi öğrencilerin analitik düşünme becerilerini geliştirir.					
	3	FeTeMM eğitimi öğrenciyi derse motive eder.					
	4	FeTeMM eğitimi öğrencilerin problem çözme becerilerini artırır.					
	5	FeTeMM eğitimi uygulamaları öğrencilerin kendine güvenini artırır.					
	6	FeTeMM eğitimi öğrencilerin eleştirel bakış açısı kazanmalarını destekler.					
Derse Etkisi	7	FeTeMM eğitiminin dersten günlük hayata yansıması kaçınılmazdır.					
	8	FeTeMM eğitimi için üst düzey materyallere ihtiyaç vardır.					
	9	FeTeMM eğitimi uygulaması derste sınıf hakimiyetini olumsuz etkiler.					
	10	FeTeMM eğitimi etkinliği derste çok zaman kaybettirir.					
	11	FeTeMM eğitimi etkinlikleri öğretim programlarında yer almalıdır.					
Öğretmene Etkisi	12	FeTeMM eğitimi öğretmenin derste teknolojiyi kullanmasını gerekli kılar.					
	13	FeTeMM eğitim uygulamaları öğretmenin kendisini geliştirmesi için bir fırsattır.					
	14	FeTeMM eğitim etkinliklerinde öğretmen aktif rol almalıdır.					
	15	Öğretmenler ders içi/dışı etkinliklerde FeTeMM eğitimini kolaylıkla planlayabilirler.					

Ek-4: FeTeMM Farkındalık Ölçeği Kullanım İzin Belgesi



Mustafa Çevik <mustafacevik@kmu.edu.tr> 25 Şub 2019 Pzt 15:40

Alıcı: ben

Merhaba hocam,

Ölçeği kullanabilirsiniz. Tezinizde başarılar dilerim. Hocanıza selam ederim.

Kimden: "Ali Alaylı" <alialayli@gmail.com>
Kime: mustafacevik@kmu.edu.tr
Gönderilenler: 25 Şubat Pazartesi 2019 15:37:48
Konu: İzin isteği

Saygıdeğer Hocam;

Edirne Süleyman Demirel Fen Lisesi'nde fizik öğretmeniyim. Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümünde, Doç. Dr. Eylem BAYIR danışmanlığında; "STEM (FeTeMM) Yaklaşımında Robotik Uygulamaların (Arduino) Kullanımına Yönelik Fen Öğretmen Eğitimi" başlıklı yüksek lisans çalışmamı devam ettirmekteyim.

Uygun görürseniz "Ortaöğretim öğretmenlerine yönelik FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ) geliştirme çalışması" başlıklı çalışmanızdaki "FeTeMM Farkındalık Ölçeği"nizi yüksek lisans çalışmamda kullanmak istiyorum.

Saygılarımla...

Ali ALAYLI
505 400 39 45

Ek-5: Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Ölçeği

Adı :.....
Soyadı :.....

ARDUİNO DESTEKLİ PROJE TABANLI ÖĞRETİME İLİŞKİN ÖZYETERLİLİK ÖLÇEĞİ

Değerli katılımcı;

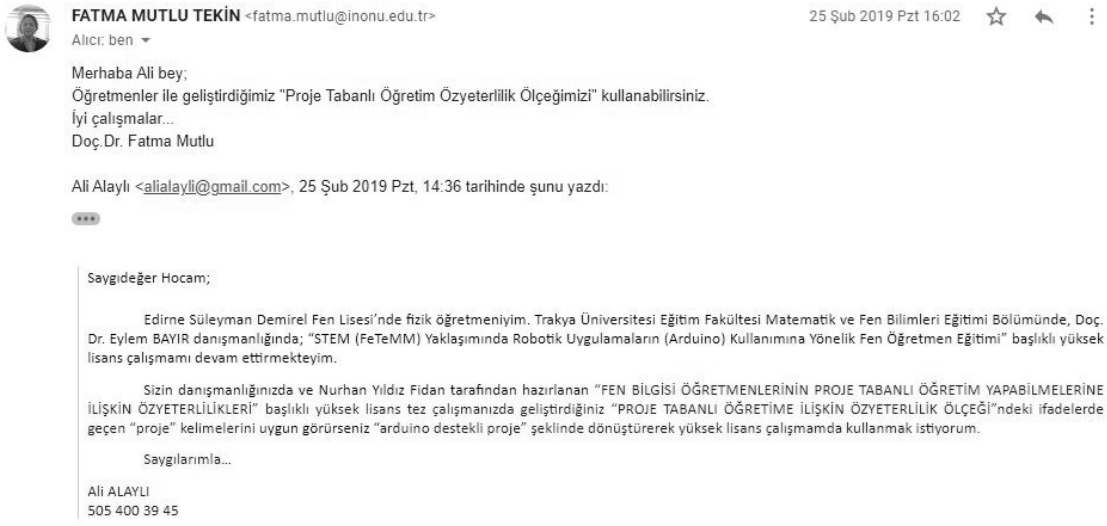
Aşağıdaki ölçek, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının **"STEM (FeTeMM) Yaklaşımında Robotik Uygulamaların (Arduino) Kullanımına Yönelik Fen Öğretmen Eğitimi"** konulu araştırmanın yürütülmesinde kullanılacak olan bu ölçekte yer alan 21 maddeye "kesinlikle katılıyorum (1)", "katılıyorum (2)", "kararsızım (3)", "katılmıyorum (4)", "kesinlikle katılmıyorum (5)" kategorilerinden sadece birini işaretleyerek (**X**) cevap veriniz. Maddeleri cevaplarken şu noktalara dikkat etmeniz rica olunur. Lütfen hiçbir maddeyi boş bırakmayınız. Size uygun olan seçeneği işaretleyiniz.

Araştırmaya yapacağınız katkıdan dolay teşekkür ederim.

Ali ALAYLI Trakya Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi ABD Yüksek Lisans Öğrencisi

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ARDUİNO DESTEKLİ PROJE SÜRECİNE HAKİMİYET REHBERLİK ETME	1. Öğrencilere, kazandıkları farklı becerileri kullanabilecekleri Arduino destekli proje çalışmaları hazırlatabilirim.					
	2. Öğrencilerimi Arduino destekli proje çalışmaları sonunda özgün ürünler üretmeye teşvik edebilirim.					
	3. Öğrencilerimin eksiklerini tamamlamaları ve yanlışlarını düzeltmeleri için etkili bir biçimde rehberlik edebilirim.					
	4. Arduino destekli proje çalışmaları sırasında öğrencilerin edindikleri bilgileri düzenlemeye yardım edebilirim.					
	5. Arduino destekli proje gruplarının araştırma ve çalışma becerilerinin geliştirilmesine yardım ve rehberlik edebilirim.					
	6. Öğrencileri yeni Arduino destekli projeler üretmeleri konusunda motive edebilirim.					
	7. Öğrencilerin Arduino destekli projeleri sonunda öğrencilerin eksikliklerini tamamlayabilirim.					
	8. Arduino destekli proje öğretim uygulamalarında bireysel olarak öğrencilerin araştırma ve çalışma becerilerini geliştirebilirim.					
	9. Arduino destekli proje projelerde tüm aşamaları sırasıyla yerine getirebilirim.					
PLANLAMA, HAZIRLIK VE YANSITMA	10. Arduino destekli proje çalışmalarında süreyi etkili kullanabileceğimi düşünüyorum.					
	11. Arduino destekli proje çalışmaları sırasında zaman yönetimiyle ilgili etkili stratejileri kullanabilirim.					
	12. Öğrencilere Arduino destekli proje sürecinin özelliklerini tanıtabilirim.					
	13. Arduino destekli proje çalışmalarında öğrencilerin kendini ve arkadaşlarını değerlendirmelerini sağlayabilirim.					
UYGULAMA VE DEĞERLENDİRME	14. Arduino destekli proje öğretim yöntemini kullanırken bir problemle karşılaştığımda ne yapacağımı bilemem.					
	15. Arduino destekli projeler kapsamında öğrencilerin bilgiye ulaşmak amacıyla elektronik kaynakları nasıl kullanabileceklerini göstermek için bilgi altyapımın yetersiz olduğunu düşünüyorum.					
	16. Arduino destekli proje çalışmaları sırasında deney yaptırma konusunda yeterli olmadığımı hissediyorum.					
	17. Arduino destekli proje uygulamalarında süreç içerisinde uygun değerlendirme ölçütleri belirlemede zorluk çekerim.					
	18. Grup Arduino destekli projelerinde her bir öğrencinin performansını takip etmede zorlanırım.					
DÖNÜT VERME VE ALTERNATİF DEĞERLENDİ	19. Öğrencilere Arduino destekli projeler oluşturmanın her aşaması ile ilgili geri bildirim verebilirim.					
	20. Arduino destekli projeler kapsamında öğrencilerin hazırladıkları portfolyoları değerlendirebilirim.					
GRUP SÜRECİ VE ÜST DÜZEY ÖĞRENME	21. Öğrencilere Arduino destekli çalışmaları sırasında ünite konularıyla ilgili farklı bakış açıları kazandırabilirim.					
	22. Arduino destekli proje çalışmalarında öğrencilerin bilgiyi araştırıp önceki bilgileriyle anlamlı bağlantılar kurmalarını sağlayabilirim.					
	23. Arduino destekli projelerde heterojen gruplar oluşturabilirim.					

Ek-6: Arduino Destekli Proje Tabanlı Öğretime İlişkin Özyeterlilik Ölçeği Kullanım İzin Belgesi



FATMA MUTLU TEKİN <fatma.mutlu@inonu.edu.tr> 25 Şub 2019 Pzt 16:02

Alıcı: ben

Merhaba Ali bey;
Öğretmenler ile geliştirdiğimiz "Proje Tabanlı Öğretim Özyeterlilik Ölçeğimizi" kullanabilirsiniz.
İyi çalışmalar...
Doç.Dr. Fatma Mutlu

Ali Alaylı <alialayli@gmail.com>, 25 Şub 2019 Pzt, 14:36 tarihinde şunu yazdı:

Saygıdeğer Hocam;

Edirne Süleyman Demirel Fen Lisesi'nde fizik öğretmeniyim. Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümünde, Doç. Dr. Eylem BAYIR danışmanlığında; "STEM (FeTeMM) Yaklaşımında Robotik Uygulamaların (Arduino) Kullanımına Yönelik Fen Öğretmen Eğitimi" başlıklı yüksek lisans çalışmamı devam ettirmekteyim.

Sizin danışmanlığınızda ve Nurhan Yıldız Fidan tarafından hazırlanan "FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLERİNİN PROJE TABANLI ÖĞRETİM YAPABİLMELERİNE İLİŞKİN ÖZYETERLİLİKLERİ" başlıklı yüksek lisans tez çalışmanızda geliştirdiğiniz "PROJE TABANLI ÖĞRETİME İLİŞKİN ÖZYETERLİLİK ÖLÇEĞİ"ndeki ifadelerde geçen "proje" kelimelerini uygun görürseniz "arduino destekli proje" şeklinde dönüştürerek yüksek lisans çalışmamda kullanmak istiyorum.

Saygılarımla...

Ali ALAYLI
505 400 39 45

Ek-7: Arduino Stem Etkinlikleri-1 Ders Planı

STEM Ders Planı-01

Tarih: 29.08.2018 **Ders:** Fen Bilimleri **Konu:** Aydınlatma Teknolojileri

Öğretmen: Ali ALAYLI **Sınıf:** 4.Sınıf **Süre:** 4* 40 dakika

1. Hedef Kazanımlar:

1.1 Bilişsel Süreç Kazanımları:

Merkezdeki disipline ait kazanım:

Fen Bilimleri

- F.4.5.1.1. Geçmişte ve günümüzde kullanılan aydınlatma araçlarını karşılaştırır.
- F.4.5.1.2. Gelecekte kullanılabilecek aydınlatma araçlarına yönelik tasarım yapar.
- F.4.5.2.1. Uygun aydınlatma hakkında araştırma yapar.
- F.4.5.2.2. Aydınlatma araçlarının tasarruflu kullanımının aile ve ülke ekonomisi bakımından önemini tartışır.

Diğer STEM disiplinine ait kazanım:

Mühendislik

- Öğrenci bir mühendislik projesinin içerdiği süreçleri tespit eder. Planlama, ilk örnek oluşturma, tasarım, yürütme, kalite kontrol ve raporlama gibi aşamaları açıklar.
- Öğrenci ölçme aletlerinin tarihini gözden geçirir ve bir aletin işlevselliğinin gelişmesine katkıda bulunmuş olan buluşları tanımlar.
- Öğrenci mühendislik uygulamalarının insanlığı çevresel, ekonomik ve politik olarak nasıl etkilediğini inceler.
- Öğrenci, tasarım sürecini yürütürken detaylara odaklanmanın önemini fark eder.

Teknoloji

- Öğrenci, algoritmayı bir bilgisayarın işleyebileceği bir dizi yönerge olarak tanımlayabilir.
- Öğrenci, aynı problemi çözebilecek diğer algoritmaları değerlendirebilir.
- Öğrenci, yazılımsal problemleri çözebilen bir yazılım geliştirme sürecini tarif eder (tasarım, kodlama, sınama ve doğrulama).

1.2. Sosyal Ürün Kazanımları:

- Grup arkadaşlarıyla etkili iletişim kurarak fikirlerini paylaşır ve grup çalışmalarına aktif olarak katılır.
- Grubun oluşturduğu tasarım ve ürünler ile deney sonuçlarını sınıf arkadaşlarına sunar.
- Grup arkadaşlarıyla iletişim halinde olur ve görev dağılımına uyar
- Grup içinde fikir belirtme özgüvenini yakalar.
- Problem ve çözüm odaklı fikir yürütür ve paylaşır.
- Fikirlerini savunabilir.
- Ürünü etkili bir şekilde sunabilir.

2. Kullanılan Materyaller:

Günlük yaşam malzemeleri:
- 9 volt Pil.

Kırtasiye malzemeleri:
- Karton,
- Renkli boya kalemleri.

Laboratuvar malzemeleri:
- Dizüstü bilgisayar,
- Arduino Uno (Klon olabilir),
- Bağlantı kabloları (Jumper Kablo),
- LED'ler (Farklı Renklerde),
- Dirençler (Farklı Değerlerde),
- Bağlantı tahtası (Breadboard).

3. Kaynaklar:

Arduino Resmi Sayfası:
https://www.arduino.cc/

Arduino kurulumu:
https://www.youtube.com/watch?v=_2JJ29kmwRU&list=PLDRcccSktQd5mfXDtGv975V77RCrW6H7U

LED Yakma:
https://www.youtube.com/watch?v=ilIXHo9wG3Q&index=2&list=PLDRcccSktQd5mfXDtGv975V77RCrW6H7U

4. Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP):

4.1. Bilgi Temelli Hayat Problemi:

Gittikçe önemi artan reklâm, ekonominin itici gücü, motoru olmuştur. Günümüzde reklamın önemini fark eden büyüğünden küçüğüne tüm firmalar reklamcılık alanında bütçeleri el verdiğince yatırımlar yapmaktadırlar. Reklamın en temel amacı pazarda fark edilmek ve dikkat çekmektir. Ticari hayatın gerektirdiği şekilde markasının, ürünün veya dükkanının göze çarparak fark edilmesini sağlamak için girişimcinin ilk önce yaptıracağı iş bir tabela yaptırmaktır. Işıklı tabela, içerisinde çeşitli ışıklandırma sistemlerinin kullanıldığı tabela çeşitlerine verilen genel bir isimdir. Birçok çeşit tabela türü ile bir arada kullanılabilen bu tabelalar dikkat çekici ve görünür olması sebebiyle de sıklıkla tercih edilir.

Sizden, elektronik tasarımlar ve kodlamalar yapan bir şirkette çalışan mühendis ve araştırmacılar olarak kurduğunuz ekip ile kod yazarak elektronik devre tasarlayıp önce kendi firmanızın tabelasını aydınlatmanızı ve dikkat çekecek şekilde yanıp sönen ledler ile çevrelemenizi istiyorum.

4.2. Sınırlamalar:

Tabelanız bağlantı tablanız (Breadboard) kadar olduğunu düşünün.
Tasarımınızı 4 adet led ile sınırlayınız.

4.3. Meslek, Görev ve Sorumluluklar:

- AR-GE Uzmanı
- Reklamcı
- Elektronik Mühendisi
- Bilgisayar Mühendisi

5. Ders İçeriği:

5.1. BTHP'ne İlişkin Sınırlamalar:

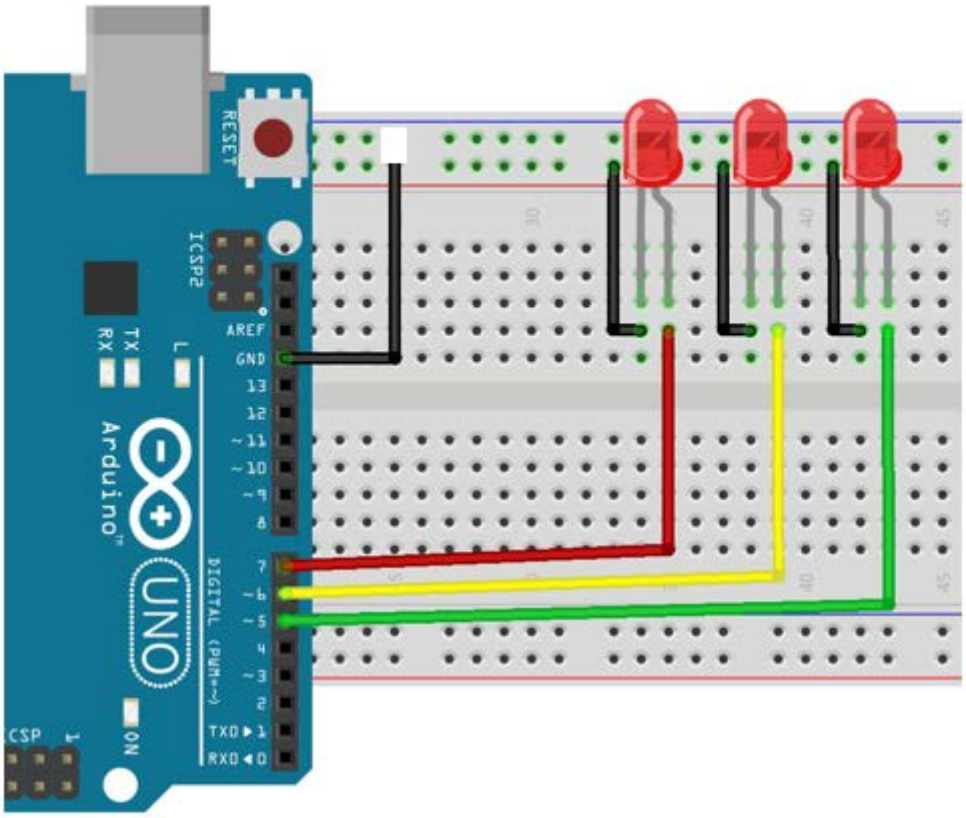
5.2. Bilgi Edinme:

5.3. Fikir Geliştirme:

5.4. Ürün Geliştirme:

5.4. Test Etme:

5.5. Paylaşma ve Yansıtma:


RESET
ICSP2
AREF
GND
13
12
~11
~10
~9
8
7
~6
~5
4
~3
2
TXD 1
RXD 0
DIGITAL (PWM=~)
TX
RX
L
ON
Arduino
UNO



Ek-8: Arduino Stem Etkinlikleri-1 Ders Defteri

ÇALIŞMA DEFTERİ

- **Etkinlik No: 01**
- **Etkinlik Adı:** ***Mikroişlemci Kontrollü Işık***
- **Grup Adı:……..**

Bilgi Temelli Hayat Problemi:

Gittikçe önemi artan reklâm, ekonominin itici gücü, motoru olmuştur. Günümüzde reklamın önemini fark eden büyüğünden küçüğüne tüm firmalar reklamcılık alanında bütçeleri el verdiğince yatırımlar yapmaktadırlar. Reklamın en temel amacı pazarda fark edilmek ve dikkat çekmektir. Ticari hayatın gerektirdiği şekilde markasının, ürünün veya dükkanının göze çarparak fark edilmesini sağlamak için girişimcinin ilk önce yaptıracağı iş bir tabela yaptırmaktır. Işıklı tabela, içerisinde çeşitli ışıklandırma sistemlerinin kullanıldığı tabela çeşitlerine verilen genel bir isimdir. Birçok çeşit tabela türü ile bir arada kullanılabilen bu tabelalar dikkat çekici ve görünür olması sebebiyle de sıklıkla tercih edilir.

Sizden, elektronik tasarımlar ve kodlamalar yapan bir şirkette çalışan mühendis ve araştırmacılar olarak kurduğunuz ekip ile kod yazarak elektronik devre tasarlayıp önce kendi firmanızın tabelasını aydınlatmanızı ve dikkat çekecek şekilde yanıp sönen ledler ile çevrelemenizi istiyorum.

Sınırlamalar:

Tabelanız bağlantı tablanız (Breadboard) kadar olduğunu düşünün.

Tasarımınızı 4 adet led ile sınırlayınız.

Meslek, Görev ve Sorumluluklar:

Ad ve Soyad	Meslekler	Görevler
	AR-GE Uzmanı	
	Reklamcı	
	Elektronik Mühendisi	
	Bilgisayar Mühendisi	

Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP) İle Sizden Talep Edilen Nedir?

Bölüm 1: Bilgi Ediniyorum

1. **Neler Biliyorum?**

a) BTHP'ne ilişkin bildiklerinizi ve deneyimlerinizi yazın.

2. **Neler Araştırmalıyım?**

a) Çözüm üretmek için öncelikle hangi sorulara cevap bulmalısınız?

b) Yazdığınız sorulara araştırmalarınız sonucu hangi cevapları buldunuz?

c) Araştırmalarınızda hangi kaynakları kullandığınızı not edin.

Bölüm 2: Fikir Üretiyorum

1. **BTHP'nin çözümü için düşündüğünüz tüm farklı fikirleri yazın.**

2. **Fikirlerinizden hangisini kullanmaya karar verdiniz? Neden?**

Bölüm 3: Ürün Geliştiriyorum

1. Tasarlayalım

a) Kullanacağınız malzemeleri yazın.

b) Ürününüzü nasıl yapacaksınız? Ayrıntılı şekilde anlatın ya da bir mühendis gibi ölçüleriyle çizin.

ARTIK ÜRÜNÜNÜZÜ GELİŞTİREBİLİRSİNİZ☺.

2. Test edelim

a) Verileri kaydedelim.

b) Çözüm yolunuz başarılı mı? Bir sorunla karşılaştınız mı? Ne tür sorunlarla karşılaştınız?

3. Geliştirelim/Üretelim

Ürününüzde planladığınız değişiklikler nelerdir? (Ayrıntılı bir şekilde yazın ya da yeni taslağınızı tekrar çizin).

4. Değişiklikleri yapalım ve tekrar deneyelim.

a) Yeni verileri kaydedelim.

b) Ürününüz başarıya ulaştı mı?

5. **Tanıtalım / Paylaşalım**

Ürününüzü nasıl tanıtacağınızı ve ilgili kişileri nasıl haberdar edeceğinizi planlayın.

Bölüm 4: Etkinlik Sürecinde Öğrendiklerim

a) Başlangıçta sahip olduğunuz bilgi ve beceriler ile şimdi sahip olduğunuz bilgi ve becerileri karşılaştırdığınızda geliştiğinizi düşünüyor musunuz? Cevabınız evet ise hangi yönlerden/hangi becerilerinizin geliştiğini düşünüyorsunuz?

b) Bu etkinlikte en çok hoşunuza giden bölümler nelerdir? Neden?

c) Bu etkinlikte zorlandığınız durumlar oldu mu? Cevabınız evet ise hangi yönlerden ya da hangi bölümlerde zorlandınız? Neden?

d) Bu etkinlikte öğrendiklerinizden ileride faydalanabileceğinizi düşünüyor musunuz? Bu etkinlik için önerileriniz nelerdir?

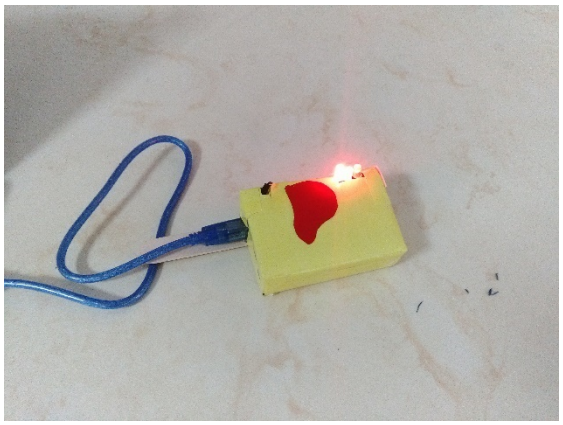
Kaynaklar:

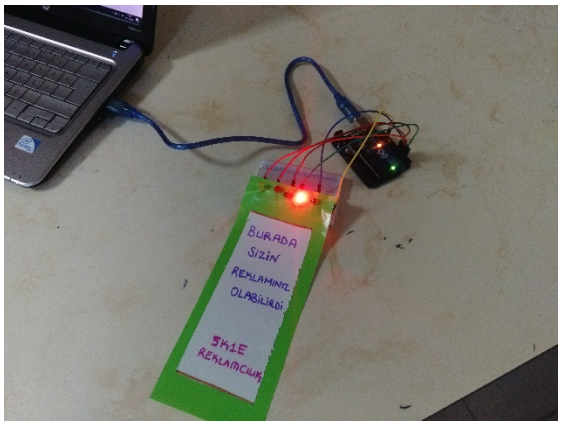
- M. S. (2017). STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi [STEM: Integrated teaching framework]. In M. S. Corlu, & E. Çallı (Eds). *STEM Kuram ve Uygulamaları*. İstanbul, Turkey: Pusula.
- Mühendisliğe, Bilime ve Teknolojiye Giriş / Eğitmenler için Mühendislik Tasarım Süreci Rehberi NASA

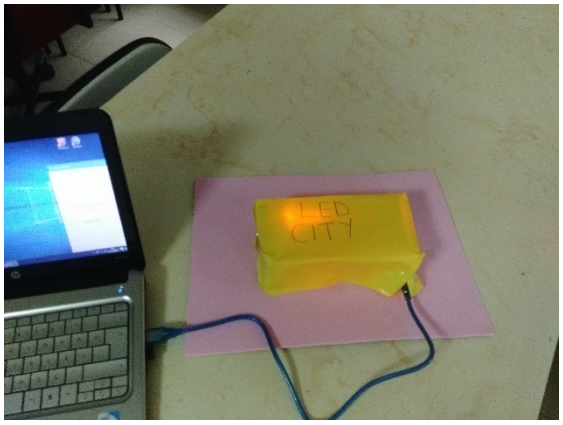
Ek-9: Arduino Stem Etkinlikleri-1 Arduino Kodları

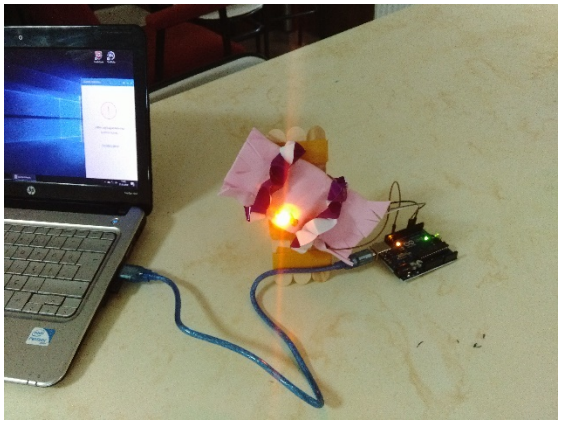
```
int yesil = 5;
int sari = 6;
int kirmizi = 7;
//Üst tarafta ledlerin hangi pinlere bağlanacağını tanımladık eğer bu işlemi yapmasaydık "sari" yazacağımız yerlere 6 yazardık ancak bu karışıklığa sebep olabilir bu yüzden bu tanımlamaları yapmaya alışmak iyi olur
void setup(){ // bu blok kodları sadece bir defa başlangıçta çalışır adı üstünde Arduino kartımızı kuruyoruz
  pinMode(yesil, OUTPUT);
  pinMode(sari, OUTPUT);
  pinMode(kirmizi, OUTPUT);
// üst tarafta ise ledleri taktığımız pinleri çıkış olarak ayarladık bu sayede bu pinleri bir güç kaynağı gibi kullanıp ledlere gerekli gücü göndereceğiz
}
void loop(){ // bu blok içine yazılan kodlar devamlı olarak bitip başa döner Arduinoya güç geldiği sürece devam eder
  digitalWrite(yesil, HIGH); // yeşil ışık yanıyor
  delay(5000); // yeşil ışık 5 saniye boyunca açık kalıyor
  digitalWrite(yesil, LOW); // yesil ışığı kapatıyoruz
  digitalWrite(sari, HIGH); // sarı ışığı yakıyoruz
  delay(1500); // 1.50 sn bekliyoruz
  digitalWrite(sari, LOW); // sari ışık sönüyor
  digitalWrite(kirmizi, HIGH); // kırmızı ışık yanıyor
  delay(7500); // 7.5 sn bekliyoruz
  digitalWrite(kirmizi, LOW); // kırmızı ışık sönüyor
  // sistem buradan sonra yeşil ışığı yazdığımız koda döner
}
```

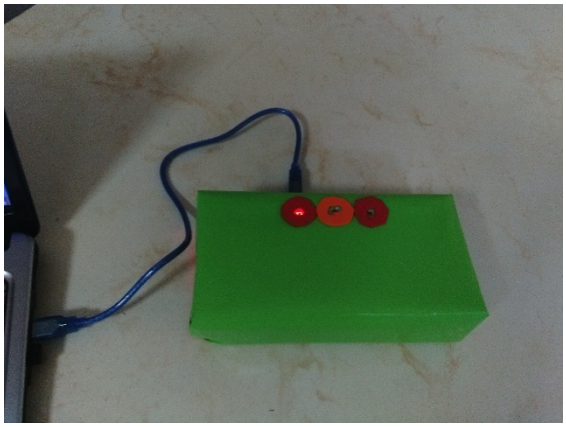
Ek-10: Arduino Stem Etkinlikleri-1 Grupların Ürünleri



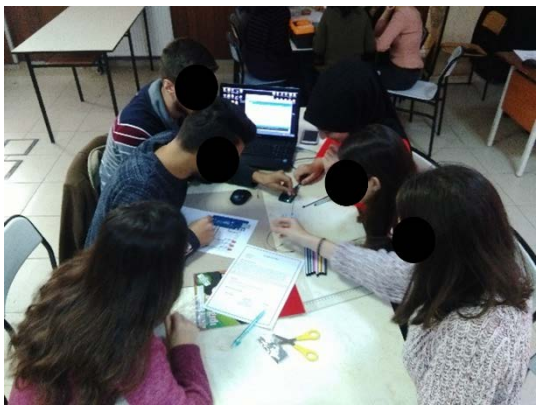








Ek-11: Arduino Stem Etkinlikleri-1 Eğitimlerden Görüntüler








ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Ankara'da doğdu. İlkokulu Ankara Kocatepe İlkokulunda; orta ve lise eğitimini T.E.D. (Türk Eğitim Derneği) Ankara Koleji'nde tamamladı. Burada yedi yıl ingilizce eğitim ve öğretim gördü. Lisans eğitimini ise Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Almanca Fizik Öğretmenliği bölümünde tamamladı. Burada Almanca eğitim ve öğretim gördü. Evli, bir erkek ve bir kız çocuğu sahibi. Ankara'da dershane ve özel ders deneyimi kazandı. Daha sonra Milli Eğitim Bakanlığı Bünyesinde Fizik Öğretmeni olarak göreve başladı. Pek çok farklı türde okul bünyesinde çalıştıktan ve pek çok sınav, eğitim, elemeden ve başarıdan sonra şu an Edirne Süleyman Demirel Fen lisesinde Fizik öğretmeni olarak görev yapmakta ve aynı zamanda Edirne ili Fizik Zümre başkanı görevini de yıllardır yürütmekte.

Ali ALAYLI
alialayli@gmail.com
ORCID: 0000-0001-6072-1844

BİLİMSEL FAALİYETLER

Uluslararası Konferans ve Sempozyumlar

Alaylı, A. ve Durmaz, H. (2018). Fen Lisesi Öğrencilerinin Düzgün Dairesel Hareket Konusundaki Kavram Yanılgılarının Tespiti. 13. Uluslararası Balkan Eğitim ve Bilim Kongresi (BES 2018), Edirne. (Eylül 2018)

Bayır, E. ve Alaylı, A. (2018). 5. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabının Okunabilirliğinin İncelenmesi. 13. Uluslararası Balkan Eğitim ve Bilim Kongresi (BES 2018), Edirne. (Eylül 2018)

Bayır, E. ve Alaylı, A. (2018). 5. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabının Ünite Sonu Sorularının Bloom Taksonomisine Göre İncelenmesi. 13. Uluslararası Balkan Eğitim ve Bilim Kongresi (BES 2018), Edirne. (Eylül 2018)

Bayır, E. ve Alaylı A. (2018). Fen Lisesi Öğrencilerinin Bilimsel Düşünme Yeteneklerinin İncelenmesi. 1. Uluslararası Eğitim ve Sosyal Bilimlerde Yeni Ufuklar (ICES - 2018), İstanbul. (Nisan 2018)

Yazılan Uluslararası Kitaplar veya Kitaplarda Bölümler

Bayır, E. ve Alaylı, A. (2018). Fen Lisesi Öğrencilerinin Bilimsel Düşünme Yeteneklerinin İncelenmesi, Balkan Educational Studies, 133-139, 2018. (Eylül 2018)