



Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bilim Dalı

**BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ ÖĞRETMEN
ADAYLARININ STEM (FeTeMM) EĞİTİMİNE YÖNELİK
GÖRÜŞ VE TUTUMLARI**

Özge ÖZGÜNER

Yüksek Lisans Tezi

Van, 2019

BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
STEM (FeTeMM) EĞİTİMİNE YÖNELİK GÖRÜŞ VE TUTUMLARI

Özge ÖZGÜNER

Danışman

Doç. Dr. Hayati ÇAVUŞ

İkinci Danışman

Doç. Dr. Çetin GÜLER

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından
SYL-2018-7515 No'lu proje olarak desteklenmiştir.

Van, 2019

KABUL VE ONAY

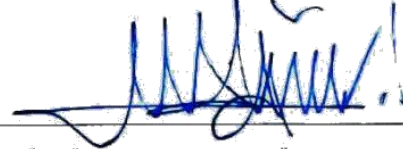
Özgüner Özge tarafından hazırlanan "Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmen Adaylarının STEM (FeTeMM) Eğitimine Yönelik Görüş ve Tutumları" başlıklı bu çalışma, 12.07.2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Hayati ÇAVUŞ (Başkan), (Danışman)



Doç. Dr. Çetin GÜLER (İkinci Danışman)



Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Serkan GÜNBATAR



Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÖZDİNÇ

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Doç. Dr. Fuat TANHAN

Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Hazırladığım tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kâğıt ve elektronik kopyalarının Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- ☒ Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☐ Tezim/Raporum sadece Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi yerleşkesinden erişime açılabilir.
- ☐ Tezimin/Raporumun ay süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

12.07.2019



Özge ÖZGÜNER

ÖZET

ÖZGÜNER, Özge. *Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmen Adaylarının STEM (FeTeMM) Eğitimine Yönelik Görüş ve Tutumları*, Yüksek Lisans Tezi, Van, 2019.

Bu çalışmada Türkiye’de bir üniversitenin Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümünde 7. ders dönemine kayıtlı olan 30 öğretmen adayının ‘Eğitim Ortamlarında Teknoloji Uygulamaları’ dersinde bir dönem boyunca STEM (FeTeMM) eğitimi ve uygulamaları, mühendislik, teknoloji ve bu disiplinler arasındaki ilişkiye yönelik tutumlarını ve görüşlerini belirlemek amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve uygulamaları hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla karma desen kullanılmıştır. Çalışmada veriler, uygulamalı ders öncesinde ve sonrasında demografik veri anketi, STEM tutum ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının; cinsiyet, kişisel bilgisayar sahibi olma durumlarının STEM eğitime yönelik tutumlarında anlamlı bir farklılık göstermediği saptanmıştır. Sadece 20 yaş grubundaki öğrencilerin STEM öntest ve fen öntest sonuçlarının 22 yaş grubuna göre anlamlı bir farklılık gösterdiği sonucuna varılmıştır. STEM eğitimi ve uygulamaları sayesinde bu eğitime yönelik düşüncelerinin olumlu yönde değiştiği, önyargılarının azalıp bu alanlara yönelik ilgilerinin arttığı tespit edilmiştir. STEM eğitiminin öğretim programlarında yer alması gerekliliğini vurgulayıp, bu eğitimi alan öğretmenlerin; öğrencilerin eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmede, problem çözme becerilerinde ve derslere yönelik ilgilerini arttırmada önemli rol oynayacağını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları mezun olduktan sonra STEM eğitimini kendi derslerinde de kullanmak istediklerini belirtmişlerdir.

Anahtar Sözcükler

FeTeMM eğitimi, öğretmen adayları, bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi.

ABSTRACT

ÖZGÜNER, Özge. *Prospective Teachers' Opinions of Computer Education and Instructional Technology for STEM Education and Attitude*, Master Thesis, Van, 2019.

In this study, it is aimed to register 30 teacher candidates of the Educational Technology Applications in media STEM education over a period of lessons and practice, engineering, technology and attitude towards the relationship between the disciplines of the views in a University of Turkey Computer and Instructional Technology Education section 7 in the course period. In order to determine the opinions of teacher trainees about STEM education and applications, Mix Method was used. In the study, the data were collected before and after the object lesson with demographic data questionnaire, STEM attitude scale and semi-structured interview form. According to the findings; gender, age and personal computer (status) don't show a significant difference in attitudes towards STEM education. It is concluded that only students in the 20 years old group showed a significant difference an STEM pretest and science pretest when compared to the 22-year-old group. Thanks to STEM training and practices, it was determined that their thoughts about this training changed positively and their prejudices decreased and their interest in these areas increased. Stressing that STEM education should be included in the curriculum, the teachers who took this education; students will play an important role in developing critical and creative thinking skills, problem solving skills and increasing interest in the lessons. Teacher candidates stated that they would like to use STEM education in their courses after graduation.

Key Words

STEM education, teacher candidates, computer and instructional technology education.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
SUNUŞ.....	xii
1. BÖLÜM : GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	2
1.2. Araştırmanın Amacı ve Alt Problemleri	4
1.3. Araştırmanın Önemi	4
2.BÖLÜM : STEM EĞİTİMİ	6
2.1. STEM Eğitiminin Tanımı	6
2.2. STEM Eğitiminin Gelişim Süreçleri	12
2.3. Bütünleştirilmiş STEM Eğitimi ve Modeller	16
2.3.1. 5E Öğrenme Modelinin STEM Eğitimi Entegrasyonu	20
2.3.2. STEM Eğitiminde Proje Tabanlı Öğrenme Modeli.....	22
2.3.3. STEM SOS Modeli.....	25
2.4. STEM Öğretmeni Eğitimi.....	26
2.5. Uygulama Materyalleri	31
2.5.1. Arduino	31
2.5.1.1.Arduino Çeşitleri	32
2.5.1.2. Diğer Arduino Çeşitleri	40

3. BÖLÜM : YÖNTEM.....	41
3.1.Araştırmanın Yöntemi	41
3.2.Çalışma Grubu.....	41
3.3 Uygulama Süreci.....	42
3.4.Veri Toplama Araçları.....	44
3.5.Verilerin Analizi.....	45
4. BÖLÜM : BULGULAR VE SONUÇ	47
4.1.Nicel Bulgular.....	47
4.2.Nitel Bulgular	51
5.BÖLÜM : SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	68
KAYNAKÇA	72
EK 1. Demografik Veri Anketi	77
EK 2. Ön Görüşme Soruları.....	78
EK 3. Son Görüşme Soruları	79
EK 4. STEM Eğitimi ve Uygulamaları Sürecinde Yapılan Uygulamaların Simülasyon Çıktıları	80
EK 5. Arduino Yazılımı	86

KISALTMALAR DİZİNİ

E-STEM	: Enterprise, Science, Technology, Engineering and Mathematics (Girişimcilik, Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik)
FeTeMM	: Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik
NSF	: National Science Foundation (Ulusal Bilim Vakfı)
PISA	: Program for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)
STEAM	: Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik)
STEM	: Science, Technology, Engineering and Mathematics (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik)
TIMMS	: The Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Öğretmen Eğitimi Programlarına Getirilen Özgünlük ve Boyutları	29
Tablo 2. Arduino Uno Temel Özellikleri	33
Tablo 3. Arduino Uno Temel Özellikleri	34
Tablo 4. Arduino Pro Mini Temel Özellikleri	35
Tablo 5. Arduino Mega Temel Özellikleri	36
Tablo 6. Arduino Leonardo Temel Özellikleri.....	37
Tablo 7. Arduino Pro Micro Temel Özellikleri.....	38
Tablo 8. Arduino Due Temel Özellikleri	38
Tablo 9. Arduino Lilypad Temel Özellikleri.....	39
Tablo 10. Öğretmen Adaylarının Cinsiyet Dağılımı	41
Tablo 11. STEM uygulamalarına ilişkin program içeriği	43
Tablo 12. STEM Tutum Ölçeğinin Cronbach's Alpha Değerleri.....	45
Tablo 13. STEM Tutum Ölçeği Verileri Shapiro-Wilk Testi Sonuçları	47
Tablo 14. Öğretmen adaylarının STEM öntest – sontest tutum düzeyleri	47
Tablo 15. Öğrencilerin STEM'e Yönelik Tutumlarının Cinsiyete Göre Değişimine İlişkin t-testi Sonuçları	48
Tablo 16. Öğrencilerin STEM'e Yönelik Tutumlarının Kişisel Bilgisayar Sahipliğine Göre Değişimine İlişkin t-testi Sonuçları.....	49
Tablo 17. Öğrencilerin STEM Tutum Puanlarının Yaşlarına Göre Değişimine İlişkin ANOVA Sonuçları.....	50
Tablo 18. “STEM denilince aklınıza neler gelmektedir?” sorusuna verilen cevaplar	51
Tablo 19. “Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik dersleri arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır?” sorusuna verilen cevaplar	52
Tablo 20. “STEM eğitimi hakkında araştırma yaptınız mı?” sorusuna verilen cevaplar	54
Tablo 21. “STEM’den ne anladığınızı kendi ifadelerinizle söyler misiniz?” sorusuna verilen cevaplar	54
Tablo 22. “STEM uygulamaları kapsamında bir dönem boyunca yapılan uygulamalı dersin size kazandırdıkları nelerdir?” sorusuna verilen cevaplar.....	56

Tablo 23. “Bilişim ve Yazılım derslerinde STEM eğitimi kullanmayı düşünür müsünüz?” sorusuna verilen cevaplar	58
Tablo 24. “STEM uygulamaları kapsamında dönem boyunca istenen amaç doğrultusunda bir ürün ortaya koymanız istendi. Bu dersi almadan önce Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarına yönelik görüşlerinizle, dersi aldıktan sonraki bu derslere yönelik görüşleriniz arasında sizce bir farklılık oluştu mu?” sorusuna verilen cevaplar	59
Tablo 25. “STEM disiplinleriyle ilgili ders almak ister misiniz?” sorusuna verilen cevaplar	62
Tablo 26. “Dersin işlenişindeki teorik ve uygulama saatleri dağılımı ve yeterliliği bakımından değerlendirir misiniz?” sorusuna verilen cevaplar	63
Tablo 27. “Dersin işlenme şekli ve derste yaptıklarımızı göz önünde bulundurarak bundan sonra buna benzer bir ders alsaydınız neleri değiştirmek isterdiniz?” sorusuna verilen cevaplar	65
Tablo 28. “Bu dersin lisans öğretim programında yer alıp almaması konusunda ne düşünüyorsunuz?” sorusuna verilen cevaplar	66

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Arduino Uno	32
Şekil 2. Arduino Nano	33
Şekil 3. Arduino Pro Mini.....	34
Şekil 4. Arduino Mega.....	35
Şekil 5. Arduino Leonardo.....	36
Şekil 6. Arduino Pro Micro.....	37
Şekil 7. Arduino Due	38
Şekil 8. Arduino Lilypad	39

SUNUŞ

Bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmen adaylarının STEM (FETEMM) eğitimine yönelik görüş ve tutumları değerlendirilerek mevcut durumun ortaya konulması ve daha nitelikli çalışmalara ışık tutması açısından; tamamlanmasında, çalışmanın uygulama sürecinin her adımında ve süreçte karşılaşılan problemlerde desteğini her daim sunan; bilgi ve deneyimleri ile rehber olan danışmanlarım Sayın Doç. Dr. Hayati ÇAVUŞ'a ve Sayın Doç. Dr. Çetin GÜLER'e,

Tez öneri sürecinde bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Serkan GÜNBATAR, Prof. Dr. Serhat KOCAKAYA ve Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TÜYSÜZ'e,

Eleştiri ve önerileri ile tez çalışmamı zenginleştirmemi sağlayan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÖZDİNÇ'e,

Araştırmanın çalışma grubunu oluşturan öğretmen adaylarına,

Hayatım boyunca her koşulda sevgilerini esirgemediğim yanımda olan, maddi ve manevi desteği ile beni bu günlere getiren sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Çok sayıda gelişmiş ülke 21. yüzyıl insanını yetiştirme konusunda var olan eğitim sistemlerinin yetersiz kalacağı kaygısını duymaktadır. Küreselleşen dünyada ekonomik bağımsızlık ülkelerin en önemli sorunu haline gelmiştir. Ekonomik bağımsızlık ise çağın koşullarına göre programlanmış ileri teknoloji üretimi ile sağlanabilmektedir. Avustralya, Çin, İngiltere, İsrail, Kore, Singapur, Amerika Birleşik Devletleri gibi pek çok ülke bu kaygıların STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) eğitimi ile azaltılabileceğini öngörmüş ve STEM eğitimini hükümet programları çerçevesinde yasal düzenlemelerle devlet politikası haline getirmiştir. Yakın gelecekte gereksinim duyulacak ileri teknoloji uzmanlarının yetiştirilmesinin yanında; uzak gelecekte günümüzde sadece hayal edebildiğimiz doğa bilimleri ile paralel gelişen biyo ve nano-teknoloji uzmanlıkları daha da önem kazanmasının beklendiği söylenebilir.

STEM eğitim felsefesi; eğitim araç, yöntem ve uygulamaları her geçen gün yapılan araştırma sonuçlarıyla gelişirken, her ülke ilerlemeleri yakından izleyip kendi ülkelerindeki STEM araştırmalarına yeniden yön vermeye çalıştıkları söylenebilir. Temel olarak disiplinlerarası ve uygulamalı bir eğitim yaklaşımı olan STEM, okul öncesi eğitim kurumlarından başlayıp yaşam boyu eğitim süreçlerine kadar uzanan geniş bir eğitim alanını uygulama alanı olarak görülmektedir. STEM yaklaşımında eğitim yalnızca temel bilimlerin ileri teknoloji üretimine entegre edilmesi ve üretimi geliştirmesini değil; aynı zamanda geleceğin insanının eleştirel düşünme becerilerini geliştiren, iletişim becerilerinde aktif ve yönlendirici olabilmeyi sağlayan gelişmiş bir dünyanın bireyi olarak karar verip kolektif toplumsal edimlerde verimli olabilen insanı yetiştirmeyi amaçlamaktadır.

Sosyoekonomik gelişim sağlayabilen yenilikçi bilgiyi yaşam içerisinde etkili biçimde kullanabilen ve en önemlisi problem çözmede yaratıcı bir yaklaşım seçebilen üretken insan modeli kuşkusuz doğru bir eğitim sürecinden geçilerek ulaşılabilecek bir hedeftir. Ülkemizde son 10 yılda akademik düzeyde yoğunlaşan araştırmalar henüz bir

eğitim politikasına dönüştürülememiştir. Bu nedenle çalışma STEM eğitimindeki henüz başlangıç aşamasında olan araştırmalara katkı sağlama isteği ile seçilmiştir. Kuşkusuz STEM eğitimi yalnızca bir eğitim yöntemi değildir. Yetişmiş STEM uzmanlarının yanı sıra eğitim süreçlerinde kullanıma açık ileri teknoloji eğitimine uygun alt yapı gereksinimi olan, benzer uygulamaların birbirleriyle iletişim içinde olacağı aktif bir iletişim ve programlama ağı donanımına ihtiyaç duyan bütüncül bir yaklaşım olarak görülmelidir. Birçok ülkede bu yaklaşımı destekleyen vakıflar ve şirketlerin yanı sıra uluslararası kuruluşlarla iletişimi düzenleyen rehber eğitim kurumları oluşturulmaya başlandığı görülmektedir.

STEM eğitiminin bütüncül bir analizini kapsamayan tez çalışmasında eğitimin ana yaklaşım yöntemleri özetlenmiş, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Bölümü öğretmen adaylarına Arduino sınırlılığında STEM eğitimi uygulamaları yapılmıştır. Uygulama sonuçları tez çalışmasının kapsamında özetlenerek STEM yaklaşımli bir eğitimin uygulama örneği verilmeye çalışılmıştır.

1.1. Problem Durumu

Teknolojinin hızla gelişim göstermesi; geleneksel öğrenme yöntemleri ve ortamlarının sayısal çağda doğmuş “dijital yerlilerin” beklentilerine cevap vermede yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu nedenle bireylerin 21. yüzyıl becerileri kazanması gerekmektedir. Ülkemizde yaygın olarak geleneksel öğretim yöntem ve yaklaşımlarının kullanıldığı düşünülmektedir. Yapılan çoğu araştırmada geleneksel öğretim yöntemlerinin, yenilikçi yöntemlere göre öğrenci başarısının verimliliğini sağlamakta yetersiz kaldığını görülmektedir (Atılboz, 2001; Korkmaz, 2001; Aşan & Tahran, 2002; Sezgin, 2002; Şahin & Parim, 2002; Mc Donald, 2003; Demircioğlu, Demircioğlu & Ayas, 2004; Güvener, 2005). Teknolojinin sağladığı yeniliklerin eğitimde etkili olacağı öngörülmesine karşın bu eğitimin gerçekleştirilme biçimi, yöntemleri henüz araştırma aşamasındadır.

Son yıllarda; gerek eğitim alanında gerekse üretim teknolojisi platformlarında kullanılmaya başlanan robotlar sayesinde yeni bir teknolojik evreye girilmiştir. Bu yeni evreye doğan kuşağın (dijital yerlilerin) eğitim ve öğretim süreçlerinin

programlanması ve yürütülmesinde robotik sistemlerin kaçınılmaz olacağı öngörülmektedir. Robotların, fen ve mühendislik eğitimde katkısı olduğu ve teknoloji transferleriyle de farklı eğitim kademelerinde uygulanabilir hale geldiği ifade edilmektedir (Mataric, 2004).

Birçok disiplinle entegrasyonu sağlanan ‘Robotik’ adı verilen bu teknoloji, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi başta olmak üzere bazı ülkelerde sanat eğitiminin katılımıyla elde edilen disiplinler arası STEM ya da STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) eğitiminin bir parçası olması gerekli görülmektedir (Cameron, 2005).

STEM eğitimi yeni bir öğretim yaklaşımı olması nedeniyle; Türkçe alanyazına bakıldığında büyük oranda birbirinin tekrarı ve uluslararası yayın aktarmalı çalışmalar olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların Türkiye’deki çalışmalara katkıda bulunmasına karşın yeterli sayı ve nitelikte olduğu söylenemez. Bu nedenle ülkemizde dünyada örneklerini görebildiğimiz gibi STEM eğitime yönelik çalışmaları yoğunlaştıran bilim ve teknoloji enstitülerinin kurulması gerekmektedir. Ancak bu enstitülerin kurulmasını hazırlayacak koşullar akademik çalışmalarla beslenebilir.

STEM eğitimi öğretmen ve öğretmen adayları tarafından yeterli seviyede bilinmemektedir. Çorlu (2014), ülkemizde SETEM eğitimi alanında yapılacak çalışmaların ve sonuçlarının paylaşılmasının önemli olduğunu belirtmiştir. Bu türden çalışmalarla öğretmen ve öğretmen adaylarının, STEM eğitime yönelik düşüncelerini ve farkındalık durumlarının araştırılmasının önemli bir adım olacağı düşünülmektedir.

Ülkemizde yapılan deneysel akademik çalışmalar incelendiğinde genellikle belirli bir derece STEM eğitimi bilgisiyle başlatılıp kapsamlı olmayan küçük eğitim birimlerinde kısa süreli uygulamalara dayanmaktadır. Oysa gerek uygulama yöntemleri gerekse eğitim süreç temaları STEM uzmanlığı gerektiren yorumlarla veriye dönüştürülebilir. Yapılan uygulamaların gerek bilimsel yöneme uygunluk gerekse süreç yorumları yalnızca uygulama yapan araştırmacının yorumlarıyla sınırlı kaldığı için tüm bu küçük denemelerin veri havuzuna anlamlı bir katkı sağlayacağı düşünülmemektedir.

Bu tez çalışmasında da STEM eğitimi uygulaması gerçekleştirilirken kaçınılmaz biçimde geleneksel akademik bilimsel araştırma yöntemlerinden bütünüyle arındırılmamıştır. Bu konudaki detay sonuç ve değerlendirme bölümünde açıklanmıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Alt Problemleri

Bu araştırmanın amacı, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi (BÖTE) Bölümünde eğitim gören öğretmen adaylarının; STEM eğitimi ve uygulamaları, mühendislik, teknoloji ve bu disiplinler arasındaki ilişkiye yönelik tutumlarını ve görüşlerini belirlemektir. Bu doğrultuda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. Öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve uygulamalarında tutum ve görüşleri çeşitli değişkenlere (cinsiyet, yaş, kişisel bilgisayar sahipliğine) göre anlamlı bir değişim göstermekte midir?
2. Öğretmen adaylarının deney öncesi ve sonrasında STEM ile ilgili görüşleri nelerdir?
3. STEM eğitimi ve uygulamalarının öğretmen adaylarına katkıları noktasında görüşleri nelerdir?

1.3. Araştırmanın Önemi

STEM eğitimi yeni bir öğretim yaklaşımı olması nedeniyle; Türkçe alanyazına bakıldığında büyük oranda birbirinin tekrarı ve uluslararası yayın aktarmalı çalışmalar olduğu görülmektedir. Bu araştırmaların Türkiye'deki çalışmalara katkıda bulunmasına karşın yeterli sayı ve nitelikte olduğu söylenemez. Bu nedenle ülkemizde dünyada örneklerini görebildiğimiz gibi STEM eğitime yönelik çalışmaları yoğunlaştıran bilim ve teknoloji enstitülerinin kurulması STEM alanında söz söyleyebilmemiz açısından önem arz etmektedir. Ancak bu enstitülerin kurulmasını hazırlayacak koşullar akademik çalışmalarla beslenebilir.

Ülkemizde yapılan uygulamaya dönük akademik çalışmalar belirli bir derece STEM eğitimi bilgisiyle başlatılıp kapsamlı olmayan küçük eğitim birimlerinde kısa süreli uygulamalara dayanmaktadır. Oysa gerek uygulama yöntemleri gerekse eğitim

süreç temaları STEM uzmanlığı gerektiren yorumlarla veriye dönüştürülebilir. Yapılan uygulamaların gerek bilimsel denetimi gerekse süreç yorumları yalnızca uygulama yapan araştırmacının yorumlarıyla sınırlı kaldığı için tüm bu küçük denemelerin veri havuzuna anlamlı bir katılım sağlamaları olası değildir.

Bu çalışmada da STEM eğitimi uygulaması gerçekleştirilirken kaçınılmaz biçimde geleneksel akademik bilimsel araştırma yöntemlerinden bütünüyle arındırılmamıştır. Bu konudaki detay sonuç ve değerlendirme bölümünde açıklanmıştır.

Tez çalışması Türkiye’de yapılan STEM eğitimi denemeleri içinde görülmeyen bir eğitim alanını ele almıştır. STEM alanyazınında yer alan örneklerin büyük bir bölümü, okul öncesi ve ilköğretim eğitimi kapsamasına karşın, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümünde yapılan ilk uygulamadır. Zaten uzmanlık alanı gereği teknoloji eğitimi almış öğrenci grubunun STEM yaklaşımıyla robotik uygulamaların araştırma süreçlerine katılımı tez çalışmasının önemini oluşturmaktadır.

2.BÖLÜM

STEM EĞİTİMİ

2.1. STEM Eğitiminin Tanımı

STEM eğitimi kavramı 2010 yılından itibaren eğitimciler arasında kullanılmaya başlanmış, giderek bilim insanları, teknoloji stratejistleri tarafından çeşitli açıklama ve anlatımlarıyla yaygınlaşmıştır. Dünyaya ABD’den yayılan uygulama ve projelerle kavram, en azından eğitimciler arasında tartışma zemini bulmuştur. STEM; tek bir alan bilgisine dayanarak araştırma ve ürün geliştirme olanaklarının sınırlı olması nedeniyle gereksinim olarak ortaya çıkmıştır. 21. Yüzyılda; yaşam kalitesinin artması, ekonominin gelişmesi, yeni endüstri alanlarının oluşması açısından STEM eğitimi önemli bir konuma gelmiştir (Yıldırım, 2018).

STEM 21. yüzyıl dünyasında, toplumların bireylerin çağın gereksinimlerine yanıt verecek, beceri ve donanımlarla toplumsal sorumluluklarını üstlenmesi gerekliliği varsayımından hareket eder. Kuşkusuz ekonomi ve ekonominin 21. yüzyılda hız kazanacağı teknik değişim ve yeni buluşlar, bireye yönelik yeteneklerde önemli bir değişim zorunluluğunu düşündürmektedir. Teknolojik gelişmelerin sonucunda ülkelerin ekonomik güç kazanımları; ürünlerin çağın gereksinimine yanıt verebilecek kalitede olmasını gerekli kılmıştır. Bu bağlamda STEM eğitimi bir takım teknolojik ürünlerin üretimi ve geliştirilmesi için gerekli olan becerilerin kazandırılması noktasında önem taşımaktadır (Yıldırım,2018). İleri teknoloji ürünlerinin üretimi; bireyin fen, matematik ve mühendislik bilimleri gibi alanlarda beceri ve yetkinliklerinin geliştirilmiş olmasını zorunlu kılmaktadır. Söz konusu alanların birbirleriyle ilişki ve bağı gözden kaçırılmaksızın eş zamanlı biçimde eğitimin ana temasını oluşturması, STEM eğitiminin içeriğini de oluşturduğu söylenebilir. Çepni ve Ormancı (2018); Dünya Ekonomi Forumu tarafından tanımlanan işler World Economic Forum (2016)’dan alıntılanarak şematik bir biçimde geleceğin dünyasına ilişkin açıklamalarda bulunmuş, geleceğin beceri ve meslekleri bugünün verileri ile saptanmaya çalışılmıştır. Söz konusu şema içeriğinde yer alan yetkinlikler, temel beceriler ve çoklu işlevsel beceriler neden STEM eğitime

özellikle günümüzde gereksinim duyulduğunu açıkça göstermektedir. Dünya Ekonomi Formu tarafından 2015 yılında kompleks problem çözme, diğerleriyle koordinasyon, insan yönetimi ve kritik düşünme en fazla önem kazanacak becerilerken; 2020 yılında kompleks problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık ve insan yönetimi en fazla önem kazanması beklenen mesleklere ilişkin beceriler olduğu belirtilmiştir.

Modernizm bir başka söyleyişle 19. ve 20. yüzyıl bütün bilim dallarında yüksek eğitimi öngören ve her bilim dalında bilim insanı yetiştirmeyi hedefleyen bir eğitim anlayışına yönelmiştir. Bireyler mikro alanlarda uzmanlaşarak kendi bilim dallarının en küçük detaylarının derinliklerinde araştırma yapmayı bilimin zorunluluğu olarak kabul etmişlerdi. Oysa günümüzde 21. yüzyılın başlangıcında teknolojinin geldiği nokta artık bilim dallarının tekil bağlamda derinliğine irdelenmesinin; bilimler arası ilişkiyi kopardığını gözlememize neden olmuştur. Bir yandan teorik olarak akılda kalan bilginin öneminin olmadığı ve günlük yaşama aktarılması gerekliliği üzerinde durulması diğer yandan birbirine gereksinim duyan bilimlerin eş zamanlı olarak eğitiminin problem çözümünde bireyi daha fazla aktif ve başarılı kılacağı gözlemlenmiştir (Yıldırım, 2018).

Bu çerçeveden bakıldığında STEM eğitiminin hem bilimler arası ilişkileri teknolojiye yansıtması hem de üretilen teknolojik ürünlerin günlük yaşamın problemlerini çözmesi açısından önemli bir rol oynadığı fikri günümüzde kabul görmektedir. STEM eğitiminin başarısı, alan bilgi ve becerilerinin birbirleriyle ilişkilendirilerek öğretilmesine dayalıdır. Geleneksel pedagojinin yöntemi olan her alanda ayrı ayrı uzmanlaşma, bireyin birikimine ve deneyimine ulaşmasını engellediği için problem çözme verimliliğini sınırladığı gözlenmişti. STEM eğitiminde; hedef öğrencinin problem odaklı öğrenme süreçlerinin içinde aynı anda fen, matematik ve teknoloji bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi olanağının hazırlanması olmuştur.

Geçmişten günümüze kadar fen bilimleri ve matematik disiplinleri bir arada süregelmiş ve bu disiplinleri birbirinden ayırmak oldukça zordur. Günümüzde fen bilimleri ile anlatılan konuların birçoğunda matematikte bulunmaktadır. Fakat bu disiplinlerin bir arada kullanılmasına STEM entegrasyonu demek yanlış bir kullanım olduğu söylenebilir (Yıldırım, 2018). Bilim tarihi boyunca fen bilimleri ve matematik

entegrasyonu çeşitli eğitim görüşleri çerçevesinde önerilmiş, bu konuda eğitim ortamında çeşitli uygulamalar yapılmıştır. STEM eğitiminin gerçekleşmesi için söz konusu bilimlerin entegrasyonuna teknoloji entegrasyonunun eklenmesi gerekir (Fensham & Gardner, 1994). Bunun dışındaki bilimler arası entegrasyon tek başına STEM eğitimi zorunlu kılmaz. STEM eğitiminin vazgeçilmez ögesi olan teknoloji eğitiminin temel bilimlere entegrasyonu fen bilimleri ve matematik disiplinlerinin kuramsal alt yapısını ürüne dönüştürebilme deneyimini sağlamaktır. 1990'lı yıllardan itibaren teknoloji ve tasarım eklemlenmeye çalışılmış ancak tasarımın temel bilimler alt yapısından yoksun olması başarılı bir sonuca ulaşmayı engellemiştir (Banks & Barlex, 2014).

STEM odaklı hazırlanan çalışmaları çoğunlukla, grup ya da takım çalışması yöntemiyle öğrencilerin yaratıcılıklarını ve problem çözme becerilerini geliştirir. Öğrenim süreçleri verilere ve üretime güven bağlamında da doğru bir öğrenme ortamı sağlar. STEM odaklı eğitim ortamlarının yaygınlaşmasının ardından önemli gelişmelerin sağlanmış olması, başlangıçtaki beklentilerin haklılığını ortaya koymuştur. Bu eğitim anlayışı başlı başına öğrenim programlarında yaşanan eksiklik ve yanlışlıkların ortadan kaldırılmasına yönelik çabaları içermiştir. STEM anlayışındaki eğitim yönelimi bir eğitim ütopyası olmaktan öte çağın zorunluluklarının doğurduğu bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır.

STEM hem dört farklı disiplinlerdeki temel kavramlara hem de bu disiplinlerdeki becerilere odaklanırken söz konusu disiplinlerin birleşmesi bu bileşimden doğacak becerinin geliştirilmesi önem kazanmaktadır (Çepni, Ormancı, 2018). STEM eğitimi denildiğinde dört farklı disipline ait olarak görülebilir. Ancak bütünleşik olarak probleme dayalı olarak sunulması genel felsefesini oluşturduğu söylenebilir. Bu nedenle STEM eğitiminin geliştirilmesinde, disiplinlerarasılık ilkesi hizmet eder (Ayar, Yalvaç, 2018).

21. yüzyılda bireyin eğitim ve iş yaşamlarında başarılı olabilmesi için Uluyol ve Eryılmaz'ın (2015) da vurguladığı gibi; problem çözebilen, eleştirel ve yaratıcı düşünebilen, iyi iletişim becerisine sahip, işbirliği yapabilen, bilgiye nerden ve nasıl ulaşabileceğini bilen, bilgiye erişme noktasında teknolojiyi kullanabilen, sorumluluklarını bilen, yeni fikirlere açık olan, öz yönetimli, inisiyatif sahibi, sosyal

ve kültürel becerileri gelişmiş, üretken ve liderlik becerilerine sahip bir birey olması gerekmektedir.

Sıralanan bu özellikler bireye eğitim yoluyla aktarılacağı için eğitimin çıktı olarak bu nitelikleri kazandırabilmesi, sürecin doğru planlanmasıyla sağlanacaktır. Bireyden beklenen beceri grupları bir yandan çeşitlilik gösterirken diğer yandan bu becerilerin birbirleriyle de etkileşim içinde olması önem kazanmaktadır. Çepni ve Ormancı'nın (2018) gruplama biçimine dayalı olarak şöyle özetlenebilir:

- Bilişsel beceriler; eleştirel düşünme, sistematik düşünme ve rutin olmayan problem çözme becerilerini kapsar.
- Kişiler arası beceriler; sosyal becerileri, takım çalışmalarını, kültürel duyarlılığı ve karmaşık iletişim biçimlerini kapsayan çeşitli konularla ilgilenmeyi pratik hayatında deneyimleme becerisini kapsar.
- İçsel/Öz beceriler; öz yönetim, zaman yönetimi, öz gelişim, öz düzenleme, uyum sağlayabilirlik ve program yürüte bilirliliği artıran liderlik özelliklerini kapsamaktadır.

Bütün bu becerilerin başarıya ulaşması temel bilgi becerilerinin yetkinleşmesiyle mümkündür. Bu nedenle STEM eğitimini bağlayan ana beceri grubu; okuma, yazma, aritmetik matematik, dinleme, konuşma gibi temel becerileri; yaratıcı düşünme, karar verme, problem çözme, akıldan bazı şeylerin tasarlanması; nasıl öğrenileceğini bilme, akıl yürütme gibi düşünme becerilerine gereksinim vardır. Tüm bu becerilerin bireyin öznel kimliğiyle uyum içinde olması gerekliliği dikkate alındığında, bireysel niteliklerin inşası da eğitim süreçlerinde gözden kaçırılmaması gereken önemli özellikleri oluşturduğu söylenebilir.

Sorumluluk, benlik saygısı, sosyal yaşama uyum ve dürüstlük, kişisel özelliklerde inşa edilmesi gereken temel kazanımlar olmalıdır. STEM eğitimi bağlamında teknoloji özel öneme sahiptir. Özellikle teknoloji okuryazarlığına yönelik bilgi ve iletişim teknolojisi becerileri 21. yüzyıl becerileri arasında önem kazanmıştır. Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) okuryazarlığının bilgi toplumunda işlev gören bilgiye erişmek, bilgiyi yönetmek, bilgiyi bütünleştirmek, değerlendirmek ve oluşturmak için dijital teknoloji, iletişim araçları ve ağların kullanımını kapsamaktadır

(Skills, 2002). Söz konusu 21. yüzyıl becerileri arasında karar verme becerisi kaçınılmaz bir beceri olarak sayılmıştır. Bu beceri hedeflerin belirlenmesi, riskleri göz önüne alınması, alternatiflerin üretilmesi ve en iyi alternatifin değerlendirip seçilme becerisi olarak kabul edilmektedir (Çepni, Ormancı, 2018). Kuşkusuz karar verme becerisinin yanında yeni bilgilere uyum, görüş ve hedefleri değiştirebilme, girişimcilik, yeni bir görev ya da hedefi üstlenme de kaygı duymama gibi özellikler karar verme becerilerini güçlendiren özelliklerdir.

Bu açıklamalar ışığında STEM; Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik kelimelerinin bir araya getirilmesiyle oluşmuş bir kavram olarak ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde STEM ve FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) olarak iki farklı ama birbirinin eş değeri olarak kullanılan kavramlar; son 5 yılda sıklıkla gözlenmektedir. Bugünkü anlamından uzaklaşmış olsa da STEM kısaltmasının başlangıcı ABD'nin Ulusal Bilim Vakfı tarafından lisans eğitiminin değerlendirilmesi için düzenlenen raporda yer almıştır. Söz konusu rapor, yeni yüzyılda ABD'nin bilim, sanayi ve eğitim politikalarının belirlenmesi için gerçekleştirilmiş çalışmaları kapsamaktaydı. Science, Technology, Engineering ve Mathematics kelimelerinin kısaltması olarak görülse de STEM eğitiminin içinde barındırdığı anlam daha kapsamlıdır. STEM'in farklı şekillerde ifade edilmesi ve anlaşılmasının temelinde eğitimcilerin ve politikacıların olduğu düşünülebilir. Bu sebepten STEM, e-STEM, plusSTEM, MakerSTEM, STEAM gibi farklı şekillerde yeni harfler eklenerek açıklanmaktadır (Yıldırım, 2018).

Çok sayıda araştırmanın yapıldığı STEM eğitimi modeli zaman zaman yetersiz ya da yanlış anlaşılmıştır. Morrison'a (2006) dayalı olarak Yıldırım'ın (2018) özetlediği yanlışlar şöyle ifade edilmiştir:

- Teknoloji eğitimi ve mühendislik birbirinden ayrı ve zordur.
- STEM deney çalışmalarıdır.
- Mühendisler fen ve matematiği öğretmezler.
- Matematik eğitimi fen eğitiminden ayrıdır.
- Mühendislik ve teknolojiye ilave edilmiş ev ödevleri olarak bakılır.
- Teknoloji öğretmen ve öğrenciler için bilgisayar anlamına gelmektedir.

- STEM alanında yetişmiş öğrenciler teknik alanda çalışmaya yönlendirilir. Çünkü bu öğrencilerin beşeri bilimlerle ilgili alt yapısı yoktur.

Yukarıdaki özetlenen yanlış algıların en önemli problemi STEM eğitimi kavramlarıyla STEM eğitiminin yapıldığı varsayılarak gerçekleştirilen yanlışlıklar olmasıdır. STEM eğitimi isminin, popüler olması bazı eğitimcilerin gerçekte STEM eğitimi olmayan eğitim ortamlarını STEM eğitimi olarak tanımlamalarını teşvik etmiştir. Yukarıda özetlenen yanlış uygulama ve algıların değiştirilmesi için STEM eğitiminin doğru özellikleri sürekli olarak güncellenen yeni tanımlarla ele alınması, bu eğitim sisteminin bir yandan yararlarını, diğer yandan uygulamadaki doğru yönelimleri göstermeye yardımcı olacaktır. Yıldırım'ın (2018) yanlış anlaşılmalara karşısında geliştirdiği STEM eğitiminin özellik ve yararlarını içeren özeti, çok sayıda bilimsel araştırmaya dayandırılmaktadır. Vurgulanan yanlışları düzeltecek STEM eğitiminin karakteristik özellikleri şöyle verilmiştir:

- Problem çözme becerisinin gelişmesini sağlamak
- Fen, matematik ve mühendislik alanlarına olan ilginin artırılmasını sağlamak
- Fen, matematik, teknoloji ve STEM okuryazarı olarak bireylerin yetişmesine olanak verilmesi
- Disiplinler arası çalışmaya olanak verilmesi
- Anlamlı ve derinlemesine öğrenmeyi sağlaması
- Akademik başarının artırılmasını sağlaması
- Öğrenilen bilgilerin günlük yaşamla bağlantısının kurulmasına olanak verilmesi
- 4C becerilerin gelişmesini sağlaması

STEM eğitimi gelişimini sürdüren bir yaklaşımdır. Günümüzde üzerinde tartıştığımız veriler henüz tamamlanmış, kesinleştirilmiş bir yaklaşımı ortaya koymaktan uzaktır. Hala dünyanın çeşitli bölgelerinde eğitim bilimcilerin sürdürdüğü yeni araştırma ve stratejiler STEM eğitiminin teorik alt yapısını güçlendirmektedir. STEM eğitiminin nasıl ve neden yapılması gerektiği sorusu, yalnızca eğitim bilimcilerin değil; siyaset bilimci, ekonomist, sosyolog, psikolog ve felsefe alanında çalışan çok sayıda araştırmacının ilgi gösterdiği bir konu olmuştur. Özellikle küresel ekonominin biçimlediği çok sayıda eşitsizliğin devasa boyutlara ulaştığı çağımızda gelecek dünyayı yapılandıracak insanın yetiştirilmesi kuşkusuz tüm bilim dallarının

problemi durumundadır. İnsan hakları deklarasyonunun vurguladığı kaliteli eğitime erişimin herkes için temel bir hak olması artık yalnızca eğitimi merkeze almaz. Aynı zamanda geleceği inşa edecek yetkinlikte ve donanımda olmayı merkeze alan kalitenin de eşit erişime ulaşması gerekmektedir. Avrupa ve ABD gibi modern ekonomiye sahip gelişmiş ülke toplulukları STEM eğitimi gelecek dünya için kaçınılmaz görürken, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin kaliteli eğitime erişimdeki yetersizlikleri bu teorinin yaygınlaşmasının zorunluluğunu, gelecek dünyanın insanları arasında eşitsizliği azaltmak açısından ortaya koymaktadır.

2.2. STEM Eğitiminin Gelişim Süreçleri

STEM eğitiminin tanımı bölümünde değinildiği gibi STEM eğitimi başlangıcını Amerika Birleşik Devletlerinin gerçekleştirdiği bilimsel araştırmaların sonucunda yayınlanan raporlarla başlatabiliriz. Portland Devlet Üniversitesi rektörü Ramaley NSF eğitimi ve insan kaynakları bölümünde görev yaparken yayımladığı raporda STEM kısaltmasını kullanılmıştı. Ramaley STEM'i, yeniliğin takipçisi olabilmek için öğrencilerin gerçek problemleri çözebildikleri ve fırsat oluşturdıkları bağlamların olduğu bir eğitsel sorgulama olarak tanımlamıştır (Karataş, 2018). Söz konusu bu raporun amacı ABD'nin bilim ve teknoloji alanında liderliğini koruyabilmesi ülkede sayısal bir çatı altında toplanan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını meslek olarak seçen bireylere gereksinimin arttığı çağımızda kaliteli insan kaynağı yaratmak olmuştur. Özellikle ekonomik getirisi güçlü olan mühendislik ve teknoloji alanlarında Amerika'nın hızla gelişen bazı ülkelerin arkasında kalma korkusu bu eğitim teorisinin yaygınlaşmasını güçlendirmiştir. STEM anlayışının başlangıcında çağımızın teknoloji ve ekonomi savaşında lider olma çabasının politik gerekçeleri yer almaktadır. Başka bir deyişle STEM ülke politikalarının eğitim bilimlerine yönelttiği bir talep olarak başlamıştır. 2000'li yılların eğitim bilimi çalışmalarında çok sayıda bilim insanı ve gönüllü kuruluş belirtilen talebi tekrarlayan çalışmalar yapmış, eğitim bilimlerini sürece dahil etmek için birçok proje gerçekleştirmişlerdir. STEM eğitimi politik bir gündemle başlamış, onun bir eğitim disiplini olabileceği, eğitim politikasının bir yöntemi olarak hayata geçirilebileceği önerilmiş ardından STEM eğitiminin ilke ve yöntemlerinin eğitim bilimcileri

tarafından tasarlanması talep edilmiştir. STEM eğitimi teorisine süreç içinde en son katılımı eğitim bilimcileri gerçekleştirmiştir. Günümüzde söz konusu edilen STEM eğitimi bütünleştirilmiş eğitim programı önermeleriyle gerçeklik kazanmıştır. STEM eğitimi ile ilgili gelişim süreçlerinde matematik, kimya, bilgisayar, biyoloji gibi alan öğretmenlerine yönelik uygulanan eğitimler eğitim bilimlerinin programa katılımını sağlamıştır. Hizmet içi eğitim alanlarında robotik faaliyetlere önem verilmiş kodlama etkinlikleri öğretmenlerle paylaşılmıştır. Çalışmalarda okul öncesi ve ilköğretim okullarında öğretmenlik yapan bireylerin teknolojik birikimden uzak oldukları gözlenmiştir. Teknoloji eğitiminin üniversitede başlatılması bu alandaki üretime dönük etkinliğin kalitesini olumsuz etkilediği gözlenmiştir. Bu gözlem mühendislikle ilgili faaliyetlerin, ilk ve ortaöğretimde verilen fen ve matematik dersleri ile tasarım derslerinin yeniden tasarlanmasıyla güçleneceği öngörülmüştür. 2000’li yılların başında gerçekleştirilen STEM eğitimi uygulamaları eksiklikleriyle başarısız olsa da süreç içinde STEM eğitiminin kendi pedagojisinin olması gerekliliği savunularak gelişme sağlanmıştır. 2010’lu yıllara gelindiğinde bütünleştirilmiş STEM eğitimi şekillenmeye başlamış, çok sayıda araştırmacının katıldığı etkinliklerle deneyimler paylaşılmış, eksiklik giderilir, yanlışlıklar düzeltilirken farklı alanların da bileşene katılımı sağlanmıştır.

Kısa bir geçmişi olan STEM eğitiminde, sürekli bir değişimin ve yeniliğin varlığı kendisini göstermektedir. Bu nedenle gelişime açık oluşu, ilerleyen yıllarda STEM eğitimi anlayışına farklı bakış açıları kazandırıp, dinamik bir yapıda olacağına inanılmaktadır (Karataş, 2018). STEM eğitimi günümüzde karmaşık problemlerin disiplinler arası bir yaklaşımla çözümünü içeren eğitim biçimini akla getirmektedir. Pedagojik olarak STEM alanlarının iki ya da daha fazlasının bütünleştirilmesi 80’li yıllarda başlamış olmasına karşın probleme dayalı öğrenme projesinin gelişmesiyle STEM eğitimi teorisi olgunlaştırılabilmiştir.

Günümüzde insanların bilimsel ve teknolojik gelişmelere ayak uydurması sadece geliştirilen teknolojileri kullanması değil bunun yanı sıra üreten olmaları da beklenmektedir. Bireylerin yeni gelişmeleri iş hayatlarına uygulamaları beklenmektedir ancak formel eğitim kurumlarındaki fen, matematik ve bilişim teknolojilerinin öğretilme şekli 21. yüzyılın ihtiyaç duyduğu nitelikli insan kaynağını

yetiřtirmede eksik kalmaktadır (Becker, 2010; EU, 2004; Holdren & Lander, 2012; Osborne, Simon ve Collins, 2003).

İfade edilen eksiklik STEM yaklaşımının neden yoğun bir ilgi ile karşılandığını göstermektedir. Çünkü artık bireyi hayata hazırlamak günümüz dünyasında edilgen bir durumu ifade etmektedir. Geleceğin dünyasında var olma savaşı edilgen bir uyumla kazanılamaz. Bu nedenle STEM yaklaşımı uyum gösteren değil yeni bir dünyayı yapılandırabilen yeterlilikte bireylere gerek duymaktadır.

STEM eğitim yaklaşımı tarihinde 21. yüzyıla ulaşmayı sağlayan çok sayıda bilimsel çalışmanın katkısı olmuştur. Bu nedenle STEM eğitimi teorisinin tarihini 2000’li yılların öncesine dayandıran çok sayıda araştırmacı vardır. Örneğin Yıldırım’ın “Teoriden Pratiğe STEM Eğitimi”(2018) kitabında STEM eğitimi tarihini 1900’lü yılların disiplinleri farklı şekillerde birbirine entegre etmeye dayalı ilk çalışmalara kadar dayandırır. Farklı disiplinlerin birbirleriyle aşamalı biçimde entegrasyonunu öneren tüm projeler ve bilimsel çalışmalar aslında STEM eğitiminin başlangıcını oluşturur. Yıldırım (2018) ilk yapay uydu Sputnik’ in fırlatılmasından aya ilk insanın indirilmesine kadar çok sayıda projenin STEM eğitimi teorisini yapılandıran etken olarak görmüştür. Bu teknolojik faaliyetlerin yanında 1966 yılında gerçekleştirilen “Nuffield Fen Öğretim Projesi”, 1982’de gerçekleştirilen “Singapur Matematiği Projesi”, 1983’te İngiltere’de gerçekleştirilen “Teknik ve Mesleki Eğitim İnisiyatifi” gibi eğitim projeleri de STEM eğitim yaklaşımının geliştirilmesinde önemli rol oynamıştır (Yıldırım, 2018).

Yukarıda sayılan gelişmelerin yanında mühendislik uygulamalarının temel bilimlere entegrasyonu 1990’lı yıllarda gerçekleşmiş, öğrencilerin sanayiden gelen danışmanlarla eğitimini gerçekleştiren okul – sanayi bağlantısını kuran ilk “Genç Öngörü Projesi (Young Foresight)” STEM eğitimi anlayışının gelişiminde bir dönüm noktası olmuştur.

Türkiye’de STEM eğitimi teorisine ilişkin çalışmalar 2010’lu yıllarda başlamıştır. Akgündüz (2018), Türkiye’deki gelişmeleri şöyle özetlemiştir; STEM eğitimi ile ilgili son yıllarda önemli gelişmeler gerçekleşmektedir. Bunlardan STEM eğitimi ile ilgili olanlar; 2014 ve 2017 yıllarında Türkiye Sanayici ve İş Adamları

Derneği tarafından yayınlanan Türkiye STEM İşgücü Raporu (TUSİAD,2014) ve 2023’e doğru Türkiye’de STEM gereksinimi (TÜSİAD, 2017), STEM eğitimi ile ilgili olanlar ise 2015 ve 2018 yıllarında İstanbul Aydın Üniversitesi tarafından yayınlanan STEM Eğitimi Türkiye Raporu (Akgündüz ve diğerleri, 2015), STEM Eğitimi Çalıştay Raporu (Akgündüz ve diğerleri, 2015) STEM eğitiminin Öğretim Programlarına Entegrasyonu Raporu (Akgündüz ve diğerleri,2018) TUSİAD STEM İşgücü Raporu, üniversite STEM alanlarının güçlendirilmesi ve nitelikli STEM işgücünün artırılmasına vurgu yaparken, İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Eğitimi Türkiye Raporunda nitelikli bir STEM eğitiminin K-12 öğretim programlarına girmesi ve uygulanmasının altını çizmektedir. Son yıllarda Türkiye’de STEM eğitimi ile ilgili projelerin sayısında bir artış söz konusudur. İstanbul Aydın Üniversitesi tarafından gerçekleştirilen Promoting STEM Projesi kapsamında hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin STEM alanlarında yetiştirilmesi ve buna uygun programların oluşturulması hedeflenmektedir. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından desteklenen ve STEM alanlarında gerçekleşen projelerin sayısında bir artış söz konusudur (Akgündüz, 2018).

ABD, İngiltere, Avustralya, Avrupa ve Brezilyadaki gelişmeleri izleyen ülkemizdeki çalışmaların ivme kazanmasında PISA ve TIMMS sınavlarında Türk öğrencilerin belirgin biçimde düşük performans göstermeleri etkili olmuştur. Özel sektör kurumları, bu sorunu çözecek bir sistem olarak STEM öğretim programlarının K-12 eğitimine uyarlanması konusunda yapılan çalışmaları desteklemeye başlamışlardır.

Günümüzde ABD’de STEM devlet eğitim politikası olarak kabul ettiği görülmüştür. Bu kabulün ardından ABD eyaletlerinde STEM eğitim teorisini uygulayan okul sayısı hızla artmıştır. Giderek söz konusu okullardaki uygulama süreçlerinde ortaya çıkan eksiklik ve donanım boşluklarını tamamlayan yeni projelere hız kazandırılmıştır. STEM okullarının gereksinimlerini karşılayan STEM merkezleri kurulmuştur. Bu merkezler gerek ABD’de gerekse dünyanın çeşitli ülkelerinde STEM laboratuvarları kurmaları çalışmalarında katkı sağlamaktadırlar (Akgündüz, 2018).

2007 yılında yayımlanan “Fen Eğitimi Şimdi: Avrupa’nın Geleceği İçin Yenilenen Pedagoji” (2007) adlı raporda Avrupa genelinde fen ilimleri ve teknoloji

eğitimi alanında gençlerin ilgilerinin azaldığı belirtilmiş, etkili eylem planlarıyla söz konusu alanlara ilgiyi artırmayı sağlayacak programların yapılması önerilmiştir. Avrupa çapında araştırmaların; araştırmacıların işbirliğine dayalı projelerine fırsat tanınması 2007-2013 yılları arasında 7. çerçeve programı kapsamında Türkiye proje ortaklığı kabul edilmiştir(Akgündüz vd., 2015).

2.3. Bütünleştirilmiş STEM Eğitimi ve Modeller

Dünyada STEM eğitimi çalışmaları dört ana basamakta değerlendirilmektedir. Bu basamaklar bilgi alanlarını içermekte olup, mühendislik bilgi alan ve uygulamalarının fen ve matematiğe entegrasyonu, mühendislik eğitiminin kalitesinin artırılmasına yönelik çalışmalar, STEM alanlarına metropollerin geri kalmış kırsal kesimlerindeki öğrencilerin ve kız öğrencilerin ilgilerini çekmek, STEM eğitiminin kalitesini yükseltmek için geliştirilen programlarla teknolojinin öğrenmedeki rolü ve kodlama eğitimi olarak sınırlandırılmıştır (Aydeniz, Bilican, 2018).

STEM eğitimindeki temel olgu, dört alanın bilgi ve uygulamalarından yararlanmak olarak özetlenebilir. Gerek ABD gerekse Avrupa uygulamalarında STEM eğitimi geliştiren önemli araştırmalar ve uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Zaman zaman söz konusu uygulamalarda birbirinden farklı yöntemler kullanılmış olsa da bu çalışmaların ışığında STEM eğitim çalışmalarının ortak noktaları saptanabilir. STEM eğitim çalışmalarının ortak noktalarını Aydeniz ve Bilican (2018) beş maddede özetlemiştir. Göze çarpan ana noktalar şöyle sıralanabilir:

- **Her yaşta STEM eğitiminin gerekliliği:** STEM eğitiminin anaokulundan üniversite eğitimine kadar geçen tüm öğretim süreçlerinde uygulanabilir bir eğitim yöntemi olduğu savı ifade edilmektedir. Özellikle problem çözme becerileri ve yaratıcılığı geliştirmeye yönelik katkısı nedeniyle tüm eğitim kademelerinde öğretim programlarının STEM eğitimine uygun olduğu savunulmaktadır.
- **Kodlama eğitimi:** Problem çözme, eleştirel düşünme ve çözümler tasarlama becerilerinin edinilmesinde kodlama eğitiminin önemi sıklıkla vurgulanmaktadır. Kodlama eğitiminin erken yaşlarda öğrencinin bilişim

teknolojisine olan ilgisini artırdığı gibi ileri yaşlarda da öğrencilere problem çözme becerilerini bilgisayar teknolojisini kullanarak, güncel problemlere çözüm arama yeterliliğini geliştirmeyi amaçlamaktadır.

- **STEM eğitiminde öğretmen kalitesi ve kapasitesi:** STEM eğitimi uygulayan çok sayıda ülke; öğretmen özelliği konusunda sorun yaşamaktadır. Özellikle STEM yöntemlerine yabancı olan öğretmen yetiştirme kurumları, bu anlayışa uygun öğretmen yetiştirme modellerini bütünlüklü olarak geliştirememişlerdir. STEM anlayışına uygun öğretmen kalite ve kapasitesi, henüz bütün ülkelerde çözülmesi gereken bir sorun olarak görülmektedir.
- **STEM bilgi ve becerilerinin ölçülmesi:** STEM eğitim sistemini benimseyen çok sayıda ülke STEM anlayışına uygun ölçme ve değerlendirme araçlarının geliştirilmesinde sorunlar yaşamıştır. Sorunların bir kısmı birleşik bir sistem olan STEM ile hedeflenen becerilerin ölçülmesinde doğru araçların tam olarak geliştirilmemiş olmasıdır. Ölçme ve değerlendirme alanındaki gelişmeler henüz STEM ile hedeflenen öğrenme çıktılarına bir ölçek oluşturmaya yönelik gelişim sürecini tamamlayamamıştır.
- **STEM eğitime erişim ve eşitlik:** Öğrencilerin kaliteli bir STEM eğitime erişmede eşit olanakların sağlanması açısından önemli güçlükler yaşanmıştır. Çok sayıda ülke söz konusu eşitsizliği ortadan kaldırmaya yönelik projeler geliştirmiş olsa da henüz dünyada STEM eğitimlerinde erişim eşitliği sağlandığı söylenemez.

STEM eğitimi çalışmalarının ortak özelliklerinin her biri üzerinde yeni araştırmaların yapıldığı alanlar olduğu için yakın gelecekte uygulama farkları giderek azalıp sonuçlarından emin olunan yöntem ve uygulamalara ulaşılacağı düşünülmektedir. Günümüze STEM uygulamaları yaygınlaşırken örnek aktiviteler henüz sınırlı sayıda öğrenciye ulaşabilmektedir. STEM teorisinde hedeflere ulaşabilmek yalnızca teorisinin doğru yaklaşımlarını saptayabilmek değil bu yaklaşımların uygulanacağı doğru eğitim ortamlarının tasarlanmasını da gerekli

kılmaktadır. STEM öğrenme ortamlarının tasarımı için “disiplinlerarasılık”, “hesaplamalı modelleme” ve “hesaplamalı düşünme” kavramları tartışmaya açılmıştır (Akgündüz,2018). Bu kavramlar STEM eğitimi teorisinin gelişmesinde katkıda bulunan çok sayıda araştırmaya dayalı olarak açıklanmıştır. Araştırma kapsamında öğrenme ortamı tasarımına kısa hatırlatmalar yapmanın gerekli olduğu düşünülmektedir. Akgündüz’ün (2018) açıklamalarına atıfta bulunacak biçimde özetlemek olasıdır:

- **Disiplinlerarasılık:** Farklı bilim dallarının kavramlarını, dünya görüşlerini ve metotlarını ilişkilendirerek birbirleriyle uyumlu ortak bir çalışmayı hedefleyen yöntemdir. STEM öğrenim ortamında bu yöntemin kullanılması fen bilimleri ve mühendislik araştırma gruplarının entegre edilmesi biçiminde başlamıştır. Ancak eğitim teorisinin gelişmesiyle disiplinlerarasılık genişletilip bu alanların bir arada araştırma yapabilmesine katkıda bulunacak diğer bilimsel alanlar da eklenmiştir.

Disiplinlerarası olarak çalışan mühendislik ve fen gruplarının süreçleri bilişsel ve sosyal açıdan ortak bir çerçeve ile açıklamak gerekmektedir. Bilişsel çerçevede benzetişim, bilgi araştırması ve değerlendirme bağlamında ele alınırken, sosyal çerçeve; roller, iletişim normları, yeterli katılım, bilgi paylaşımı ve görev çatışması bağlamında ele alınmaktadır. Bu çerçevede yapılan çalışmaların niteliği özün olarak görülmektedir (Paletz, Schunn, 2010).

- **Hesaplı modelleme:** Modeller, fiziksel, hesaplamalı veya zihinsel gösterimlerdir. Hesaplamalı modeller gerçek nesnelerin bilgisayar ile üretilmiş durumları olarak anlaşılmalıdır. Bu model çalışılan sistemin özelliklerini ortaya koyan değişkenleri kapsar. Hesaplamalı modellemede model simülasyonlarının sonuçları araştırmacıların gerçek sistemde neye ulaşacağı hakkında öngöründe bulunmayı sağlar.

Ayrıca matematik, fizik ve bilgisayar bilimlerini kullanarak karmaşık sistemlerin davranışlarını anlamlandırma ve benzerlerini oluşturmaya olanak sağlar. Örneğin hesaplamalı modelleme, hava tahmini yapma,

daha iyi uçaklar tasarlamak (...) gibi alanlarda kullanılmaktadır. Disiplinlerarası çalışmalarda sıklıkla kullanılan hesaplamalı bilimlerin, genom bilimi, sistemler modellemesinde ve nano-teknolojide önemli roller oynadığı bilinmektedir (Ayar, Yalvaç, 2018).

Hesaplamalı modelleme STEM öğrenme ortamının tasarımında vazgeçilmez bir uygulama alanıdır. Özel teknik ve donanım gerektiren hesaplı modelleme uygulamaları araştırmacılara proje öncesi tanıtılıp, araştırmacıların hesaplamalı modellemeyi kusursuz biçimde gerçekleştirecekleri teknoloji kullanım becerisine sahip olmaları sağlanmalıdır.

- **Hesaplamalı düşünme:** Hesaplama, öğretme ve öğrenme için etkin olan bir düşünme biçimini içerir. Bireylerin hesaplama ile nasıl etkileşim halinde olduğunu ve hesaplama diliyle nasıl düşündüğünü anlamak bir ilgi alanı olarak ortaya çıkmıştır. Hesaplamalı düşünme; çözümü güç problemleri düşünmek için hesaplamanın nasıl kullanılacağını yani bilişse olarak hesaplama okuryazarlığını kapsamaktadır. Hesaplamalı düşünmeyi çeşitli konuları anlamak için bilgisayar bilimlerinin sistemlerini ve dilini ve yöntemlerini kullanma olarak görmek mümkündür.

Araştırmacılar hesaplamalı düşünmenin eğitimde kullanılması için fikirlerini belirtmişlerdir ve etkileşimli görsellemeler ile simülasyonlar araştırmacıların ortak görüşleriyle hesaplamalı düşünme için önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu tarz uygulamaları önemli ve anlamlı kılan diğer özellik ise bireylerin kendi verilerini kendilerinin toplaması olduğu söylenebilir (Ayar, Yalvaç, 2018: 83).

STEM eğitimi ve STEM öğrenme ortamlarının tasarımında uygulama toplulukları kuramsal çerçeveyi oluşturur. Bu çerçevede çalışma alanlarının disiplinler arası özelliğe sahip olması STEM eğitimi teorisine uygun bir durumdur. Farklı disiplinlerin bilgilerinin problemleri, disiplinler arası açıdan bakarak çözüm yolları araması bilgi üretme sürecine önemli bir katkı sağlar. Ancak problemlerin disiplinler

arası açıdan bakılarak çözüm arama süreci hesaplamalı modelleme ve hesaplamalı düşünme becerilerini zorunlu kılar. Çünkü hesaplamalı modelleme ve hesaplamalı düşünme; farklı açılardan problemleri değerlendirmeye yönelik kullanışlı araçlardır. Bu becerilerin gelişmesi çözüm yollarının üretilmesinde güvenilir doğrulara ulaşmayı kolaylaştırır.

STEM eğitiminin öğretme ve öğrenme modellerinde günümüze kadar uygulanmış örneklerini incelemekte yarar olduğu düşünülmektedir. Bu örneklerden bazıları:

2.3.1. 5E Öğrenme Modelinin STEM Eğitimi Entegrasyonu

Selvi ve Yıldırım'a (2018) göre; Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımında, bireylerin kendilerine aktarılmış olan bilgileri olduğu gibi kabul etmek yerine o bilgileri yorumlayıp, sorgulayıp ve araştırıp anlamlı bir şekilde yapılandırılması sürecine etkin olarak katılması gereken bir eğitim modelidir. Bu eğitim modeli 5E STEM eğitime katkıda bulunan bir modeldir. Yapılandırmacı öğrenme anlayışının, özellikle fen eğitimindeki uygulama alanlarında projeye dayalı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, tam öğrenme modeli ve 5E öğrenme modeli, STEM eğitim stratejisiyle örtüşmektedir. 5E öğrenme modelinin temeli öğrenme halkası modeline dayanmaktadır (Selvi, Yıldırım, 2018). Öğrenme halkası modeli, Piaget' nin keşfettiği zihinsel gelişim teorisine dayalı bir program geliştirme yöntemidir.

STEM eğitimi için öğrenme ve öğretme süreçleri ele alındığında, öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerini gerçekleştirebilmeleri için; STEM disiplinlerini birbirleriyle ilişkilendirmeleri gerekir. 5E öğrenme modelinin kullanılması eğitim programının tüm öğelerini etkileyeceği gibi 5E öğrenme modeline uygun uyum programını sağlamak önemli bir başlangıç olarak düşünülebilir.

Araştırmalar STEM eğitimini 5E öğrenme modeliyle birleştirebilmenin gelişmiş bir entegrasyon bilgisi gerektirdiğini göstermiştir. 5E modeline uygun STEM eğitimi hazırlamak; öğrencinin yaparak ve yaşayarak öğrenmesini sağlayacak, öğrenilen bilgilerin günlük yaşama aktarılmasını ve öğrenmenin her sürecinde

öğrenilenlerin değerlendirilmesini gerçekleştirebilecek bir tasarım gerektirmektedir. 5E öğrenme modelinin yapılandırmacı öğrenme anlayışına dayanması, problem çözme boyutunun vurgulanması anlamını taşımaktadır. 5E öğrenme modeli kullanılan STEM eğitiminde öğrenci konuya odaklanır, bilgiyi keşfeder, araştırır, bilgiyi düzenleyerek derinlemesine öğrenir. En önemlisi öğrendiği bilgileri yeni problem durumlarına aktarma becerisi edinmiş olur. 5E öğrenme modeli araştırma merakını artırırken bilgi ve becerilerin aktif olarak kullanılmasını da sağlar.

STEM entegrasyonu gerçekleştirilmiş 5E öğrenme modelinde aşamalar; Selvi ve Yıldırım tarafından tablolştırılmıştır (Selvi, Yıldırım, 2018). Söz konusu tablo incelendiğinde beş öğrenme aşaması ayrı ayrı karakteristik özellikleriyle ve öğrenme çıktılarıyla betimlenmiştir. Söz konusu tabloya dayalı olarak 5E öğrenme modeli STEM entegrasyonu sonunda şöyle özetlenebilir:

- **Engage (Dikkat Çekme):** STEM eğitime uygun tasarlanan bir etkinlikte;
 - a) öğrencinin dikkatini çekiyor mu?
 - b) öğrencilerin önceki bilgilerini kullanmalarına izin veriyor mu?
 - c) gerçek dünya problemleri karmaşık sorular ile bağlantılandırılabilir mi?
 - d) öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırmaya izin veriyor mu?
- **Explore (Keşfetme):** STEM eğitime uygun tasarlanan etkinlikte öğrencilerin;
 - a) bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik ile bağlantı kurmanıza izin veriyor mu?
 - b) mühendislik dizayn süreçlerine, bilimsel araştırmalara ve matematik uygulamalara izin veriyor mu?
 - c) teknolojik araç gereçleri kullanmanıza izin veriyor mu?
- **Explain (Açıklama):** STEM eğitime uygun tasarlanan etkinlikler; bir konunun öğretilmesine izin veriyor mu?

- **Elaboration (Derinleştirme):** STEM eğitimine uygun tasarlanan bir etkinlikte;
 - a) yeni tasarım farklı ve orijinal bir model oluşturulmasına ve yeni bir çözüm üretilmesine izin veriyor mu?
 - b) STEM disiplinleri ile arasında bağlantı kurmasına izin veriyor mu?
 - c) mühendislik tasarım süreçlerine izin veriyor mu?
 - d) 21. yüzyıl yaşam becerilerini destekliyor mu?
- **Evaluation (Değerlendirme):** STEM eğitimine uygun tasarlanan etkinlikte öğrencinin;
 - a) ortaya çıkan bilişsel ve duyuşsal ürünlerinin değerlendirilmesine izin veriyor mu?
 - b) psiko-motor değerlendirme neden bulunmaktadır? Örneğin model yaparken el becerilerinin değerlendirilmesi sağlanıyor mu?
 - c) öğrencilerin kendilerini değerlendirmesine izin veriliyor mu?
 - d) öğretmenin ortaya çıkan ürünlerin değerlendirilmesi için rubrikler kullanmasına izin veriyor mu?

2.3.2. STEM Eğitiminde Proje Tabanlı Öğrenme Modeli

Günümüz eğitim sisteminde bilginin aktarımına dayalı geleneksel yöntem vazgeçilmesi gereken yanlış bir yöntem olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle bilgilerin paketlenerek aktarılması yerine, öğrencinin bu bilgilere ulaşması için gerekli becerileri kazanmasını amaçlayan yöntemler, proje tabanlı öğrenme yöntemlerini desteklemektedir. Bilgiye ulaşmanın yanında ulaşılan bilgiyi analiz edip nasıl kullanacağı deneyimi de STEM eğitimi için önemlidir. STEM eğitimi disiplinlerin birbirleriyle uyum içinde, günlük yaşamla ilişkilendirilerek yaşam becerilerinin desteklendiği bir eğitim yaklaşımıdır. Bu çerçeveden bakıldığında öğrenilen bilgilerin

günlük yaşamla ilişkilendirilmesi ve öğrenilenlerin farklı problemlerin çözümünde kullanılmasını gerekli kılar. Bu nedenle STEM eğitim uygulamalarında kullanılan en popüler yöntemlerden biri proje tabanlı öğrenmedir. Proje tabanlı öğrenme yeni bir düşünce değildir. Derin öğrenmeyi sağlamadaki gücünü ve önemini fark eden eğitimciler bu yöntemden uzun yıllardır vazgeçmemiştir (McGrath, 2002). Proje tabanlı öğrenmenin felsefi dayanakları Kilpatrick ve Dewey gibi eğitimcilerin görüşlerinden doğmuştur. STEM eğitiminin temelini oluşturan program entegrasyonu olgusu, yine bu iki felsefecinin görüşlerine dayandırılabilir.

Proje STEM eğitiminin felsefi dayanakları ile proje tabanlı öğrenmenin felsefi dayanakları birbirine benzemektedir. Proje tabanlı öğrenme; öğrenmenin organize edildiği bir yöntemdir. Tasarıya dayalı bir sürece yönelik olduğundan öğrenme; öğrenenin zihinsel yapısının sürekli yeniden örgütlenmesini anlamlı kılar. Proje tabanlı öğrenmede tasarım, problem çözme, karar verme öğrenme süreci içinde yer alır. Proje tabanlı öğrenme süreç odaklı ve öğrenciler arası etkileşimli bir öğrenme biçimidir. STEM eğitiminde olduğu gibi proje tabanlı öğrenmede de farklı disiplinler gerçek dünya problemlerinin çözümünde bir araya getirilir. Bu nedenle proje tabanlı öğrenme ile STEM kavramlarının uyumu, çoklu çözüm yolları olan gerçek dünyayı ilgilendiren problemlerde çözüm arayışı ve yöntemlerini kolaylaştıran yeterlilikler kazandırır. STEM sistemi ile bütünleştirilmiş proje tabanlı öğrenme sürecinin aşamaları şunlardır:

- **Soru sorma:** Bu aşamada öğrenciyi harekete geçirecek anlamlı ve gerçek dünya problemleriyle ilişkili hazırlanmış sorular yöneltilir. Bu soruların uygulanabilir, yararlı, anlamlı, etik ve gerçek dünya problemleriyle ilişkili olması, önemle vurgulanır.
- **Planlama aşaması:** Bu aşama birinci aşamada verilen sorunun çözümü için gerekli araştırmaların nasıl yapılacağı, hangi hedeflerin seçileceği, projede çalışacak grup üyelerinin belirlenmesi gerçekleştirilir.
- **Değerlendirme aşaması:** Bu aşamada uygulama sonucunda elde edilen ürünün değerlendirilmesi yapılır. Ürün verilen sorunun araştırılması, araştırma sonucunda elde edilen verilerin bir araya getirilerek ortaya konulmasını kapsar.

Ürünün değerlendirilmesi yapılırken analitik rubriklerin kullanılmasına özen gösterilir.

- **Sunma aşaması:** Bu aşamada öğrenciler; hazırladıkları projeleri sunarlar. Proje eksiklikleri, proje yürütülürken edinilen bilgi ve deneyimler söz konusu sunumda paylaşırlar. STEM' in tüm disiplinlerdeki öğrenme yöntemlerinde proje tabanlı öğrenme modeli uygulanmaya yatkın bir modeldir. Ancak hazırlanan soruların günlük yaşamla ilişkili olması, STEM disiplinlerinin tamamını barındırması, 21. yüzyıl yaşam becerilerini geliştirmeye yönelik olması; proje tabanlı öğrenmeyi STEM eğitimi sistemine entegre eder.

STEM eğitiminde proje tabanlı öğrenme Selvi ve Bekir (2018) tarafından tablolastırılmış proje tabanlı öğrenme ile STEM eğitiminin benzer ve farklı yönleri ortaya konularak; proje tabanlı öğrenmenin STEM eğitimi ile bütünleştirilmesini gerçekleştirecek çalışmalar için genel hatırlatmalar ortaya koymuştur (Selvi, Yıldırım, 2018: 226). Söz konusu tablonun irdelenmesi sonunda STEM eğitiminde proje tabanlı öğrenmenin sınırları oluşturulmuştur.

STEM öğretimi ve proje tabanlı öğrenme birbiriyle yakından özdeşleştirilmiştir. Bu sebeple sorgulamaya veya probleme dayalı öğrenme olarak anılan proje tabanlı öğrenmenin, STEM eğitiminin temelini oluşturduğu söylenebilir. Ayrıca proje tabanlı öğrenme ve STEM öğrencilerin işbirliğini vurgulayan, gerçek dünya problemleri üzerinde duran, öğrencinin seçim sürecinde katılımını kapsayan ve öğrenme içeriğine dayalı projenin gerçek yapılandırılmasını içeren birçok benzer öğretimsel vurguları paylaşır (Bender, 2018).

STEM eğitiminin proje tabanlı öğrenme içinde kullanılmasında bazı sınırlılıkların deneyimlendiği gözlenmiştir. Bu sorunlar; soru sorma aşamasından sunum aşamasına kadar bütün aşamalarda karşılaşılabilen sorunlardır. Araştırmanın kapsamı nedeniyle proje tabanlı öğrenme ve STEM eğitiminin entegrasyonunda karşılaşılan sorunlar ayrıntılı olarak verilmeyecektir. Ancak; STEM eğitimi kapsamında yapılacak projelerde proje tabanlı öğrenme modelinin hangi yaklaşımlarla uyumunun sağlanabileceğini bilmek; projelerin kusursuz kurgulanmasını gerçekleştirecektir. Bu nedenle proje tabanlı öğrenme sisteminin STEM eğitimine

uyumunda karşılaşılabilecek güçlükler STEM eğitimi tarafından bilinmeli ve çözüm yöntemleri çeşitlendirilmelidir. STEM disiplinlerinin tümünde aynı esneklikte proje tabanlı öğrenmenin uygulanamayacağı ilk bilgi olarak kabul edilmelidir.

2.3.3. STEM SOS Modeli

Bu model ilk kez 2001 yılında Teksas’ da yer alan Harmony Schools tarafından gerçekleştirilen STEM programında ortaya çıkmıştır. STEM alanlarına karşı ilgiyi artırmak amaçlı yaklaşımı etkin kılmak için STEM SOS modeli önerilmiştir. Bu model öğrencilerin bir arada çalışmasını amaçlayan araştırma temelli öğrenme ile proje tabanlı öğrenmenin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. STEM SOS modeli 2013-2014 öğretim yılından itibaren Harmony Schools okulunda uygulanmaya başlamıştır.

STEM SOS modelinde bireyler müfredata bağlı kalmadan proje tabanlı öğrenme temellerini aşamalı bir biçimde öğrenmektedirler. Bu model ile bireyler çeşitli seviyelerde uzmanlık kazanırlar. Bunlar; I., II. ve III. düzey projelerdir (Sahin ve Top, 2015). Bunlar;

STEM SOS modelinde I., II. ve III. projelerde teknolojiye yararlanılır. I. düzey projelerde yapılan araştırmaların görselleştirilmesi II. ve III. düzey projelerde ise disiplinler arası entegrasyon sağlanır. Bu süreçte projenin teknolojik kapsamı problem çözmeye entegre edilir.

Proje tabanlı öğrenme, 5E öğrenme modeli ve STEM SOS modellerinde uygun STEM eğitimi hazırlamak, özellikle mühendislik süreç becerilerine odaklanan öğrencinin yaparak ve yaşayarak öğrenmesini sağlayabilecek ve öğrendiği bilgileri günlük yaşamına aktarabilecek her süreçte öğrendiklerini değerlendirebilecek bir yapı tasarlanır. STEM eğitiminin en iyi şekilde uygulanmasında bu 3 modelin de etkili olarak kullanılması önem taşımaktadır.

STEM eğitimi için STEM alanlarının birbirleriyle ilişki içinde yapılandırılıp elde edilen bilginin günlük yaşamda kullanılabilir hale getirilmesi yukarıda içeriksel özellikleri belirtilen modellerle geliştirilir. Bu 3 model STEM eğitimi uygulanan okullarda eğitimin verimliliği için geliştirilmiş modellerdir. Her 3 modelde eğitim

hedefleri, eğitim içeriği, öğretme ve öğrenme süreçleri ile bir arada programlanır. Bu programlamada ölçme ve değerlendirme kriterleri de entegrasyonun bir parçası sayılır. Her 3 modelinde uygulama başarısı öğretmenin ve eğitim ortamının STEM eğitimi koşullarına, birikimine, deneyimine uygun olmayı gerektirir. Bu 3 modelde çeşitli ülkelerde uygulama süreçleri içinde sürekli geliştirilen modellerdir. Bu nedenle modeller katı uygulama sınırlılıklarıyla değil, esnek ve geliştirilebilir denemelerle gerçekleştirilebilecek modeller olarak algılanmalıdır. Bunun gerçekleşmesi içinde programı gerçekleştiren öğretmenin bilgi birikiminin yanı sıra yaratıcı olmasını da gerekli olduğu söylenebilir.

2.4. STEM Öğretmeni Eğitimi

Yüksek teknoloji üreten ülkeler ile başlayıp 21. yüzyıla gelecek kuşaklarını hazırlama isteyen çok sayıda ülkenin eğitim politikası anlayışına yayılan STEM eğitimi anlayışı uygulamada ülke olanaklarına göre farklı sınırlılıkların yaşanmasına tanık olundu. STEM eğitiminin uygulama süreçlerinde ortaya çıkan en önemli problem nitelikli eğitim sürecini yönetecek öğretici yani STEM iş gücüne katılması gereken öğretmenlerin yeterli performans gösterememeleri olmuştur. Oysa öğretmenler hedeflenen STEM işgücünün yetiştirilmesinde anahtar rol oynamaktadır. Çok sayıda ülke deneyimlerinde öğretmenler bilim insanları tarafından desteklenmiş başlangıç uygulamalarda STEM eğitim programları STEM eğitimi savunan uzmanlarca gerçekleştirilmiştir. Kuşkusuz STEM eğitiminin yerleştirilmesi için söz konusu deneyimlerden yararlanmak kaçınılmazdır. Ancak ülke genelinde her eğitim kademesinde STEM eğitiminin gerçekleştirilmesinde öğretmen kaçınılmaz bir gerekliliktir. Anaokulundan doktora eğitimine kadar uygulanması çağın gerekliliği olarak görülen STEM eğitiminin rehberleri öğretmenlerdir. Öğretmen sayısı ve kalitesi eğitimin başarısı için vazgeçilmez bir gerekliliktir. Bir eğitim politikası olarak STEM eğitim yaklaşımını seçen ülkeler STEM eğitiminde görev alacak öğretmen eğitimlerini başlı başına bir proje olarak değerlendirmişlerdir. Örneğin ABD Ulusal STEM Eğitimi Programında yıllık dilimde 100 bin öğretmen yetiştirmeyi hedeflemiştir. Benzer hedef ve programlar STEM eğitimi onaylayan tüm gelişmiş ülke eğitim programlarında yer almaktadır. Nitelikli STEM eğitim personelini sağlamak yalnızca yeni öğretmen

yetiştirme programlarıyla gerçekleştirilemez. Pek çok ülkede hali hazırda aktif öğretmen olarak çalışıp STEM eğitimi hakkında fikri olmayan öğretmenlerin de eğitim sürecinde yer alması gerekmektedir. Bu nedenle bir yandan yeni öğretmen yetiştirme programları yapılırken diğer yandan STEM alanlarıyla ilgili eğitim veren öğretmenlerin hizmet içi eğitimler ile programa katılımları sağlanmalıdır. Birçok ülkede öğretmenlere STEM eğitimi uygulaması konularında destek veren danışmanlık merkezleri kurulmuştur (örneğin İskoçya).

Her öğretmenin öğrenci üzerinde etkili olması eğitimin doğasında var olan bir özelliktir. STEM eğitiminde de geleneksel anlamıyla öğrencinin öğrenim deneyimleri öğretmen başarısıyla sıkı iletişim içerisinde. STEM temelli öğrenme etkinliklerinin sınıflarda başarıya ulaşması için öncelikle öğretmenlerin kendi teknolojik ve mühendislik bilgilerini güncellemelerini gerekli kılar. Öğretmen STEM alanında yapılan girişimleri önceki bilgilerini güncelleyerek ve bilgi dağarcığına yeni bilgiler eklemleyerek başarıya ulaşabilir. STEM öğretmenlerinin özellikleri şöyle özetlenebilir; öğretmenler, STEM eğitiminde öğrencilerinin bilim insanlarının araştırma yaptığı yolları kullanmalarını sağlayacak öğrenme ortamlarını tasarlamak durumundadır. Ayrıca gerçek yaşam problemlerine çözüm getirme süreçlerinde deneyim kazanmalarını sağlayacak nitelikli STEM etkinliklerini de gerçekleştirmek durumundadır. STEM eğitimi uygulamaları öğretmenlerin STEM ile ilgili alan ve pedagojik alan bilgisine sahip olmalarını zorunlu kılmaktadır (Kara, 2018).

STEM öğretmeni olma özellikleri yalnızca STEM alan bilgilerinin toplamı değildir. Alan birikimlerinin entegre edilebilecek şekilde kullanımı STEM eğitimi başarılı kılabilir. Bu nedenle öğretmen yetiştirme programlarında STEM öğretmenlerinin yaşam boyu eğitim anlayışını benimsemiş olmaları bir ön koşul olarak kabul edilir. Çünkü bilim ve teknolojiye hızlı dönüşüm ve değişim özellikle 21. yüzyıla girerken bilginin hızla yayılıma girdiği bir ortamda STEM öğretmenlerinin öğretmenlik mesleği içinde bilgilerini sürekli güncellemeleri gerekir. STEM öğretmenlerinin alan bilgisi öğrencinin ilgisini sürekli olarak aktif kılacağı gibi akla gelen en uç sorularda öğretmenin kendisini yetersiz hissetmesi ortadan kaldırılır. Öğretmen sorgulamaya yönelik sorular sorma ve cevaplama yöntemlerini belireme kapasitesine sahip olmalıdır. Bu nedenle STEM alanında kariyer yapmış öğretmenin

kendi hayatında da STEM birikimini gerçek yaşam problemlerinde kullanabilme deneyimine sahip olduğunu sergileyebilmesi gereklidir.

Araştırmalar eğitimindeki öğrenci başarısı ve öğretmen etkisinin öğrenme üzerine etkisini tüm yönleriyle açıklayamasa da derin STEM bilgisine sahip öğretmenlerin, nitelikli STEM eğitimi gerçekleştirme noktasında daha iyi olduklarını ortaya koymaktadır. Bu durumda öğretmenlerin alan bilgilerinin eğitimde önemli farklılıklar ortaya koyduğu görülmektedir (Fore vd.,2015).

Öğretmenin STEM eğitimi uygulamalarında alan bilgi ve deneyimine sahip olması yeterli değildir. STEM konularına uygun öğretim yöntemleri konusunda da birikim sahibi olması gerekir. Öğretmen öğretim yöntemler çeşitliliğini zenginleştirmeli, uygulayacağı her projede yöntemlerin başarı seviyelerini ölçeklendirebilmelidir. STEM öğretmenleri bilimsel araştırma, deney tasarlama ve verileri anlamlı hale getirme sürecinde öğrencilerine rehberlik edebilmek zorundadır. Ayrıca öğretmen öğrencinin öğrenme isteğini sürekli canlı tutabilmeli öğrencinin heyecanını paylaşabilmelidir. Araştırmalara sonuçları STEM eğitiminde en etkili olan pedagojinin öğrenmeyi, öğrenilen bilginin kalıcılığını ve yüksek düzey düşünme becerilerini gerektiren birlikte öğrenme, işbirlikli öğrenme, aktif öğrenme ve sorgulamaya dayalı öğrenme yöntemleri olduğuna işaret etmektedir. Bu tür yöntemler STEM öğretmenlerine sınıflarında kullanabilecekleri belirli araçlar ve yaklaşımlar kazandıran öğretmen yetiştirme programları, hizmet içi eğitim kursları ve mesleki gelişim programlarında öğretilir (Kara, 2018).

Öğretmenlerin STEM eğitimindeki pedagojik formasyonlarında edinmeleri gereken en önemli yetkinlik alanı STEM programları hazırlayıp geliştirebilme yeterliliği olarak kabul edilir. STEM anlayışına uygun hale getirilebilecek program tasarımları günümüz öğretmen yetiştirme programlarında yer alsa da öğretmen yetiştirme programlarının sonunda tasarlama yeterlilikleri teknolojik gelişmelerle sürekli güncellenmek zorundadır.

Yeni nesil STEM öğretmen eğitimi anlayışı ülkelere göre farklılık gösterse de öğretmen yetiştirme yaklaşımları arasında önemli paralellikler gözlemlenir. STEM öğretmen eğitim anlayışı alan bilgisi ve pedagojik formasyon eğitiminin yanında

öğretmen öğrenci ilişkilerini temel alan özgün iletişim yeterliliği önem kazanmaktadır. STEM temelli öğretmen eğitimi yaklaşımında özgünlük, bağlam, görev, etki ve değer özgünlüğü olmak üzere 4 boyutta ele alınır. Bu özgün yaklaşım öğrencilerin STEM alanlarına ilgi duymalarını, meslek seçimi yapabilmelerini, özgün öğrenme deneyimlerini edinebilmelerini sağlayan rehberlik çalışmalarında gereksinim duyulan bir özelliktir. STEM ile ilgili alanda öğretmenlik yapan bireyin her öğrencinin özelliğine göre yaklaşım belirlemesi gerekmektedir. Bu yaklaşımlar öğretmenin sayılan 4 boyutta da özgün STEM eğitiminin kapsamına uygun donanıma sahip olmasını gerekli kılar. Kara (2018), öğretmen eğitimi programlarına getirilen özgünlük boyutu tablolastırılarak aşağıdaki gibi özetlemiştir.

Tablo 1. Öğretmen Eğitimi Programlarına Getirilen Özgünlük ve Boyutları

Kategoriler	Açıklama/Anahtar Tanım	Öğretim Programı Özellikleri
Bağlamda Özgünlük	1. Meslekleri çalışma ortamında tanımak. 2. Her gün deneyim kazanmak. 3. Sosyal rekabet veya sosyal etkileşimleri temsil etmek 4. Okul ve mesleki çıktıları eşitlemek.	1. Farklı paydaşlardan bilgi sağlama. 2. Karmaşık problemleri çözme bağlamı ve disiplinler arası bağlamda olma. 3. İşbirliği, araçlara ve kaynaklara erişim ve sahiplik durumları sağlama.
Görevde Özgünlük	1. Öğrenciler, profesyonellere benzer görevlerle ilgilenir. 2. Öğrenciler mesleki becerileri yansıtır ya da geliştirir. 3. Pratik bağlamlarla öğrencilerin karar vermeleri sağlanır.	1. Hiçbir ön tanımlama içermeyen kötü yapılandırılmış problemler içerir. 2. Açık uçlu yaratıcı etkinlikler içerir. 3. Disiplinli sorgulamayı teşvik eder. 4. Öğrencilerden belirsiz verileri yorumlamaları istenir.
Etkide Özgünlük	1. Eylemler kültürel faaliyetlerledir. 2. Sosyal olaylar, konular veya etki. 3. Etkili vatandaş olarak öğrenci rolü. 4. Endüstri işbirlikçisi olarak öğrenciler.	1. Göreceli alanda mesleki topluluk standartları. 2. Proje sonuçlarının okul dışı insanlara etkisi. 3. Mühendis veya bilim adamı rolünde azınlık deneyimleri.
Değerde Özgünlük	1. Öğrenci, yeterliliklerini ispat etmenin ötesinde gerçek yaşam deneyimleri bağlamında çalışmalar yaparak değerleriyle bilgi üretir. 2. Günlük yaşam deneyimini, kişisel ilgisini, mesleki hedefi ve kültürel değerleri bir araya getirir. 3. Benlik hissi ve güven duygusu geliştirir.	1. Konu alanının probleme dönüşmesi. 2. Uygulama ile bunların içindeki değer kullanımı arasındaki ilişkileri algılama. 3. Kişisel hedefleri araştırır ve kişisel tercihini yapar. 4. Öğrenme görevi ortamında yeni bilgilerin kişisel olarak yapılandırılmasına katılır.

(Kaynak: Kara, 2018)

Özgün STEM öğrenme deneyiminin 4 boyutuna odaklanan sürdürülebilir STEM öğretmen eğitimi modelinde temel amaç; öğretmenin, öğrencilerine STEM deneyiminden önce özgün bir biçimde STEM eğitime ilişkin bilgi ve deneyim elde etmelerini sağlamaktır (Kara, 2018). Özgün ve sürdürülebilir STEM öğretmen eğitimi modelinde sosyal yapılandırma ve etkileşimli eğitim yaklaşımları önemli rol oynamaktadır. Öğretmenler STEM alan bilgisi ve pedagojik alan bilgisi kazanımlarına ek olarak STEM kariyerleri ve gerçek yaşamda STEM uygulamaları hakkında birikimlerinin tamamlanmış olması gerekir. Birçok ülkede bu gereksinimi sağlayan sistematik destek kurumları oluşturulmuştur. Bu nedenle STEM mesleki gelişim modelindeki 4 dayanak STEM öğretmenin deneyimlerini paylaşım ve sosyal etkileşim yoluyla yapılandırma sürecine sokmasıdır. Geleneksel eğitimden oldukça farklı olan bu yaklaşım STEM alan bilgisi, pedagojik alan bilgisi ve interaktif yaklaşımlar geliştirmeye odaklanan STEM öğretmen eğitimi anlayışına yansımaktadır.

STEM öğretmen eğitimi anlayışı; bilginin insan etkileşimlerinin bir ürünü olduğu ve bilginin grup ve çevresi tarafından şekillenerek sosyal ve kültürel olarak yapılandırıldığı varsayımını kabul etmektedir. Söz konusu varsayımı kucaklayan model 2 ana ilke ile ilerleme kaydeder: 1. Bireyler yaşadıkları çevre ve başkalarıyla etkileşim yoluyla anlam yaratırlar; 2. Anlamlı öğrenme ancak bireyler toplumsal faaliyetler yaptığında gerçekleşir (Kara, 2018).

Öğretmen eğitimi modelinden beklenen kazanımlar 4 grupta toplanmıştır:

- STEM kariyer etkinliklerinde, STEM meslek mezunları ya da kariyer danışmalarından oluşan misafir konuşmacı ya da rol modeller ile etkileşerek STEM kariyerleri hakkında fikir edinmek.
- STEM kuruluşlarını ve işyerlerini keşfederek ve saha gezilerinde STEM uzmanlarıyla etkileşim kurarak ve gerçek yaşamda STEM uygulamalarını deneyimlemek.

- STEM danışmanları veya yoğunlaştırılmış danışmanlık programlarında STEM alanındaki çalışmalar yürüten akademisyenlerle etkileşim kurarak STEM bilgi ve becerilerini yapılandırmak.
- Hem STEM uzmanları hem de öğrenciler ile rekabetçi STEM etkinliklerinde etkileşim kurarak STEM öğrenimi ve STEM öğretimi hakkında deneyim kazanmak(Kara, 2018).

STEM mesleki gelişim modelinde kişisel deneyim ve uygulamalar yoluyla öğrenmeyi etkin kılmak ve öğrenimi derinleştirmek yaklaşımın başarısını güçlendirmektedir. Öğretmen gelişimini zenginleştirilmiş uzmanlaşma düzeyine ulaştırdıkça öz yeterlilik inançları güçleneceği için mesleki haz ve verimlilik de artacaktır.

STEM eğitiminde öğretmen yetiştirme yöntemleri henüz başlangıç düzeyindedir. Öğretmen yetiştirme programlarının uygulama içinde eksiklikleri saptandıkça söz konusu programlar güncellenip geliştirilecektir. Bu nedenle STEM öğretmeni eğitimi için uygun yaklaşımların geliştirilmesi uygulamalardan alınan verimlilik raporlarına dayanarak gerçekleştirilebilir. Bu nedenle STEM eğitiminin başarıya ulaşabilmesi için öğretmenlerin yeterlilik ve meslek içi gelişimleri desteklenip eğitimlerinin güncellenmesini sağlayacak yatırımlar yapılmalıdır.

STEM öğretmeni olmak öğretmenin araştırmacı niteliklerini zenginleştirerek meslektaşlarıyla üretken bir ilişki içinde kolektif projelerde sıklıkla yer almayı gerekli kılmaktadır.

2.5. Uygulama Materyalleri

2.5.1. Arduino

Arduino, açık kaynak kodlu olarak geliştirilmiş, processing/wiring dilinin bir uygulamasını barındıran donanım ve yazılım tabanlı mikrodenetleyici dijital platformlardır. Üretici firma Arduino'yu Amerikada Arduino, Amerika dışında ise Genuino ismi ile satışa sürmektedir. Söz konusu mikrodenetleyici cihaz, hem

donanımsal hem de yazılımsal olarak açık kaynaklı olarak Ivrea Interaction Design Institute adlı enstitüde geliştirilmiştir. *“Ivrea’lı Arduino, bu enstitünün bulunduğu kasabaya ait tarihi bir karakterdir ve Arduino platformu ismini bu karakterden almıştır. Arduino geliştirme takımı Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino ve David Mellis’den oluşmaktadır”* (Çobanoğlu, 2017: 1).

Arduino açık kaynak kodlu ve kolay elde edilebilir olması nedeniyle internet üzerinden yapılmış birçok çalışmaya ve kaynağa erişimi kolaylaştırmaktadır Arduino’nun resmi sayfasından Türkçe, İngilizce gibi farklı dil seçeneklerinde yazılımını yüklemek mümkündür.

2.5.1.1.Arduino Çeşitleri

Arduino kartları günümüze kadar iş ve projeye uygun modelleri ile bilim dünyasında gündemde olmuştur. İlk çıkarılan kartlarda seri iletişim portları bulunurken daha sonradan çıkan modellerinde USB portlu hale gelmiştir. Tez çalışmasında Arduino Uno kullanılmış olmasına karşın, her kartın diğerine göre avantajları ve dezavantajlarını dikkate alarak projelere uygun kart seçiminin önemli olduğu unutulmamıştır.

Arduino Uno



Şekil 1.Arduino Uno (Kaynak: arduino.cc)

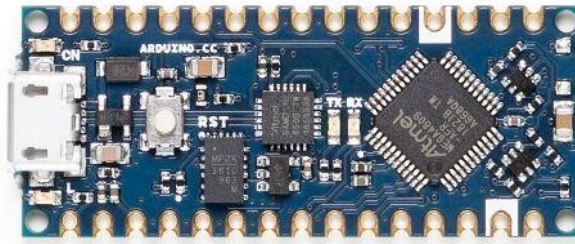
İtalyanca 1 anlamına gelen Uno kelimesi, geliştiricileri tarafından isim olarak bu karta verilmiştir. ATmega328 mikrodenetleyiciye sahip olan Arduino Uno, 14 adet dijital giriş/çıkış pinine ve 6 adet analog giriş pinine sahiptir. Dijital pinlerinden 6 adeti PWM(Pulse Width Modulation) çıkışı olarak kullanılabilir niteliktedir. 16 MHZ seramik rezonatör, USB bağlantı soketine, güç bağlantı prizi, ICSP bağlantısına ve bir reset butonu bulunmaktadır. Bir UNO'ya güç vermek için bilgisayara bağlı bir USB portu, AC-DC adaptörü veya pil kullanılmaktadır.

Tablo 2. *Arduino Uno Temel Özellikleri*

Mikrodenetleyici	Atmel ATmega328
Çalışma Gerilimi	5V
Tavsiye Edilen Giriş Gerilimi	7-12V
Max Giriş Gerilim Limitleri	6-20V
Dijital Giriş/Çıkış Pinleri	14 (6 adedi PWM olarak kullanılabilir)
Analog Giriş Pinleri	6
Her Bir Giriş/Çıkış Pini Başına Akım	40 mA
3.3V Pini İçin Akım	50 mA
Program Hafızası	32 KB (0.5 KB ön yükleyici tarafından kullanılmaktadır.)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
İşlem Hızı	16 MHz
Uzunluk	68.6 mm
Genişlik	53.4 mm
Ağırlık	25 g

(Kaynak: Saygılı, 2019: 8.)

Arduino Nano



Şekil 2. *Arduino Nano* (Kaynak: arduino.cc)

Arduino Uno ile aynı mikrodenetleyiciye sahip fakat fiziksel boyut açısından Uno'ya oranla daha küçük olan Nano'lar, boyut ve fiyat avantajı sebebiyle genellikle robot uygulamaları, baskı devre üzerine kurulan elektronik devrelerde ve Quadcopter projelerinde kullanılmaktadır. Uno'larda USB Type B soketi bulunurken Nano'da USB Micro B soketi bulunmaktadır.

Tablo 3. *Arduino Uno Temel Özellikleri*

Mikrodenetleyici	Atmel ATmega328
Çalışma Gerilimi	5V
Tavsiye Edilen Giriş Gerilimi	7-12V
Max Giriş Gerilim Limitleri	6-20V
Dijital Giriş/Çıkış Pinleri	14 (6 adedi PWM olarak kullanılabilir)
Analog Giriş Pinleri	6
Her Bir Giriş/Çıkış Pini Başına Akım	40 mA
Program Hafızası	32 KB (2 KB ön yükleyici tarafından kullanılmaktadır.)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
İşlem Hızı	16 MHz
Uzunluk	45 mm
Genişlik	18 mm
Ağırlık	5 g

(Kaynak: Saygılı, 2019: 10.)

Arduino Pro Mini



Şekil 3. *Arduino Pro Mini* (Kaynak: arduino.cc)

Arduino serisinin en küçük üyesi olan bu mikrodnetleyici küçük boyutun önemli olduğu çalışmalarda tercih edilmektedir. Söz konusu kartın programlanabilmesi için USB-TTL çevirici modül gerekmektedir.

Tablo 4. *Arduino Pro Mini Temel Özellikleri*

Mikrodnetleyici	Atmel ATmega328
Çalışma Gerilimi	3.3-5V
Tavsiye Edilen Giriş Gerilimi	3.35-12V (3.3V) 7-12V (5V)
Dijital Giriş/Çıkış Pinleri	14 (6 adedi PWM olarak kullanılabilir)
Analog Giriş Pinleri	6
Her Bir Giriş/Çıkış Pini Başına Akım	40 mA
Program Hafızası	32 KB (2 KB ön yükleyici tarafından kullanılmaktadır.)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
İşlem Hızı	8 MHz (3.3V) 16 MHz (5V)
Uzunluk	33 mm
Genişlik	18 mm
Ağırlık	2 g

(Kaynak: Dökmetaş, 2017: 50.)

Arduino Mega



Şekil 4. *Arduino Mega* (Kaynak: arduino.cc)

Yukarıda bahsedilen modeller aynı mikrodnetleyiciyi kullandıkları için özelliklerinin hemen hemen aynı olmasına yol açtığı izlenmektedir. Program

hafızasının ve pin sayısının yetersiz kaldığı durumlarda tercih edilen Arduino Mega, üzerinde 54 adet dijital giriş/çıkış pini ve 16 adet analog giriş pini bulundurmaktadır. Mikrodenetleyici olarak ATmega2560 kullanılmaktadır.

Tablo 5. *Arduino Mega Temel Özellikleri*

Mikrodenetleyici	Atmel ATmega2560
Çalışma Gerilimi	5V
Tavsiye Edilen Giriş Gerilimi	7-12V
Dijital Giriş/Çıkış Pinleri	54 (16 adedi PWM olarak kullanılabilir)
Analog Giriş Pinleri	16
Her Bir Giriş/Çıkış Pini Başına Akım	20 mA
Program Hafızası	256 KB (8 KB ön yükleyici tarafından kullanılmaktadır.)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
İşlem Hızı	16 MHz
Uzunluk	101.52 mm
Genişlik	53.3 mm
Ağırlık	37 g

(Kaynak: Dökmetaş, 2017: 51.)

Arduino Leonardo



Şekil 5. *Arduino Leonardo* (Kaynak: arduino.cc)

Arduino Leonardo kartı üzerinde ATmega32u4 mikrodenetleyici barındıran ve diğer kartların aksine USB bağlantısı için başka mikrodenetleyiciyi barındırmaması

nedeniyle fare, klavye, joystick ya da sanal bir port olarak kullanıma olanak tanır. 20 adet dijital giriş/çıkış pini ve 12 adet analog giriş pini vardır. (A0, A1, A2, A3, A4 ve A5 pinlerinin yanı sıra dijital pinlerden 4. ,6., 8., 9., 10. ve 12. Pinler de analog giriş olarak kullanılmaktadır).

Tablo 6. *Arduino Leonardo Temel Özellikleri*

Mikrodenetleyici	Atmel AT32u4
Çalışma Gerilimi	5V
Tavsiye Edilen Giriş Gerilimi	7-12V
Max Giriş Gerilim Limitleri	6-20V
Dijital Giriş/Çıkış Pinleri	20 (7 adedi PWM olarak kullanılabilir)
Analog Giriş Pinleri	12
Her Bir Giriş/Çıkış Pini Başına Akım	40 mA
3.3V Pini İçin Akım	50 mA
Program Hafızası	32 KB (4 KB ön yükleyici tarafından kullanılmaktadır.)
SRAM	2.5 KB
EEPROM	1 KB
İşlem Hızı	16 MHz
Uzunluk	68.6 mm
Genişlik	53.3 mm
Ağırlık	20 g

(Kaynak: Saygılı, 2019: 11.)

Arduino Pro Micro



Şekil 6. *Arduino Pro Micro* (Kaynak: direnc.net)

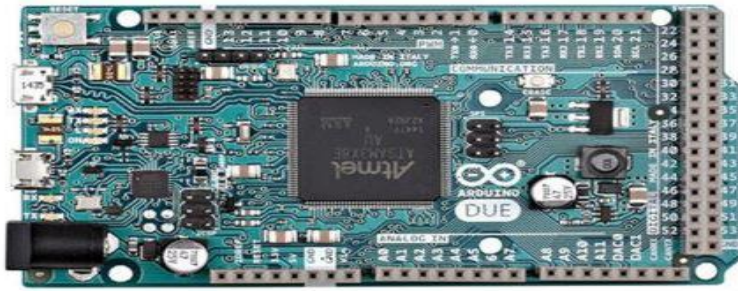
Yapısı bakımından Pro Mini'ye benzerlik gösterse de Leonardo'nun daha küçük ölçekli versiyonu olduğu söylenebilir.

Tablo 7. *Arduino Pro Micro Temel Özellikleri*

Mikrodenetleyici	Atmel ATmega32u4
Çalışma Gerilimi	5V
Dijital Giriş/Çıkış Pinleri	16
Analog Giriş Pinleri	6
Program Hafızası	32 KB (4 KB ön yükleyici tarafından kullanılmaktadır.)
SRAM	2.5 KB
EEPROM	1 KB
İşlem Hızı	16 MHz
Uzunluk	33 mm
Genişlik	18 mm
Ağırlık	13 g

(**Kaynak:** Dökmetaş, 2017: 54.)

Arduino Due

**Şekil 7.** *Arduino Due* (**Kaynak:** arduino.cc)

ARM tabanlı Atmel SAM3X8E, ARM Cortex-M3 mikrodenetleyicisi sayesinde Arduino serisinin en gelişmiş üyesi olan Due, diğer Arduino kartlarından oldukça farklıdır. Yüksek işlem hızı ile dijitalden analoğa dönüşümü sağlayan (DAC) ve yüksek çözünürlüklü işlemler (ADC) ile projelerde TFT ekrana takılmadan oldukça hızlı çalıştığı söylenebilir.

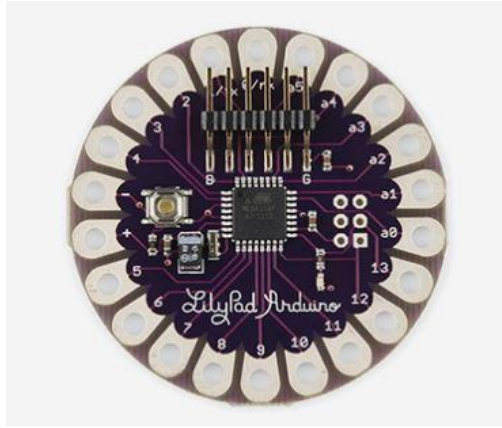
Tablo 8. *Arduino Due Temel Özellikleri*

Mikrodenetleyici	Atmel AT91SAM3X8E
Çalışma Gerilimi	3.3V
Tavsiye Edilen Giriş Gerilimi	7-12V

Max Giriş Gerilim Limitleri	6-16V
Dijital Giriş/Çıkış Pinleri	54 (12 adedi PWM olarak kullanılabilir)
Analog Giriş Pinleri	14 (2 DAC)
Program Hafızası	512 KB (4 KB ön yükleyici tarafından kullanılmaktadır.)
SRAM	96 KB
İşlem Hızı	84 MHz
Uzunluk	101.52 mm
Genişlik	53.3 mm
Ağırlık	36 g

(Kaynak: Dökmetaş, 2017: 54.)

Arduino Lilypad



Şekil 8. Arduino Lilypad (Kaynak: arduino.cc)

Arduino'nun giyilebilir teknoloji için tasarlanmış olan Lilypad, iletken iplikler sayesinde elbiselere ve kumaşlara dikilerek bir diğer uçta yer alan sensörlerle ve güç kaynağıyla iletişime sokulabilmektedir.

Tablo 9. Arduino Lilypad Temel Özellikleri

Mikrodenetleyici	Atmel ATmega168V veya ATmega328V
Çalışma Gerilimi	2.7-5V
Tavsiye Edilen Giriş Gerilimi	2.7-5V
Dijital Giriş/Çıkış Pinleri	14 (6 adedi PWM olarak kullanılabilir)
Analog Giriş Pinleri	6

Her Bir Giriş/Çıkış Pini Başına Akım	40 mA
Program Hafızası	16 KB (2 KB ön yükleyici tarafından kullanılmaktadır.)
SRAM	1 KB
EEPROM	512 bytes
İşlem Hızı	8 MHz
Çapı	50 mm

(**Kaynak:** Saygılı, 2019: 13.)

2.5.1.2. Diğer Arduino Modelleri

Yukarıda sıklıkla karşımıza çıkan ve çalışmalarda yaygın olarak kullanılan Arduino kartların özelliklerine yer verilmiştir. Ancak bu modellerin yanı sıra pek çok farklı konuya hizmet eden modeller de vardır.

3. BÖLÜM

YÖNTEM

3.1.Araştırmanın Yöntemi

Bu araştırmada, öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve uygulamaları hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla karma (Mixed Method) desen kullanılmıştır. Karma desen nitel ve nicel yöntemin beraber kullanıldığı ve birbirini desteklediği bir yaklaşımdır (Balcı, 2010; Tanrıoğen, 2012). Nicel verilerin toplanması için deneysel model türlerinden tek grup öntest - sontest modeli tercih edilmiştir. Araştırmada yer alan tek grubun uygulama öncesinde bilgileri ölçülüp (öntest), ardından uygulama gerçekleştirilmiştir ve uygulamanın sonunda grubun bilgisi tekrar ölçülmüştür (sontest). Uygulama öncesi ve sonrasında toplanan veriler karşılaştırılıp aralarında anlamlı bir farklılığın olup olmadığına bakılmıştır.

Nitel veriler için olgubilim (fenomenoloji) deseni kullanılıp, yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. STEM eğitimi ve uygulamaları öncesinde ve sonrasında görüşmeler yapılmıştır. Öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve uygulamaları hakkındaki görüşleri derinlemesine bir şekilde araştırılmıştır.

3.2.Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu Türkiye’de bir üniversitenin Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümünde 7. Ders dönemine kayıtlı olan 30 öğretmen adayından oluşmaktadır. Çalışma grubunu 17 kadın (%56,7), 13 erkek (%43,3) öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada etik ilkesine bağlı kalınarak öğretmen adaylarının isimleri açıklanmamıştır. Öğretmen adayları ÖA1, ÖA2, ÖA3.....ÖA30 şeklinde kodlanmıştır.

Tablo 10. *Öğretmen Adaylarının Cinsiyet Dağılımı*

		f	%
Cinsiyet	Kadın	17	56,7
	Erkek	13	43,3

3.3 Uygulama Süreci

Bu çalışmanın STEM uygulamasında kodlama ve robotik yöntemle Arduino eğitim yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin seçilmesinde araştırmacının akademik geçmişi rol oynamıştır. Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü mezunu olan araştırmacı STEM eğitiminde yaygın olarak kullanılan Arduino eğitiminin uygulama yeterliliğinde sorun yaşamayacağı düşünülmüştür. Ayrıca yakın gelecekte günlük yaşam içerisinde yer alacak tüm edim ve etkinliklerde kaçınılmaz olarak dijital dünyanın olanakları kullanılacaktır. Söz konusu olanakların verimli biçimde yaşama eklemlenmesi robotik ve kodlama sistemlerinin okuryazarlığını gerekli kılacağı düşünülmektedir.

Yukarıda özetlenen Arduino yazılımı tez çalışması uygulamalarında kullanılmıştır. Uygulama yapılan Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü öğretmen adayları programı kullanmakta teknik bir sorunla karşılaşmamıştır. Eğitim öğretim sürecini basit ve eğlenceli hale getiren disiplinlerarası yaklaşıma dayanan STEM etkinliklerinin olduğu bir eğitim programı uygulanmıştır. Planlanan eğitim programı 10 hafta ve haftalık 3 saat sürmüştür. Bu eğitim programı, STEM eğitiminin ne olduğu, tarihi, dünya ve ülkemizde STEM eğitim uygulamaları, Arduino setinin ve Arduino IDE ara yüzünün tanıtılması, örnek STEM uygulamaları ve öğretmen adaylarının uygulamalarını kapsamaktadır.

Öğretmen adayları 3'er kişilik 10 gruba ayrılmışlardır. Gruplar oluşturulurken öğretmen adaylarının cinsiyet bakımından heterojen gruplarda bulunmalarına özen gösterilmiştir. Öğretmen adayları, tüm yarıyıl boyunca aynı grup üyeleri ile birlikte çalışmışlardır. STEM uygulamaları her hafta 3 ders saati içerisinde yürütülmüştür. Her bir öğretmen adayı projelerde dönüşümlü farklı roller üstlenerek yarıyıl boyunca iş birliği içerisinde çalışmışlardır.

10 haftalık planlanan programa başlamadan önce öğretmen adaylarıyla yarı yapılandırılmış görüşme soruları dahilinde görüşülmüş ve STEM Tutum Ölçeği uygulanmıştır. 10 haftalık eğitimin sonunda öğretmen adaylarıyla bir görüşme daha gerçekleştirilip STEM eğitime ve eğitim sürecine yönelik görüşleri alınarak STEM Tutum Ölçeği tekrar uygulanmıştır.

Gerçekleştirilen STEM uygulamalarına ilişkin bilgiler Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. *STEM uygulamalarına ilişkin program içeriği*

Hafta	İçerik
1. Hafta	STEM eğitimi nedir? Dünyada ve ülkemizde STEM eğitimi ve uygulamaları
2. Hafta	Arduino setinin ve Arduino IDE ara yüzünün tanıtılması
3. Hafta	<u>Örnek uygulama</u> (LED yakma, RGB LED yakma, Butonla LED yakma)
4. Hafta	<u>Örnek uygulama</u> (Buton ile LED parlaklığı artırma, 3 buton kullanarak RGB LED renk ayarlama, Buzzer ile melodi çalma)
5. Hafta	<u>Örnek uygulama</u> (Kayan LED ışığı, LDR ile LED yakma, Akıllı sokak lambası uygulaması (LDR ile))
6. Hafta	<u>Örnek uygulama</u> (Mesafe uyarı sistemi uygulaması, Potansiyometre kullanımı, Potansiyometre ile LED yakma,)
7. Hafta	<u>Örnek uygulama</u> (Potansiyometre ile LED hızı ayarlama, Potansiyometre ile LED parlaklığını ayarlama, Servo motor kullanımı)
8. Hafta	<u>Örnek uygulama</u> (Potansiyometre ile servo motor kontrolü, Sıcaklık sensörü ile LED yakma, Gaz alarmı, Yangın alarmı)
9. Hafta	<u>Öğretmen Adayları Tarafından Geliştirilen Uygulamalar</u> (Yangın ve gaz alarmı, Otomatik lamba uygulaması (Hareket Sensörü ile), Otomatik kapı uygulaması (Hareket sensörü ve servo motor ile), Görme engelliler için trafik ve yaya ışıkları, Piyano uygulaması)

10. Hafta	Öğretmen Adayları Tarafından Geliştirilen Uygulamalar (Hesap makinesi uygulaması, Uzaktan kumanda ile oda lambası yakma, Kısa menzilli radar, Uzaktan kumanda ile oda lambası yakma, Oda termometresi)
------------------	--

3.4. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada 3 adet veri toplama aracı kullanılmıştır. İlki demografik veri anketi, ikincisi öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşlerini ortaya çıkarmak için yarı yapılandırılmış görüşme formu ve son olarak STEM Tutum Ölçeği kullanılmıştır.

Demografik veri anketinde öğretmen adaylarına cinsiyet, yaş, kişisel bilgisayar varlığı gibi sorular sorulmuştur.

Öğretmen adaylarından nicel veri toplamak amacıyla Faber vd. (2012) tarafından geliştirilen STEM Tutum Ölçeği (STEM Attitude Scale) Yıldırım ve Selvi (2015) tarafından Türkçe'ye uyarlanarak geçerlilik ve güvenirlik çalışması yapılmıştır. STEM Tutum ölçeği, 37 maddelik, beşli likert tipi ("kesinlikle katılmıyorum", "katılmıyorum", "kararsızım", "katılıyorum", "kesinlikle katılıyorum") bir ölçektir.

Nitel verileri toplamak için araştırmanın amacı göz önünde bulundurularak alanyazın taraması yapılmış ve araştırma sonucunda bu çalışma kapsamında yer alabilecek soru havuzu oluşturulmuştur. Bu havuzdan nitel çalışmada yer alabilecek sorular alanında deneyimli uzmanlar tarafından seçilerek yarı yapılandırılmış görüşme formuna son şekli verilmiştir. Hazırlanan bu görüşme formunda yer alan soruları öğretmen adaylarıyla bire bir görüşerek, cevapları sözlü bir şekilde kayıt altında tutulmuştur. STEM eğitimi ve uygulamaları sonucunda öğretmen adaylarına tekrar STEM Tutum Ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşme soruları sorularak veriler

toplanmıştır. Öğretmen adaylarında meydana gelen değişimleri ortaya çıkarmak amacıyla araştırma problemine uygun açık uçlu sorular kullanılmıştır.

Nicel veri toplama aracı olarak kullanılan STEM Tutum Ölçeğinin Türkçeleştirme aşamasında ortaokul öğrencileri ile çalışmışlardır. Bu nedenle orijinal ölçek, Türkçeye uyarlanmış ölçek ve bu tez çalışmasında öğretmen adaylarından toplanan verilerin Cronbach's Alpha değerleri tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. STEM Tutum Ölçeğinin Cronbach's Alpha Değerleri

	Tez kapsamında kullanılan ölçeğin bulguları	Yıldırım ve Selvi tarafından Türkçeye uyarlanmış ölçeğin bulguları	Orijinal ölçeğin bulguları
STEM Tutum Ölçeği	0,81	0.94	0.83 ve üzeri
Matematik	0,89	0.89	0.83 ve üzeri
Fen	0,89	0.86	0.83 ve üzeri
Mühendislik ve Teknoloji	0,88	0.86	0.83 ve üzeri
21. yüzyıl becerileri	0,87	0.86	0.83 ve üzeri

Bu ölçeğin güvenilirliğine ilişkin bulgular için Cronbach's Alpha katsayısı hesaplanmış ve ön test verilerinden elde edilen değerlere göre 0,81 ile 0,89 arasında değiştiği görülmüştür. Bu ölçeğin güvenilirlik katsayısının 0,70'ten fazla olması ölçeğin güvenilir olduğunu gösterir.

3.5.Verilerin Analizi

Çalışmaya ait ölçeklerden elde edilen nicel verilerin analizinde istatistik paket programı kullanılmıştır. Verilerin analizinde betimsel istatistiklerden ve verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edildiğinden dolayı parametrik testlerden yararlanılmıştır. Betimsel analizlerde frekans, yüzde, standart sapma, ortalama gibi ölçüm sonuçları, iki grupta değişkenlerin analizinde bağımsız örneklem için t-testi ve iki gruptan fazla olan değişkenlerde ise tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Gruplar arasında belirlenen anlamlı farklılıkların hangi grupların lehine olduğu belirlenirken grupların dağılımına bakılmış ve normal olarak dağılım gösterdikleri tespit edildiğinden bağımsız örneklem için t-testinde ortalamalardan,

ANOVA’da ise Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. Tablolarda ölçeğin tamamına ve anlamlı farklılık bulunan alt boyutlara ilişkin bulgular sunulmuştur.

Ayrıca STEM eğitimi ve uygulamalarının öğretmen adaylarının düşüncelerine etkisini derinlemesine incelemek için hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formları ile ön görüşme ve son görüşmeler araştırma grubuyla yapılmıştır. Uygulama sonucunda nitel veriler içerik analizi yöntemi kullanılarak analiz edilip, cevaplar incelenerek ham verilerin sadeleştirilmesi için kodlar ve temalarla belirlenmiştir. Belirlenen bu temalar ve kodlar uzmanlara kontrol ettirilmiştir.

4. BÖLÜM

BULGULAR VE SONUÇ

4.1. Nicel Bulgular

Araştırmada elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediği SPSS paket programında Shapiro-Wilk testi ile analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 13. *STEM Tutum Ölçeği Verileri Shapiro-Wilk Testi Sonuçları*

		İstatistik	sd	P
STEM Tutum ölçeği	Öntest	,97	30	,68
	Sontest	,97	30	,54

***p< 0.05**

Tablo 13 incelenecek olursa her bir veri setinin normal dağılım gösterdiği ($p>0.05$) söylenebilir. Ön ve sontest skorlarının normal dağılım göstermesi, verilere parametrik testlerin (t-testi, anova) uygulanabileceği anlamına geldiğinden, bu çalışmada öğretmen adaylarının STEM tutum ölçeği ön ve sontest ortalama puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı ilişkili örneklem t-testi tekniği kullanılarak incelenmiş ve sonuçlar Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. *Öğretmen adaylarının STEM öntest – sontest tutum düzeyleri*

STEM öntest & sontest tutum düzeyleri	N	$\bar{X}$	S	sd	t	P
STEM öntest Ort	30	3,52	0,66	29	-2,42	,022*
STEM sontest Ort		3,92	0,40			
Mat öntest Ort	30	3,36	0,99	29	-1,83	,077
Mat sontest Ort		3,85	0,76			
Fen öntest Ort	30	3,21	0,75	29	-1,19	,242
Fen sontest Ort		3,49	0,75			
Müh öntest Ort	30	3,50	0,89	29	-3,19	,003*
Müh sontest Ort		4,13	0,54			
21. yy. öntest Ort	30	4,02	0,64	29	-1,19	,242
21. yy. sontest Ort		4,20	0,45			

***p< 0.05**

Tablo 14'te görüldüğü gibi ilişkili örneklem t-testi sonuçlarına göre STEM Tutum Ölçeği öntest ortalamaları ile sontest ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir, $t(30) = -2,42$, $p<.05$. Bu fark son test ortalamaları lehinedir. Dolayısıyla STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM tutumlarına pozitif yönde katkı sağladığı söylenebilir.

Matematik öntest ortalamaları ile sontest ortalamaları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir, $t(30) = -1,83$, $p > .05$.

Fen öntest ortalamaları ile sontest ortalamaları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir, $t(30) = -1,19$, $p > .05$.

Mühendislik öntest ortalamaları ile sontest ortalamaları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir, $t(30) = -3,19$, $p < .05$. Bu fark son test ortalamaları lehinedir. Dolayısıyla STEM etkinliklerinin öğrencilerin mühendislik tutumlarına pozitif yönde katkı sağladığı söylenebilir.

21. yüzyıl becerileri öntest ortalamaları ile sontest ortalamaları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir, $t(30) = -1,19$, $p > .05$.

Öğrencilerin STEM tutum ölçeğinin dört ayrı boyutundan ve tümünden aldıkları öntest – sontest puanların, cinsiyetleri açısından incelenmesi için bağımsız örneklem için t-testi uygulanmış ve elde edilen bulgular Tablo 15’te sunulmuştur.

Tablo 15. Öğrencilerin STEM’e Yönelik Tutumlarının Cinsiyete Göre Değişimine İlişkin t-testi Sonuçları

	Cinsiyet	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
STEM öntest Ortalaması	Kadın	17	3,48	0,81	28	-,38	,70
	Erkek	13	3,58	0,40			
Matematik öntest Ortalaması	Kadın	17	3,40	1,01	28	,21	,83
	Erkek	13	3,32	0,98			
Fen öntest Ortalaması	Kadın	17	3,12	0,80	28	-,75	,45
	Erkek	13	3,33	0,68			
Mühendislik öntest Ortalaması	Kadın	17	3,50	0,99	28	-,04	,96
	Erkek	13	3,51	0,77			
21. yy. öntest Ortalaması	Kadın	17	3,91	0,74	28	-1,01	,31
	Erkek	13	4,15	0,49			
STEM sontest Ortalaması	Kadın	17	3,85	0,47	28	-1,13	,26
	Erkek	13	4,01	0,25			
Matematik sontest Ortalaması	Kadın	17	3,77	0,79	28	-,67	,50
	Erkek	13	3,96	0,72			
Fen sontest Ortalaması	Kadın	17	3,33	0,85	28	-1,31	,19
	Erkek	13	3,69	0,56			
Mühendislik sontest Ortalaması	Kadın	17	4,02	0,53	28	-1,32	,19
	Erkek	13	4,28	0,54			

21. yy. sontest Ortalaması	Kadın	17	4,27	0,44	28	,93	,35
	Erkek	13	4,11	0,47			

*** p < 0.05**

Elde edilen tüm bulgular incelendiğinde öğrencilerin STEM tutumları ile cinsiyetleri arasında anlamlı bir fark görülmektedir, $p > .05$.

Öğrencilerin STEM tutum ölçeğinin dört ayrı boyutundan ve tümünden aldıkları öntest – sontest puanların, kişisel bilgisayar sahipliği açısından incelenmesi için bağımsız örneklem için t-testi uygulanmış ve elde edilen bulgular Tablo 16’da sunulmuştur.

Tablo 16. Öğrencilerin STEM’e Yönelik Tutumlarının Kişisel Bilgisayar Sahipliğine Göre Değişimine İlişkin t-testi Sonuçları

	Kişisel Bilgisayar	N	$\bar{X}$	S	sd	t	P
STEM öntest Ortalaması	Var	25	3,54	0,69	28	0,19	0,85
	Yok	5	3,47	0,56			
Matematik öntest Ortalaması	Var	25	3,41	0,96	28	0,52	0,61
	Yok	5	3,15	1,22			
Fen öntest Ortalaması	Var	25	3,25	0,79	28	0,63	0,54
	Yok	5	3,02	0,50			
Mühendislik öntest Ortalaması	Var	25	3,45	0,91	28	-0,69	0,50
	Yok	5	3,76	0,80			
21. yy. öntest Ortalaması	Var	25	4,03	0,69	28	0,20	0,84
	Yok	5	3,96	0,34			
STEM sontest Ortalaması	Var	25	3,91	0,40	28	-0,15	0,88
	Yok	5	3,94	0,40			
Matematik sontest Ortalaması	Var	25	3,96	0,69	28	1,78	0,09
	Yok	5	3,33	0,95			
Fen sontest Ortalaması	Var	25	3,44	0,71	28	-0,72	0,48
	Yok	5	3,71	0,98			
Mühendislik sontest Ortalaması	Var	25	4,09	0,55	28	-1,00	0,33
	Yok	5	4,36	0,51			
21. yy. sontest Ortalaması	Var	25	4,16	0,45	28	-0,98	0,33
	Yok	5	4,38	0,46			

*** p < 0.05**

Elde edilen tüm bulgular incelendiğinde öğrencilerin STEM tutumları ile kişisel bilgisayar sahiplikleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmektedir, $p > .05$.

Öğrencilerin STEM tutum ölçeğinin dört ayrı boyutundan ve tümünden aldıkları öntest – sontest puanların, yaşları açısından incelenmesi için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 17’de sunulmuştur. Gruplar arası anlamlı farklılıkların hangi grup lehine olduğunu tespit etmek amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 17 içerisinde yaşlarına göre anlamlı farklılıklar (AF) başlığı altında sunulmuştur.

Tablo 17. Öğrencilerin STEM Tutum Puanlarının Yaşlarına Göre Değişimine İlişkin ANOVA Sonuçları

Boyut		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P	AF
STEM Öntest Ortalaması	Gruplar arası	3,50	3	1,16	3,27	,03*	20-22
	Gruplar içi	9,26	26	,35			
	Toplam	12,77	29				
Matematik Öntest Ortalaması	Gruplar arası	7,11	3	2,37	2,92	,05	
	Gruplar içi	21,08	26	,81			
	Toplam	28,19	29				
Fen Öntest Ortalaması	Gruplar arası	4,80	3	1,60	3,66	,02*	20-22
	Gruplar içi	11,34	26	,43			
	Toplam	16,14	29				
Mühendislik Öntest Ortalaması	Gruplar arası	3,46	3	1,15	1,55	,22	
	Gruplar içi	19,36	26	,74			
	Toplam	22,83	29				
21. yy. Öntest Ortalaması	Gruplar arası	1,02	3	,34	,81	,49	
	Gruplar içi	10,89	26	,41			
	Toplam	11,92	29				
STEM sontest Ortalaması	Gruplar arası	,47	3	,15	1,01	,40	
	Gruplar içi	4,05	26	,15			
	Toplam	4,53	29				
Matematik Sontest Ortalaması	Gruplar arası	1,07	3	,35	,59	,62	
	Gruplar içi	15,52	26	,59			
	Toplam	16,59	29				
Fen Sontest Ortalaması	Gruplar arası	1,63	3	,54	,96	,42	
	Gruplar içi	14,69	26	,56			
	Toplam	16,33	29				
Mühendislik Sontest Ortalaması	Gruplar arası	,18	3	,06	,19	,89	
	Gruplar içi	8,39	26	,32			
	Toplam	8,57	29				
21. yy. Sontest Ortalaması	Gruplar arası	1,16	3	,38	2,11	,12	
	Gruplar içi	4,76	26	,18			
	Toplam	5,92	29				

* $p < 0.05$

Elde edilen bulgular incelendiğinde Tablo 17’de belirtildiği gibi öğretmen adaylarının STEM sontest tutumları ile yaşları arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmektedir, $p > .05$. Tüm boyutlar incelendiğinde, öğretmen adaylarının STEM

öntest tutum ölçeğinin yaşa bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği görülmektedir, $F(3, 26) = 3,27$, $p < ,05$. STEM öntest tutumlarının yaşlara bağlı olarak anlamlı bir şekilde değişmektedir. Yaşlar arası farkların hangi gruplar arasında olduğunu bulmak amacıyla Tukey testinin sonuçlarına göre 20 yaşında olan öğretmen adaylarının STEM öntest tutumlarının ($\bar{X} = 4,10$), 22 yaşında olan öğretmen adaylarının STEM öntest tutumlarından ($\bar{X} = 3,05$) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca fen öntest boyutuna yönelik tutumlarının yaşa bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği görülmektedir, $F(3, 26) = 3,66$, $p < ,05$. fen öntest tutumlarının yaşlara bağlı olarak anlamlı bir şekilde değişmektedir. Yaşlar arası farkların hangi gruplar arasında olduğunu bulmak amacıyla Tukey testinin sonuçlarına göre 20 yaşında olan öğretmen adaylarının fen öntest tutumlarının ($\bar{X} = 4,04$), 22 yaşında olan öğretmen adaylarının fen öntest tutumlarından ($\bar{X} = 2,82$) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

4.2.Nitel Bulgular

Bu bölümde, araştırma soruları doğrultusunda elde edilen bulgular yer almaktadır. Bulguları desteklemek amacı ile öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar aynen aktarılmıştır.

Bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmen adaylarına yöneltilen “*STEM denilince aklınıza neler gelmektedir?*” sorusuna verilen cevaplara ilişkin temalar, kodlar ve frekans değerleri Tablo 18’de sunulmuştur.

Tablo 18. “*STEM denilince aklınıza neler gelmektedir?*” sorusuna verilen cevaplar

Temalar	Kodlar	f	Katılımcılar
Kavramsal açıdan STEM	İlk kez duyma	22	ÖA1, ÖA2, ÖA3, ÖA4, ÖA5, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA9, ÖA10, ÖA11, ÖA12, ÖA15, ÖA16, ÖA20, ÖA21, ÖA22, ÖA23, ÖA24, ÖA25, ÖA27, ÖA28

Tanım açısından STEM	Disiplinler arası ilişki	8	ÖA13, ÖA14, ÖA17, ÖA18, ÖA19, ÖA26, ÖA29, ÖA30
-------------------------	--------------------------	---	---

Tablo 18 incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulama süreci öncesinde yapılan görüşmede verdikleri yanıtlar 2 tema başlığında sınıflandırılmıştır. “Kavramsal açıdan STEM” teması altında öğretmen adaylarının STEM eğitimini “ilk kez duyma” ($f = 22$) kodu altında görüşlerini belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA7: “Daha önce hiç duymadım.”

ÖA11: “Hiçbir fikrim yok.”

“Tanım açısından STEM” teması altında ise öğretmen adaylarının “Disiplinler arası ilişki” ($f = 8$) kodu altında görüşlerini belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

Ö13: “Bu sayılan derslerin ortak paydada birleştirilip öğretilmesidir.”

ÖA29: “Fen, Teknoloji, Matematik ve mühendislik derslerinin birbirleriyle ilişkilendirilerek, bütün halinde sunulmasıdır.”

Bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmen adaylarına yöneltilen “Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik dersleri arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır?” sorusuna verilen cevaplara ilişkin temalar, kodlar ve frekans değerleri Tablo 19’da sunulmuştur.

Tablo 19. “Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik dersleri arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır?” sorusuna verilen cevaplar

Temalar	Kodlar	f	Katılımcılar
İlişkiler	Sayısal ders olmaları	15	ÖA1, ÖA2, ÖA5, ÖA10, ÖA12, ÖA16, ÖA20, ÖA21, ÖA23, ÖA24, ÖA26, ÖA27, ÖA28, ÖA29, ÖA30

Diğer derslerin teknoloji ile entegrasyonu	11	ÖA2, ÖA4, ÖA5, ÖA6, ÖA8, ÖA9, ÖA11, ÖA19, ÖA20, ÖA22, ÖA29
Disiplinlerin harmanlanması	5	ÖA13, ÖA14, ÖA15, ÖA16, ÖA20
Üretim odaklı olma	2	ÖA18, ÖA25
İşbirlikli ve yaratıcı düşünmeyi geliştirme	1	ÖA17
Bağlantı kuramama	1	ÖA7

Tablo 19 incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulama süreci öncesinde yapılan görüşmede verdikleri yanıtlar “İlişkiler” teması altında; sayısal ders olmaları ($f = 15$), diğer derslerin teknoloji ile entegrasyonu ($f = 11$), disiplinlerin harmanlanması ($f = 5$), üretim odaklı olma ($f = 2$), işbirlikli ve yaratıcı düşünmeyi geliştirme ($f = 1$) ve bağlantı kuramama ($f = 1$) kodu altında görüşlerini belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA3: “Her bir dersin sayısal bir alana girdiği için aralarında sayısal bir ilişki olduğunu düşünüyorum.”

ÖA12: “Hepsi sayısal alanda zaten. Mühendislik genelde fen, teknoloji ve matematikle alakalı işlemler bütünü, bu nedenle aralarında sayısal ilişki kurulabilir.”

ÖA8: “Diğer dersleri teknolojiyi kullanarak entegre etmek gibi bir şey herhalde..”

ÖA13: “Şuan anladığım kadarıyla STEM bu derslerin harmanlanmış hali.”

ÖA25: “Bu dört ders bize bilgi sağlıyor. Hepsi üretim olarak geri dönüyor.”

ÖA17: “İşbirlikçi ve yaratıcı düşünmeye hitap eden ve bunları geliştirme noktasında ilişkili olduğunu düşünüyorum.”

Bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmen adaylarına yöneltilen “STEM eğitimi hakkında araştırma yaptınız mı?” sorusuna verilen cevaplara ilişkin temalar, kodlar ve frekans değerleri Tablo 20’de sunulmuştur.

Tablo 20. “STEM eğitimi hakkında araştırma yaptınız mı?” sorusuna verilen cevaplar

Temalar	Kodlar	f	Katılımcılar
Araştırma durumu	Hayır	30	ÖA1, ÖA2, ÖA3, ÖA4, ÖA5, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA9, ÖA10, ÖA11, ÖA12, ÖA13, ÖA14, ÖA15, ÖA16, ÖA17, ÖA18, ÖA19, ÖA20, ÖA21, ÖA22, ÖA23, ÖA24, ÖA25, ÖA26, ÖA27, ÖA28, ÖA29, ÖA30

Tablo 20 incelendiğinde öğretmen adaylarının tamamı STEM eğitimi uygulama süreci öncesinde, STEM eğitimi konusunda herhangi bir araştırma yapmadıklarını belirtmişlerdir. Bu soruya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA5: “Yok daha önce bir araştırma yapmadım.”

ÖA24: “Daha önce birkaç defa denk geldim ama hiç bakmadım.”

ÖA30: “Daha önce duymadığım için herhangi bir araştırma yapmadım.”

Bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmen adaylarına yöneltilen “STEM’den ne anladığınızı kendi ifadelerinizle söyler misiniz?” sorusuna verilen cevaplara ilişkin temalar, kodlar ve frekans değerleri Tablo 21’de sunulmuştur.

Tablo 21. “STEM’den ne anladığınızı kendi ifadelerinizle söyler misiniz?” sorusuna verilen cevaplar

Temalar	Kodlar	f	Katılımcılar
Tanımlar	Disiplinler arası yaklaşım	18	ÖA1, ÖA2, ÖA3, ÖA5, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA9, ÖA13, ÖA14, ÖA16, ÖA18, ÖA19, ÖA20, ÖA21, ÖA22, ÖA26, ÖA29, ÖA30
	Proje tabanlı öğrenme	11	ÖA1, ÖA2, ÖA4, ÖA5, ÖA6, ÖA7, ÖA9, ÖA14, ÖA18, ÖA23, ÖA25
	21. yy. becerilerini geliştirme	8	ÖA2, ÖA8, ÖA11, ÖA13, ÖA22, ÖA26, ÖA27, ÖA30
	İşbirliği	5	ÖA2, ÖA4, ÖA15, ÖA20, ÖA28

Probleme çözüm bulma	5	ÖA5, ÖA6, ÖA14, ÖA28, ÖA30
Anlamli öğrenme	5	ÖA4, ÖA5, ÖA12, ÖA13, ÖA17, ÖA30
Yaratıcılık ve hayal gücünü artırma	3	ÖA10, ÖA24, ÖA27
Öğrenci merkezli yaklaşım	1	ÖA12

Tablo 21 incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulama süreci sonrasında verdikleri yanıtlar “Tanımlar” teması altında toplanmıştır. Disiplinler arası yaklaşım ($f=18$), proje tabanlı öğrenme ($f=11$), 21. yüzyıl becerilerini geliştirme ($f=8$), işbirliği ($f=5$), probleme çözüm bulma ($f=5$), anlamli öğrenme ($f=5$), yaratıcılık ve hayal gücünü artırma ($f=3$) ve öğrenci merkezli yaklaşım ($f=1$) kodları ile görüş belirtmişlerdir. Bu soruya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA1: “STEM, bu dört disiplini birbirine entegrasyonunu sağlayarak disiplinler arası öğrenmeyi hedefleyen bir eğitim modelidir.”

ÖA4: “Öğrenilen bilgilerin proje tabanlı pekiştirilmesini sağlayan bir eğitim yaklaşımıdır.”

ÖA26: “Günümüz teknoloji toplumunda yer alan bireylerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek ve çağa uygun bireyler yetiştirmek için kullanılan bir eğitimidir.”

ÖA28: “Günlük hayatta karşılaştığımız problemlere çözüm bulma.”

ÖA10: “Bu eğitimle kişilere hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanma olanağı sağlanarak bu özelliklerinin gelişmesine olanak tanımaktadır.”

Bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmen adaylarına yöneltilen “STEM uygulamaları kapsamında bir dönem boyunca yapılan uygulamalı dersin size kazandırdıkları nelerdir?” sorusuna verilen cevaplara ilişkin temalar, kodlar ve frekans değerleri Tablo 22’de sunulmuştur.

Tablo 22. “STEM uygulamaları kapsamında bir dönem boyunca yapılan uygulamalı dersin size kazandırdıkları nelerdir?” sorusuna verilen cevaplar

Temalar	Kodlar	F	Katılımcılar
Profesyonel Gelişim	Stajda ve öğretmen olunduğunda işe yarama	15	ÖA1, ÖA2, ÖA3, ÖA4, ÖA7, ÖA8, ÖA9, ÖA12, ÖA14, ÖA16, ÖA17, ÖA18, ÖA19, ÖA21, ÖA27
	Öğrenciyi derse daha aktif bir şekilde katma	7	ÖA1, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA14, ÖA28, ÖA30
	Öğretim ortamını geliştirmede olumlu katkı	6	ÖA1, ÖA2, ÖA8, ÖA11, ÖA17, ÖA20
	Öğrenciye rehber olma ve kendini güncel tutma	4	ÖA3, ÖA4, ÖA20, ÖA28
Kişisel Gelişim	Arduino’yu STEM eğitime entegre etme	11	ÖA2, ÖA4, ÖA5, ÖA10, ÖA13, ÖA14, ÖA16, ÖA23, ÖA24, ÖA27, ÖA30
	Disiplinler arası bakış açısı kazanma	8	ÖA2, ÖA3, ÖA5, ÖA8, ÖA13, ÖA14, ÖA15, ÖA29
	Teknoloji ve mühendislik alanında kendini geliştirme	7	ÖA2, ÖA4, ÖA5, ÖA9, ÖA17, ÖA25, ÖA30
	21. yy. becerilerine hakim olma	5	ÖA10, ÖA14, ÖA16, ÖA26, ÖA29
	Kazandırdığı yeniliğin olmaması	3	ÖA12, ÖA19, ÖA21
	Üretim odaklı olma	3	ÖA9, ÖA18, ÖA22
	Mühendisliğe olan önyargıda azalma	1	ÖA6

Tablo 22 incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulama süreci sonrasında verdikleri yanıtlar “Profesyonel Gelişim” teması altında toplanmıştır. Stajda ve öğretmen olunduğunda işe yarama ($f=15$), öğrenciyi derse daha aktif bir şekilde katma ($f=7$), öğretim ortamını geliştirmede olumlu katkı ($f=6$), öğrenciye rehber olma ve kendini güncel tutma ($f=4$) kodları ile görüş belirtmişlerdir. Bu soruya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA2: “Mesela ben şimdi gittiğim staj okulunda da öğretmeye çalışıyorum STEM eğitimini. Öğrenciler çok etkileniyor, kullanıyor, bakıyor, kurcalıyor, merak ediyor. Öğretmen olunca da çok işime yarayacak.”

ÖA8: “ Öğrenciyi derse daha aktif bir şekilde katabilmeyi öğrendim. Yani eğitim sürecini daha zengin ve verimli hale getirme konusunda bilgi sahibi oldum.”

ÖA11: “Öğrenciye mesela benim için görsellik daha önemlidir. Mesela görsel bir şey olduğu zaman dersi daha iyi anlıyorum daha fazla katkısı oluyor. Bence görsellik katacağını düşündüğüm için derse daha iyi katkısı olabilir.”

ÖA4: “Öğrencilere problem çözme, kendi kendine düşünme, yapabilirim özgüvenini kazandırma açısından bu eğitimi verip onlara rehberlik etme noktasında çok şey kazandırdı.”

Sorunun bir diğer teması olan “Kişisel Gelişim” temasında ise verilen yanıtlar 7 başlıkta toplanıp kod haline getirilmiştir. Arduino’yu STEM eğitimine entegre etme ($f=11$), disiplinler arası bakış açısı kazanma ($f=8$), teknoloji ve mühendislik alanında kendini geliştirme ($f=7$), 21. yy. becerilerine hakim olma ($f=5$), kazandırdığı yeniliğin olmaması ($f=3$), üretim odaklı olma ($f=3$) ve mühendisliğe olan önyargıda azalma ($f=1$) gibi ifadelerle rastlanmıştır. Buna ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA16: “...staj gördüğümüz okulda da Arduino ’da proje yaptırıyoruz. Benim STEM eğitimim olmasaydı öğrencilere Arduino ile daha iyi bir eğitim veremezdim. İkisini entegreli bir şekilde kullanınca daha verimli oluyor dersler.”

ÖA21: “Kazandırdığı herhangi bir şey yok.”

ÖA6: “... benim puanım mühendisliklere de yetiyordu ama yapamam, sevmem diye tercih vermemiştim. Ama aslında hiçte korktuğum gibi bir şey değilmiş.”

Bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmen adaylarına yöneltilen “*Bilişim ve Yazılım derslerinde STEM eğitimi kullanmayı düşünür müsünüz?*” sorusuna verilen cevaplara ilişkin temalar, kodlar ve frekans değerleri Tablo 23’te sunulmuştur.

Tablo 23. “*Bilişim ve Yazılım derslerinde STEM eğitimi kullanmayı düşünür müsünüz?*” sorusuna verilen cevaplar

Temalar	Kodlar	F	Katılımcılar
STEM eğitimi kullanma isteği	Evet	30	ÖA1, ÖA2, ÖA3, ÖA4, ÖA5, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA9, ÖA10, ÖA11, ÖA12, ÖA13, ÖA14, ÖA15, ÖA16, ÖA17, ÖA18, ÖA19, ÖA20, ÖA21, ÖA22, ÖA23, ÖA24, ÖA25, ÖA26, ÖA27, ÖA28, ÖA29, ÖA30

Tablo 23 incelendiğinde öğretmen adaylarının tamamı STEM eğitimi uygulama süreci sonrasında, STEM eğitimi derslerinde kullanmayı düşündüklerini belirtmişlerdir. Bu soruya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA9: “*Kullanmayı çok isterim.*”

ÖA14: “*Kullanılabilir. Programlama ile iç içe bahsettiğimiz olay. Programlamayla STEM eğitimi kullanabiliriz.*”

ÖA15: “*Kullanmayı düşünüyorum açıkçası.*”

Bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmen adaylarına yöneltilen “*STEM uygulamaları kapsamında dönem boyunca istenen amaç doğrultusunda bir ürün ortaya koymanız istendi. Bu dersi almadan önce Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarına yönelik görüşlerinize, dersi aldıktan sonraki bu derslere yönelik görüşleriniz arasında sizce bir farklılık oluştu mu?*” sorusuna verilen cevaplara ilişkin temalar, kodlar ve frekans değerleri Tablo 24’te sunulmuştur.

Tablo 24. “STEM uygulamaları kapsamında dönem boyunca istenen amaç doğrultusunda bir ürün ortaya koymanız istendi. Bu dersi almadan önce Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarına yönelik görüşlerinizle, dersi aldıktan sonraki bu derslere yönelik görüşleriniz arasında sizce bir farklılık oluştu mu?” sorusuna verilen cevaplar

Temalar	Kodlar	f	Katılımcılar
Süreçe ilişkin tutum	Süreç eğlenceliydi	29	ÖA1, ÖA2, ÖA3, ÖA4, ÖA5, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA9, ÖA10, ÖA11, ÖA12, ÖA13, ÖA14, ÖA15, ÖA16, ÖA17, ÖA18, ÖA19, ÖA20, ÖA21, ÖA22, ÖA23, ÖA24, ÖA25, ÖA26, ÖA27, ÖA28, ÖA30
	Süreç sıkıcıydı	1	ÖA29
	Süreç kolaydı	14	ÖA1, ÖA4, ÖA5, ÖA7, ÖA9, ÖA11, ÖA12, ÖA13, ÖA14, ÖA15, ÖA17, ÖA20, ÖA21, ÖA26
	Süreç zordu	9	ÖA2, ÖA3, ÖA6, ÖA8, ÖA16, ÖA18, ÖA19, ÖA29, ÖA30
STEM bileşenlerine karşı önyargıda azalma	Uygulamalı derse önyargı azalışı	6	ÖA1, ÖA9, ÖA10, ÖA22, ÖA27, ÖA30
	Fen’e önyargı azalışı	4	ÖA1, ÖA8, ÖA16, ÖA24
	Mühendisliğe önyargı azalışı	3	ÖA4, ÖA8, ÖA26
	Matematiğe önyargı azalışı	2	ÖA4, ÖA16
STEM bileşenlerine karşı ilginin artması	Uygulamalı derse yönelik ilgi	14	ÖA2, ÖA3, ÖA4, ÖA5, ÖA6, ÖA10, ÖA14, ÖA16, ÖA17, ÖA18, ÖA19, ÖA24, ÖA28, ÖA29
	Fen’e yönelik ilgi	8	ÖA8, ÖA9, ÖA11, ÖA14, ÖA18, ÖA19, ÖA22, ÖA30
	Teknolojiye yönelik ilgi	3	ÖA6, ÖA7, ÖA14
	Mühendisliğe yönelik ilgi	6	ÖA1, ÖA6, ÖA10, ÖA13, ÖA14, ÖA17

	Matematiğe yönelik ilgi	4	ÖA3, ÖA11, ÖA14, ÖA18
STEM eğitimi sonrası farkındalık	Farkındalık oluştu	13	ÖA2, ÖA3, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA11, ÖA14, ÖA15, ÖA17, ÖA19, ÖA23, ÖA27, ÖA30
	Farkındalık oluşmadı	4	ÖA12, ÖA20, ÖA21, ÖA28
STEM eğitiminin sağladığı faydalar	Üst düzey düşünme becerisi	7	ÖA6, ÖA10, ÖA16, ÖA17, ÖA22, ÖA25, ÖA27

Tablo 24 incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulama süreci sonrasında verdikleri yanıtlar 5 tema altında sınıflandırılmıştır. “Sürece ilişkin tutum” teması altında; süreç eğlenceliydi ($f=29$), süreç sıkıcıydı ($f=1$), süreç kolaydı ($f=14$) ve süreç zordu ($f=9$) kodları ile görüş belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA19: “Eğlenceliydi ben çok eğlendim.”

ÖA20: “Hayır süreçte hiç zorlanmadım, kolaydı.”

ÖA3: “İlk başlarda konuyla ilgili bir bilgim olmadığı için biraz zorlandım.”

“STEM bileşenlerine karşı önyargıda azalma” teması altında; uygulamalı derse önyargı azalışı ($f=6$), fen’e önyargı azalışı ($f=4$), mühendisliğe önyargı azalışı ($f=3$) ve matematiğe önyargı azalışı ($f=2$) kodları ile görüş belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA9: “STEM’i ilk başlarda bambaşka bir şey olarak düşünüyordum. Zaten kendi aramızda şey diyorduk; Fenciler bizim bölümü elimizden alıyorlar gibi.

Bu eğitimi aldıktan sonra bambaşka bir şey olduğunu öğrendik aslında. Önyargılarımı da kırdım böylelikle.”

“STEM bileşenlerine karşı ilginin artması” teması altında; uygulamalı derse yönelik ilgi ($f = 14$), fen’e yönelik ilgi ($f = 8$), teknolojiye yönelik ilgi ($f = 3$), mühendisliğe yönelik ilgi ($f = 6$) ve matematiğe yönelik ilgi ($f = 4$) kodları ile görüş belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA14: *“Bir arkadaşım var BT öğretmeniydi ve teknik eğitim mezunuydu. Bu arkadaşın klasik bir arabası vardı. Sürekli cihazlar bağlayarak. Bak telefonda şunu kontrol ettim, arabayı çalıştırdım, farını kısıtım/yükseltiltim gibi şeyler yapardı. Ben böyle çok sıra dışı şeyler yapıyormuş gibi hissedip büyülenirdim. Ama şimdi bunların çok da zor bir olmadığını, yapılabilecek şeyler olduğunu fark ettim. Bu durum da derslere yönelik ilgimin artmasına ve özellikle mühendislik ve teknoloji entegrasyonuna olan ilgimde ciddi artışa sebep oldu.”*

“STEM eğitimi sonrası farkındalık” teması altında; farkındalık oluştu ($f = 13$) ve farkındalık oluşmadı ($f = 4$) kodları ile görüş belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA12: *“Herhangi bir farkındalık olmadı. Eskiden de aynı düşüncedeydim, şimdi de.”*

ÖA27: *“Eğitim sonrasında bu derslere ilişkin bir farkındalık oluştu. Eskiden bu dersleri bir araya getirip bir proje yapmayı hayal dahi edemezdim. Şimdi bu dert dersi bir arada nasıl kullanacağımı ve nasıl etkili olacağını biliyorum.”*

“STEM eğitiminin sağladığı faydalar” teması altında; üst düzey düşünme becerisi ($f = 7$) kodu ile görüş belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA16: *“Çok yönlü düşünebilmeyi öğrenmek karşılaştığım problemleri çözme açısından bana çok katkı sağladı.”*

Bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmen adaylarına yöneltilen “*STEM disiplinleriyle ilgili ders almak ister misiniz?*” sorusuna verilen cevaplara ilişkin temalar, kodlar ve frekans değerleri Tablo 25’te sunulmuştur.

Tablo 25. “*STEM disiplinleriyle ilgili ders almak ister misiniz?*” sorusuna verilen cevaplar

Temalar	Kodlar	f	Katılımcılar
STEM disiplinlerinin tümüne yönelik ders alma isteği	Hepsi	19	ÖA1, ÖA2, ÖA3, ÖA4, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA9, ÖA11, ÖA12, ÖA13, ÖA14, ÖA15, ÖA16, ÖA18, ÖA19, ÖA21, ÖA28, ÖA29
	Fen	4	ÖA20, ÖA23, ÖA26, ÖA27
	Teknoloji	4	ÖA5, ÖA10, ÖA22, ÖA24
	Mühendislik	2	ÖA25, ÖA30
	Matematik	2	ÖA17, ÖA25

Tablo 25 incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulama süreci sonrasında verdikleri yanıtlar “STEM disiplinlerinin tümüne yönelik ders alma isteği” teması altında; hepsi ($f = 19$), fen ($f = 4$), teknoloji ($f = 4$), mühendislik ($f = 2$) ve matematik ($f = 2$) kodları ile görüş belirtmişlerdir. Bu soruya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA2: “*Kesinlikle sonradan bu alanların hepsiyle ilgili ders almayı düşünüyorum. Çünkü öğrencilerin kapsamlı sorularına cevap veremiyorsun, bu nedenle bu alanlarda da kendimi geliştirmeyi istiyorum.*”

ÖA20: “*Fen alanında ders almak isterim.*”

ÖA30: “*Mühendislikle alakalı eğitim almak isterim.*”

Bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmen adaylarına yöneltilen “*Dersin işlenişindeki teorik ve uygulama saatleri dağılımı ve yeterliliği bakımından değerlendirir misiniz?*” sorusuna verilen cevaplara ilişkin temalar, kodlar ve frekans değerleri Tablo 26’da sunulmuştur.

Tablo 26. “Dersin işlenişindeki teorik ve uygulama saatleri dağılımı ve yeterliliği bakımından değerlendirir misiniz?” sorusuna verilen cevaplar

Temalar	Kodlar	f	Katılımcılar
Zamansal açıdan değerlendirme	Teori süresi yeterliydi	22	ÖA1, ÖA2, ÖA3, ÖA4, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA10, ÖA11, ÖA12, ÖA14, ÖA15, ÖA16, ÖA17, ÖA18, ÖA22, ÖA23, ÖA24, ÖA25, ÖA26, ÖA27, ÖA29
	Teori süresi yetersizdi	8	ÖA5, ÖA9, ÖA13, ÖA19, ÖA20, ÖA21, ÖA28, ÖA30
	Uygulama süresi yeterliydi	17	ÖA2, ÖA3, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA10, ÖA11, ÖA12, ÖA16, ÖA17, ÖA18, ÖA22, ÖA23, ÖA24, ÖA25, ÖA26, ÖA27
	Uygulama süresi yetersizdi	13	ÖA1, ÖA4, ÖA5, ÖA9, ÖA13, ÖA14, ÖA15, ÖA19, ÖA20, ÖA21, ÖA28, ÖA29, ÖA30
Yeterlilik açısından değerlendirme	Teorik açıdan yeterliydi	26	ÖA1, ÖA2, ÖA3, ÖA4, ÖA5, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA9, ÖA10, ÖA11, ÖA12, ÖA13, ÖA14, ÖA15, ÖA16, ÖA17, ÖA18, ÖA19, ÖA22, ÖA23, ÖA24, ÖA25, ÖA26, ÖA27, ÖA29
	Teorik açıdan yetersizdi	4	ÖA20, ÖA21, ÖA28, ÖA30
	Uygulama açısından yeterliydi	19	ÖA2, ÖA3, ÖA4, ÖA5, ÖA7, ÖA8, ÖA10, ÖA12, ÖA13, ÖA17, ÖA18, ÖA19, ÖA22, ÖA23, ÖA24, ÖA25, ÖA26, ÖA27, ÖA29
	Uygulama açısından yetersizdi	11	ÖA1, ÖA6, ÖA9, ÖA11, ÖA14, ÖA15, ÖA16, ÖA20, ÖA21, ÖA28, ÖA30

Tablo 26 incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulama süreci sonrasında verdikleri yanıtlar 2 tema altında sınıflandırılmıştır. “Zamansal açıdan değerlendirme” teması altında; teori süresi yeterliydi ($f=22$), teori süresi yetersizdi ($f=8$), uygulama süresi yeterliydi ($f=18$) ve uygulama süresi yetersizdi ($f=12$) kodları ile görüş belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA4: “Bazen uygulamalarda sıkıntı oluyordu. Ama daha uzun bir süre olursa daha iyi olabilir.”

ÖA5: “Saatler biraz daha uzun olsaydı belki daha güzel daha yeni yeni şeyler öğrenebilirdik.”

ÖA9: “Aslında ders saatleri yeterli değildi hani mesela bir yıl sürebilirdi bir dönem yerine.”

“Yeterlilik açısından değerlendirme” teması altında; teorik açıdan yeterliydi ($f=26$), teorik açıdan yetersizdi ($f =4$), uygulama açısından yeterliydi ($f =18$) ve uygulama açısından yetersizdi ($f =12$) kodları ile görüş belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA14: “İki dönem kapsamında bir çalışma yapılabilir. Biz şuan sadece bu işin alfabesini öğrendik ama bu iş biraz merak işi. Alfabesini öğrendikten sonra iş kişiye kalıyor.”

ÖA28: “Bence yeterli değildi açıkçası bence 2 yıl boyunca her iki dönemde de verilmesi gereken kapsamlı bir eğitim.”

ÖA10: “Bu eğitime karşı hiçbir şey bilmiyorken, artık neyin STEM eğitimi neyin değil farkını görebiliyorum. Bir dönemde öğrenilebilecek her şeyi öğrendik. Bu nedenle yeterli olduğunu düşünüyorum.”

Bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmen adaylarına yöneltilen “Dersin işlenme şekli ve derste yaptıklarımızı göz önünde bulundurarak bundan sonra buna benzer bir ders alsaydınız neleri değiştirmek isterdiniz?” sorusuna verilen cevaplara ilişkin temalar, kodlar ve frekans değerleri Tablo 27’de sunulmuştur.

Tablo 27. “Dersin işlenme şekli ve derste yaptıklarımızı göz önünde bulundurarak bundan sonra buna benzer bir ders alsaydınız neleri değiştirmek isterdiniz?” sorusuna verilen cevaplar

Temalar	Kodlar	f	Katılımcılar
İçerik değişikliği	Uygulamaların artırılması	6	ÖA1, ÖA2, ÖA3, ÖA6, ÖA17, ÖA29
	Eğitmen yeterliliği	1	ÖA20
Fiziksel değişiklikler	Zaman Sıkıntısı	11	ÖA2, ÖA5, ÖA10, ÖA11, ÖA14, ÖA15, ÖA20, ÖA23, ÖA25, ÖA29, ÖA30
	Eğitim ortamının STEM eğitimi açısından iyileştirilmesi	10	ÖA6, ÖA9, ÖA12, ÖA13, ÖA16, ÖA21, ÖA25, ÖA27, ÖA28, ÖA30
	Araç gerek eksikliği	7	ÖA4, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA18, ÖA19, ÖA22
	Öğrenci sayısının azaltılması	7	ÖA6, ÖA8, ÖA13, ÖA21, ÖA24, ÖA26, ÖA28

Tablo 27 incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulama süreci sonrasında verdikleri yanıtlar 2 tema altında sınıflandırılmıştır. “İçerik değişikliği” teması altında; uygulamaların artırılması ($f=6$) ve eğitmen yeterliliği ($f=1$) kodları ile görüş belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA17: “Dersin işlenme şeklinde sadece uygulama sayısını arttırmak isterdim.”

“Fiziksel değişiklikler” teması altında; zaman sıkıntısı ($f=11$), eğitim ortamının STEM eğitimi açısından iyileştirilmesi ($f=10$), araç gerek eksikliği ($f=7$) ve öğrenci sayısının azaltılması ($f=7$) kodları ile görüş belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA20: “Daha farklı materyaller ile çalışmak isterdim. Eğer illa bu materyal ile çalışacaksak her öğrenciye bir set düşecek şekilde olmasını isterim.”

ÖA6: “Öğrenci sayısının azaltılmasını isterim. Sınıf kalabalıktı ve sınıf ortamı STEM eğitimi için kullanışlı değildi. Bunun da değiştirilmesini isterdim.”

Bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmen adaylarına yöneltilen “*Bu dersin lisans öğretim programında yer alıp almaması konusunda ne düşünüyorsunuz?*” sorusuna verilen cevaplara ilişkin temalar, kodlar ve frekans değerleri Tablo 28’de sunulmuştur.

Tablo 28. “*Bu dersin lisans öğretim programında yer alıp almaması konusunda ne düşünüyorsunuz?*” sorusuna verilen cevaplar

Temalar	Kodlar	f	Katılımcılar
Öğretim programları	Yer almalı	30	ÖA1, ÖA2, ÖA3, ÖA4, ÖA5, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA9, ÖA10, ÖA11, ÖA12, ÖA13, ÖA14, ÖA15, ÖA16, ÖA17, ÖA18, ÖA19, ÖA20, ÖA21, ÖA22, ÖA23, ÖA24, ÖA25, ÖA26, ÖA27, ÖA28, ÖA29, ÖA30
Öğrenciler üzerine etkisi	Öğrenciye eleştirel ve yaratıcı düşünme becerisinin kazandırılması	9	ÖA1, ÖA3, ÖA4, ÖA9, ÖA13, ÖA16, ÖA20, ÖA28, ÖA30
	Öğrencilerin ilgisini çekme	5	ÖA10, ÖA22, ÖA23, ÖA25, ÖA27
Öğretmen rolleri	Bilgilerini güncel tutma	8	ÖA1, ÖA6, ÖA9, ÖA16, ÖA22, ÖA26, ÖA27, ÖA29

Tablo 28 incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulama süreci sonrasında verdikleri yanıtlar 3 tema altında sınıflandırılmıştır. “Öğretim programları” teması altında öğretmen adaylarının tamamı STEM eğitiminin programda yer alması gerekliliği konusunda görüş belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA3: “*Bizim bölüm teknoloji bölümü olduğu için aslında biz teknolojiyi diğer derslere nasıl etkili bir şekilde entegre edebiliriz, diğer derslere nasıl uyumlu nasıl sağlayabiliriz ve öğrencilere bunu en verimli şekilde nasıl verebiliriz bunu bilmemiz gerekiyor. Bilmeliyiz ki öğrencilere o yönde bir yardımımız, desteğimiz olsun. Bunun için bence bu eğitimin zorunlu olarak yer alması gerekiyor.*”

ÖA7: *“Kesinlikle yer almalı. Bize bu eğitimin 4. Sınıfta verilmiş olması geç alınmış bir karar. Yani ben bu eğitimin biraz daha önceden verilmesi taraftarıyım.”*

ÖA14: *“Kesinlikle almalı. Hatta bu lisans eğitiminin ilk yıllarında olmalı. 1 veya 2 de olabilir.”*

“Öğrenciler üzerine etkisi” teması altında; öğrenciye eleştirel ve yaratıcı düşünme becerisinin kazandırılması ($f=9$) ve öğrencilerin ilgisini çekme ($f=5$) kodları ile görüş belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA15: *“Bence olması gerekiyor. Düşündüğümüz zaman günümüz teknolojisinde fen, matematik bunlar hep kullanılan ve öğrenciyi projelerle katkı verebileceği programlar olabilir bence. Bu eğitimi kullanarak da öğrencilerin yaratıcı düşüncelerine ve eleştirel yaklaşımlarına katkı sağlayabiliriz.”*

“Öğretmen rolleri” teması altında; bilgilerini güncel tutma ($f=8$) kodları ile görüş belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

ÖA20: *“Kesinlikle yer alması gerekiyor. Hatta daha kapsamlı olması gerekir. Öğretmen olacağız ve öğrencilere proje yapın, dünyayı değiştirebilirsiniz tarzında şeyler söylüyoruz. Yani buna giden yol bu eğitimden geçiyor ondan dolayı bizim de bilgilerimizi sürekli yenilememiz gerekiyor.”*

5.BÖLÜM

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüş ve tutumlarını analiz etmeye yönelik hazırlanan tez çalışmasının birinci bölümü araştırmanın gerekçe ve boyutlarının açıklandığı bölümdür. STEM uygulamasının nitel araştırma yöntemiyle gerçekleştirilen veri toplama sürecinin ardından verilerin analizi, nicel ve nitel bulgular tez çalışmasının 3. ve 4. bölümünde verilmiştir. Tez çalışmasının 2. bölümü bütünüyle STEM eğitiminin tanımı, gelişim süreçleri ve eğitim modellerini irdeleyen alanyazın çalışması yöntemiyle gerçekleştirilmiştir.

Bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşlerinin araştırıldığı bu çalışmada alanyazın taramaları doğrultusunda tartışılarak sunulmuştur.

Araştırmanın birinci alt problemi doğrultusunda öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulama süreci öncesi ve sonrasında görüşleri incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda öğretmen adayları STEM eğitime yönelik bilgi sahibi değilken, bu eğitim sonrasında STEM eğitiminin; problem çözme becerilerinin, ilgi ve meraklarının arttırdığı söylenebilir. 21. yy. yaşam becerilerini, üst düzey düşünme becerilerini, yaratıcılık ve merak duygusunu geliştireceğini ve öğretmen olduktan sonra öğrencilere rehberlik etmede çalışmalarına katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Ayrıca katılımcılar STEM eğitimi; fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin harmanlanarak, öğrencilere disiplinler arası bir eğitimin verilmesinin olumlu katkıları olacağını belirtmişlerdir.

Öğretmen adayları, STEM eğitimi ve uygulamalarını konu alan bir dersin öğretim programlarında yer almasının yararlı olacağını belirtmiş olup, bu eğitimin daha küçük yaşlardan itibaren verilmesinin, öğrencinin yararına olacağını belirtmişlerdir. STEM eğitiminin öğrencilere 21. yy. becerileri kazandırmasında da etkili olacağı düşünülmektedir (Bybee, 2010; Sanders,2009). Eğitim sürecinde yer alan fen, mühendislik ve matematik konusundaki kazanımların teknoloji öğrenimine

katkı sağlamasından dolayı disiplinlerin STEM eğitimi altında birlikte verilmesinin Bilişim ve Yazılım derslerine olumlu katkıları olacağını düşünmektedirler.

Öğretmen adayları ile yapılan görüşmede uygulanan STEM eğitiminin sınırlılıkları olduğunu ve bunların eğitim sürecinde kullanılan materyallerin eksikliğini, sürenin yetersizliğini, sınıf mevcudunun kalabalık olmasını ve öğretim ortamının STEM eğitimi ve uygulamalarına uygun olmadığını vurgulamışlardır. Alanyazına bakıldığında ise Siew ve arkadaşlarının (2015) yaptığı çalışmada, STEM etkinlikleri ve uygulamalarının maliyetli olduğu, zaman aldığı ve materyal açısından donanımlı olması gerekliliğini belirtmişlerdir. Bu nedenle bu sınırlılıklarının ortadan kaldırılması STEM eğitimi ve yaklaşımı konusunda olumlu sonuçlar vereceği söylenebilir.

Araştırma bulguları ile öğretmen adaylarının STEM yaklaşımına yönelik tutumları ile cinsiyetleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir. Alanyazın incelemesi yapıldığında bu çalışmadakine benzer olarak STEM tutum puanlarının cinsiyete bağlı olarak anlamlı değişikliğe yol açmadığı görülmüştür (Aydın vd., 2017; Karakaya & Avgın, 2016).

Araştırmada, öğretmen adaylarının STEM tutumları ile diğer bir değişken olan yaşları arasındaki ilişki de incelenmiştir. Bulgulara göre öğretmen adaylarının STEM öntest tutumları ile fen öntest tutumları arasında yaşa bağlı olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. 20 yaşındaki öğretmen adaylarının STEM öntest ve fen öntest tutumlarının 22 yaşındaki öğretmen adaylarının tutumlarından daha yüksek olduğu görülmüştür.

STEM yaklaşımı 21. Yüzyıl becerilerini kazanma konusunda etkili olmaktadır. Bu nedenle Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümü öğretmen adaylarının bu becerileri öğrencilerine kazandırmak için, öğretim programında STEM yaklaşımını daha kapsamlı bir şekilde öğrenmesi gerekmektedir. Okullar, öğrencilerin günlük yaşam problemlerine çözüm bulmalarında, ileride ülke ekonomisindeki problemlere çözüm arayan bireyler yetiştirilmesinde, önemli rol oynamaktadır. STEM yaklaşımının etkili uygulanabilmesi için okulların laboratuvar ve teknolojik araç gereç ihtiyaçlarının giderilmesi önerilmektedir. STEM yaklaşımının uygulayıcıları

öğretmenler olduğu için, öğretmenlerin STEM yönelik hizmet içi kurslara katılmaları teşvik edilmeli ve onların bu kurslara katılmaları sağlanmalıdır.

21. yüzyıl insanını yetiştirme konusunda günümüz eğitim bilimcilerinin çağın koşullarına ve gereksinimlerine göre geliştirdikleri STEM eğitimi gelişimini sürdüren ve çok sayıda ülkede uygulanmaya başlanan bir eğitim yaklaşımıdır. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin küresel dünyada, rekabetçi ekonomilerin yarıştığı, büyük ölçüde dijitalleşen dünyamızda yaratıcı, üretken ve alanında yetkin bireylerin çalıştığı, yeni insan kaynağına gereksinim duyulmaktadır. Gelecek dünyanın toplumları arasında var olma çabası içinde olan ülkeler eğitim politikalarını ve öğretim kurumlarını hızla bu yenedünyaya hazırlamaktadırlar. Aynı çaba içinde olan ülkemiz; henüz STEM eğitimi bağlamında eğitim kurumlarını, eğitim kadrolarını, eğitim yöneticilerini, yeterli bilinç ve çalışma temposuna ulaştıramamıştır. Ülkemizin öğrenci performanslarının ölçüldüğü PISA (2015) sonuçları irdelendiğinde dünya ortalamasının altlarında yer aldığı görülmektedir. Eksiklikler 2016 yılından günümüze değin tartışılıyor olmasına karşın, tüm birimlerde ve ülke çapında henüz bir eğitim reformu çalışması gerçekleştirilmemiştir. Türkiye’de “2015-2019 MEB Stratejik Planı” kapsamında STEM eğitimi destekleyen bazı hedefler yer almasına karşın birkaç üniversite dışında STEM merkezlerini oluşturacak ulusal adımlar atılamamıştır. Tüm çalışmaların başlangıcında yer alması gereken öğretmen yetiştirme programları ve stratejileri henüz değiştirilmemiştir. MEB’ nin yayımladığı “2017 performans programında” STEM eğitime ilişkin farkındalığın giderek artmasına karşın “Öğretmen Strateji Belgesi” kapsamında yer alan öğretmen akademileri sistemi, henüz başlatılamamıştır.

Ülkemizin bugün ve yakın gelecekte gereksinim duyduğu nitelikli birey yetiştirme hedefleri; yüksek genç nüfusa sahip nüfus profilimize uygun olarak hızla gerçekleştirilmelidir. Birbirleriyle iletişimsiz parça parça yapılan STEM eğitimi araştırmaları uygulamada verimlilik sağlayamadığı gibi, STEM eğitiminin gerekliliği kamuoyu tarafından anlaşılamamaktadır. Okulöncesi eğitimden başlayıp yükseköğrenim eğitiminin sonuna kadar süren örgün eğitim stratejileri, birbirleriyle bağlantılı olarak kapsamlı biçimde hızla programlanmak zorundadır. Söz konusu çalışmaların gerçekleşmesi için ciddi ekonomik yatırımların yanı sıra, nitelikli uzman

ve araştırmacı, kolektif çalışma birimlerinde örgütlenmelidir. Gecikilen her yıl eğitim sistemi bağlamında gelişmiş dünya ülkeleriyle mesafemizi kapatılmayacak biçimde uzaklaştıracaktır. Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen uygulamanın bulguları da STEM eğitime ilişkin farkındalığın alt seviyelerde olduğunu göstermiştir.

Dördüncü teknolojik devrimini gerçekleştiren dünyamız; hızlı bilgi akışı, ileri teknoloji, yaratıcı ve üretken insan kaynaklarına vazgeçilmez biçimde gereksinim duymaktadır. Robotik tasarımlarla yeniden biçimlenen çalışma dünyası; karmaşık becerilere ve yeterliliklere sahip insan gücüne gereksinim duyar. Mikro alanlardaki başarı 21. yüzyıl dünyasında geçerliliğini yitirmiştir. Akademik, bilimsel ve teknik kavramların gerçek hayat bağlamında verimli olduğu entegre bir öğrenme yaklaşımı geleceğin insanını hazırlayacaktır. Bu yaklaşımın amacı küresel ekonomi içinde STEM okuryazarlığının ve rekabet gücünün gelişmesine katkıda bulunan okul, toplum, iş ve tüm dünya arasında sürdürülebilir bağlantılar oluşturmaktır. Bunu gerçekleştirmek için ulusal eğitim stratejileriyle, tüm kamuoyunun destek vermesini sağlayacak farkındalık programlarının hazırlanması gerekmektedir. Bu farkındalık gerçekleştiğinde, öğretmen kalitesini artırmak; okullarda STEM eğitimi için fırsatları desteklemek; üniversiteler, iş dünyası ve sanayi ile etkili ortaklıkları teşvik etmek; sağlam bir veri tabanı oluşturmak; mümkün olacaktır. Çok sayıda ülkenin katılımıyla gerçekleştirilen uluslararası STEM eğitimi çalışma gruplarına henüz düzenli katılımı gerçekleştirmemiş olan ülkemizin, hızla uluslararası projelerde yer alması sağlanmalıdır.

Öğrencilerin araştırma, bilimsel ve teknolojik potansiyellerini güçlendirmelerini, eleştirel, yenilikçi ve yaratıcı düşünme, problem çözme, iletişim ve takım çalışması için becerilerini geliştirmesini sağlayacak yeni bir disiplinlerarası ve proje temelli yaklaşımı, ülkemizde hayata geçirmek kaçınılmazdır.

KAYNAKÇA

- Akgündüz, D. (2018). STEM eğitiminin kuramsal çerçevesi ve tarihsel gelişimi. D. Akgündüz (Ed.). *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi*, 19-47. Ankara: Anı Yayıncılık.
- 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?* İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.
- Aşan, R. ve Tahran, L. (2002). Fen bilgisi dersi genetik ünitesindeki hücrede yapı ve canlılık olaylarının yönetimi nasıl sağlanır? konusunun öğretiminde rehber materyal geliştirilmesi ve uygulanması. V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara, Türkiye.
- Atılboz, G. (2001). *Lise 1. sınıf öğrencilerinde hücre ve moleküler biyoloji konuları ile ilgili görsel ve deneysel malzeme kullanımının başarı üzerine etkisi*. Gazi Üniversitesi: Yüksek lisans tezi.
- Ayar, M.C. ve Yalvaç, B. (2018). Bilim ve teknoloji çalışmalarında disiplinlerarası yaklaşımlar: öğrenme ortamlarının tasarımı. D. Akgündüz (Ed.). *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi*, 69-92. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Aydeniz, M. ve Bilican, K. (2018). STEM eğitiminde global gelişmeler ve Türkiye için çıkarımlar. S. Çepni (Ed.). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*, 69-90. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Aydın, G., Saka, M. ve Guzey, S. (2017). 4-8. sınıf öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM= FeTeMM) tutumlarının incelenmesi. *Mersin University Journal of the Faculty of Education*, 13(2), 787-802.
- Balcı, A. (2010). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntem, teknik ve ilkeler*. Ankara: Pegem Yayıncılık.

- Banks, F. & Barlex, D. (2014). *Teaching STEM in the secondary school: How teachers and schools can meet the challenge*. London: Routledge.
- Becker, F. S. (2010). Why Don't Young People Want to Become Engineers? Rational Reasons for Disappointing Decisions. *European Journal of Engineering Education*, 35 (4), 349-366.
- Bender, W.N. “*STEM Öğretimi İçin 20 Strateji*”. Çev. Melih Derya Gürer. Proje tabanlı öğrenme. S. Durmuş, A. Sabri İpek, Bahadır Yıldız. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık. 1. Basımdan çeviri.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Cameron, R. G. (2005). *Mindstorms robolab: Developing science concepts during a problem based learning club* (Unpublished master's thesis). Canada: The University of Toronto.
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10.
- Çepni, S. ve Ormancı, Ü. (2018). Geleceğin dünyası. S. Çepni (Ed.). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*, 1-37. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Çobanoğlu, B. (2017). *Derinlemesine Arduino*. İstanbul: Abaküs Yayıncılık.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. ve Ayas, A. (2004). Kavram yanılgılarının çalışma yapraklarıyla giderilmesine yönelik bir çalışma. *Milli Eğitim Dergisi*, 163, 121-131.
- Dökmetaş, G. (2017). *Derinlemesine Arduino*. İstanbul: Dikeyksen 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.
- EU (European Union), (2004). Europe needs more scientists! Brussels: European Commission.

- Faber, M., Unfried, A., Wiebe, E. N., Corn, J. Townsend, L.W. & Collins, T. L. (2013). Student attitudes toward stem: the development of upper elementary school and middle/high school student surveys. *Paper presented at the 120th ASEE Annual Conference & Exposition*. Atlanta, GA: USA.
- Fensham, P. J. & Gardner, P. L. (1994). Technology education and science education: A new relationship? In D. Layton (Ed.), *Innovations in science and technology education*, (159-170). Paris: UNESCO.
- Fore, G. A., Feldhaus, C. R., Sorge, B. H., Agarwal, M. & Varahramyan, K. (2015). Learning at the nano-level: Accounting for complexity in the internalization of secondary STEM teacher Professional development. *Teaching and Tracher Education*, 51, 101.
- Güvener, A. R. (2005). *Öğretim materyallerinin başarı, tutum ve kalıcılığa etkisi*. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Holdren, J. P. & Lander, E. (2012). *Engage to excel: Producing one million additional collage graduates with degrees in science, technology, engineering, and mathematics*. President's Council of Advisors on Science and Technology.
- iSkills (2002). *Digital transformation: A framework for ICT literacy*. A Report of the International ICT Literacy Panel Educational Testing Service.
- Kara, Y. (2018). Öğretmen yetiştirme anlayışındaki dönüşümler ve STEM öğretmeni eğitimi. S. Çepni (Ed.). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*, 605-625. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Karakaya, F. ve Avgın, S. S. (2016). Effect of demographic features to middle school students' attitude towards FeTeMM (STEM). *International Journal of Human Sciences*, 13(3), 4188-4198.
- Karataş F.Ö. (2018). Eğitimde geleneksel anlayışa yeni bir s(i)tem. S. Çepni (Ed.). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*, 53-65. Ankara: Pegem Yayıncılık.

- Korkmaz, H. ve Kaptan F. (2005). Fen eğitiminde öğrencilerin gelişimini değerlendirmek için portfolyo kullanımı üzerine bir inceleme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology* , 4 (1), 1303-6521.
- Mataric, M. J. (2004). Robotics Education for All Ages. Paper presented at the American Association for Artificial Intelligence Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education.
- Mc Donald, D.S. (2003). The influence of multimedia training on users' attitudes: lessons learned. *Computer & Education*. 42 (2), 199–214.
- McGrath, D. (2002). Getting Started With Project Based Learning, Learning and Leading With Technology. *International Society for Technology in Education*. 30 (3), 42-45.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049-1079.
- Paletz, S. B. F. & Schunn, C. (2010). A social – cognitive framework of multidisciplinary team innovation. *Topics in Cognitive Science*, 2, 73-95.
- Sahin, A. ve Top, N. (2015). STEM students on the stage (SOS): promoting student voice and choice in STEM education through an interdisciplinary, standards –focused, Project based learning approach. *Journal of STEM Education*, 16 (3), 24 – 31.
- Sanders, M. (2009). Stem, stem education, stemmania. *The Technology Teacher*, 68 (4), 20-26.
- Saygılı, S. (2019). *Uygulamalarla Arduino*. İstanbul: Abaküs Yayıncılık.
- Selvi, M. ve Yıldırım, B.(2018). STEM öğretme- öğrenme modelleri: 5E öğrenme modeli, proje tabanlı öğrenme yaklaşımı ve STEM SOS modeli. S. Çepni (Ed.). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*, 205-239. Ankara: Pegem Yayıncılık.

- Sezgin, M. E. (2002). *İkili kodlama kuramına dayalı olarak hazırlanan multimedya ders yazılımının fen bilgisi öğretimindeki akademik başarıya, öğrenme düzeyin ve kalıcılığa etkisi*. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Siew, N. M., Amir, N., & Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *Springer Plus*, 4(8), 1-20.
- Şahin, F. ve Parim, G. (2002). Problem tabanlı öğrenme yaklaşımı ile DNA, gen, kromozom kavramlarının öğrenilmesi. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara, Türkiye.
- Tanrıöğen, A. (2012), *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Uluyol, Ç. ve Eryılmaz, S. (2015). 21. Yüzyıl becerileri ışığında FATİH projesi değerlendirmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2).
- Yıldırım, B. (2018). *Teoriden pratiğe STEM eğitimi-uygulama kitabı*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2015). Adaption of Stem Attitude Scale to Turkish. *Electronic Turkish Studies*, 10(3). 1117-1130.

EK 1. Demografik Veri Anketi

Sevgili öğrenciler,

Bu ölçek sizin STEM (FeTeMM)’e ilişkin düşüncelerinizi belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Burada belirteceğiniz görüşler yalnızca araştırma amacıyla kullanılacak ve sonuçlar tüm grubun yanıtları göz önüne alınarak değerlendirilecektir. Bu araştırmanın güvenilirliği için gerçek düşüncelerinizi belirtmeniz özel bir önem taşımaktadır. **Lütfen hiçbir maddeyi boş bırakmayınız ve her biri için tek yanıt veriniz. Vereceğiniz bu yanıtlar bilimsel bir çalışma için kullanılacak ve başka kişiler ile paylaşılmayacaktır.**

Bu çalışmaya yaptığınız katkılarda dolayı teşekkür ederiz.

Ö. ÖZGÜNER – Doç. Dr. H. ÇAVUŞ – Doç. Dr. Ç. Güler

Cinsiyet	() Kadın () Erkek
Yaş	
Kişisel Bilgisayarınız Var Mı?	() Var () Yok

EK 2. Ön Görüşme Soruları

1. STEM Eğitimi denildiğinde aklına ne geliyor?
2. STEM eğitimi konusunda daha önce bir araştırma yapmış mıydın?
3. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik arasında nasıl bir ilişki kurulabilir?

Açıklar mısınız?

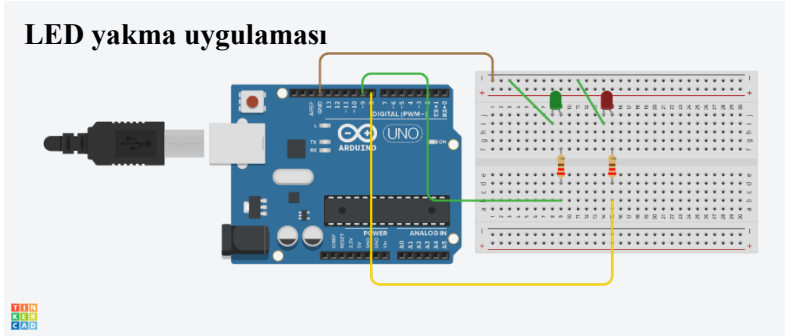
4. Bu dönemki derslerimizi STEM eğitimi temelinde yürüteceğiz. Bu dersten beklentin neler?

EK 3. Son Görüşme Soruları

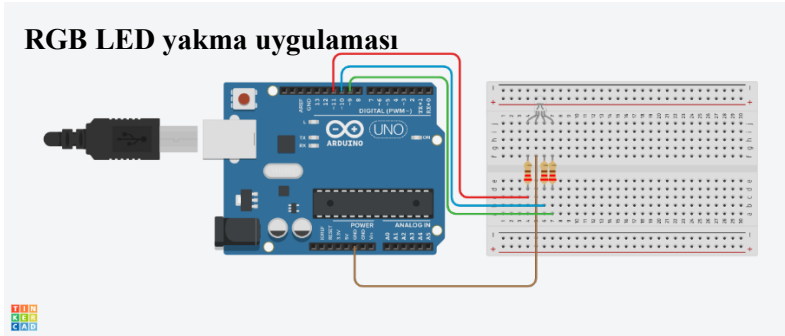
1. STEM (FeTeMM)'den ne anladığınızı kendi ifadelerinizle söyler misiniz? Bunun kaynağı nedir?
 - Ne olduğunu araştırdınız mı?
 - Sizce Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanları arasında nasıl bir ilişki kurulabilir?
2. Aldığınız dersin STEM (FeTeMM) ile ilişkisi nedir? Neden?
 - STEM (FeTeMM)'in hangi ayağı ile ilgili olabilir? Neden?
3. STEM (FeTeMM) uygulamaları kapsamında bir dönem boyunca yapılan uygulamalı dersin size kazandırdıkları nelerdir?
 - Öğretim ortamına nasıl katkıları olabilir?
 - Öğretmen olunca işinize yarayabilir mi?
 - Bilişim ve Yazılım derslerinde kullanmayı düşünür müsünüz? Bu konudaki düşünceleriniz nelerdir?
4. STEM (FeTeMM) uygulamaları kapsamında dönem boyunca istenen amaç doğrultusunda bir ürün ortaya koymanız istendi. Bu dersi almadan önce Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarına yönelik görüşlerinizle, dersi aldıktan sonraki bu derslere yönelik görüşleriniz arasında sizce bir farklılık oluştu mu?
 - Bu süreçte zorlandınız mı?
 - Süreç sıkıcı mıydı, eğlenceli miydi?
 - İlgi?
 - Bu alanlarla ilgili ders almak ister misiniz?
5. Dersin işlenişindeki teorik ve uygulama saatleri dağılımı ve yeterliliği bakımından değerlendirir misiniz?
 - Teorik olarak yeterli zaman ayrıldı mı?
 - Uygulamalı olarak yeterli zaman ayrıldı mı?
6. Dersin işlenme şekli ve derste yaptıklarımızı göz önünde bulundurarak bundan sonra buna benzer bir ders alsaydınız neleri değiştirmek isterdiniz?
 - Ayrılan süre ve eldeki imkanlar nasıldı?
7. Bu dersin lisans öğretim programında yer alıp almaması konusunda ne düşünüyorsunuz?

EK 4. STEM Eğitimi ve Uygulamaları Sürecinde Yapılan Uygulamaların Simülasyon Çıktıları

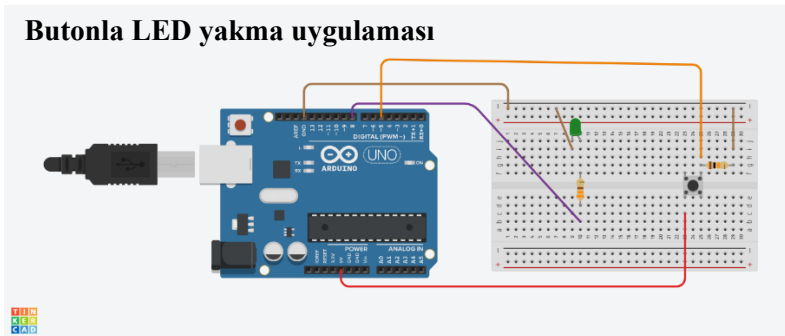
LED yakma uygulaması



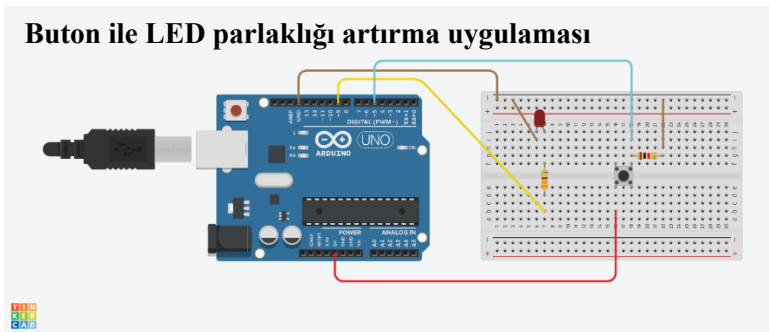
RGB LED yakma uygulaması



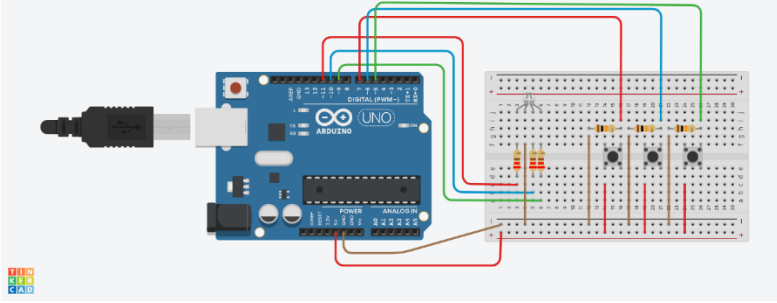
Butonla LED yakma uygulaması



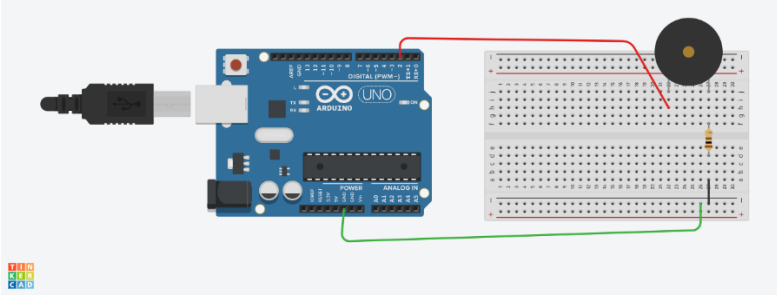
Buton ile LED parlaklığı artırma uygulaması



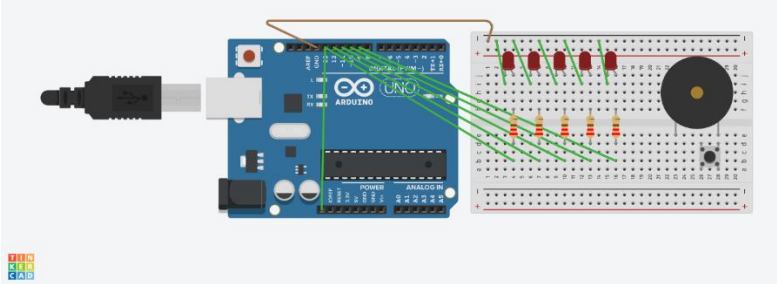
3 buton kullanarak RGB LED renk ayarlama uygulaması



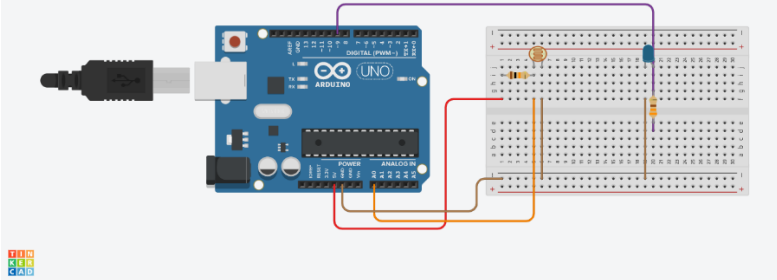
Buzzer ile melodi çalma uygulaması



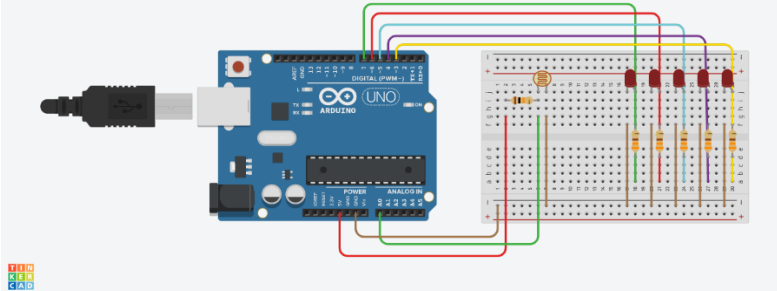
Kayan LED ışığı uygulaması



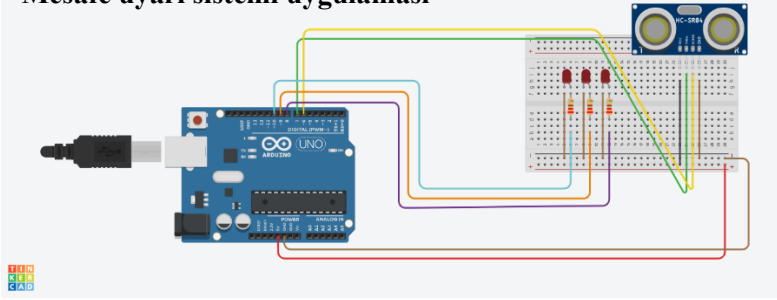
LDR ile LED yakma uygulaması



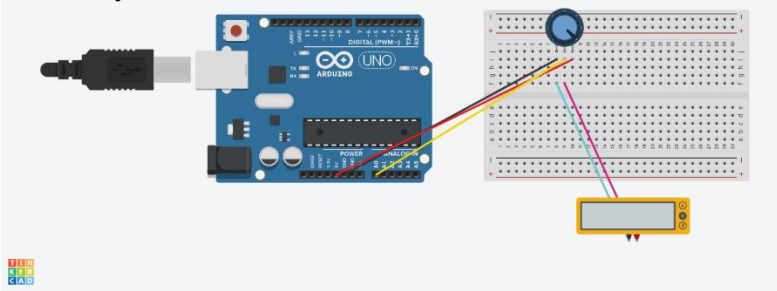
Akıllı sokak lambası uygulaması (LDR ile)



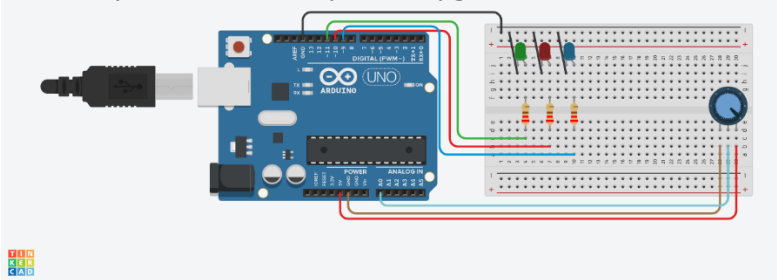
Mesafe uyarı sistemi uygulaması



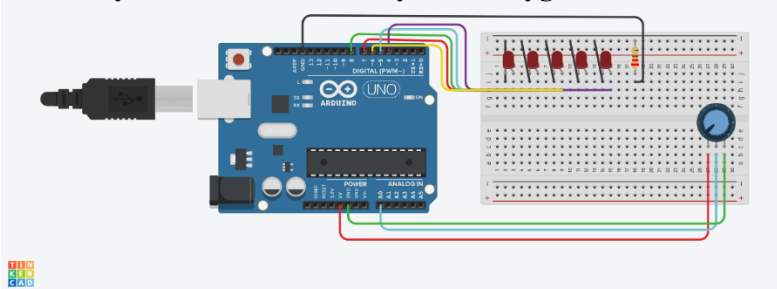
Potansiyometre kullanımı



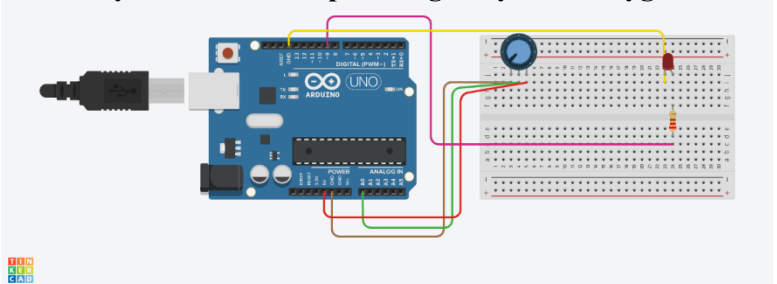
Potansiyometre ile LED yakma uygulaması



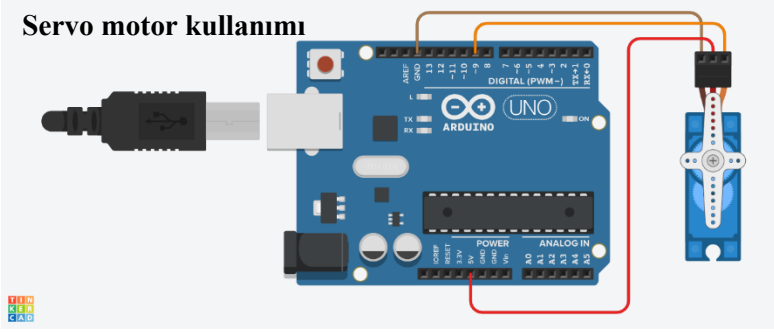
Potansiyometre ile LED hızı ayarlama uygulaması



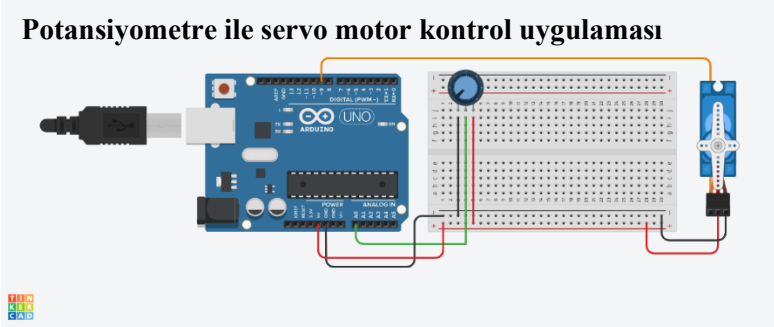
Potansiyometre ile LED parlaklığını ayarlama uygulaması



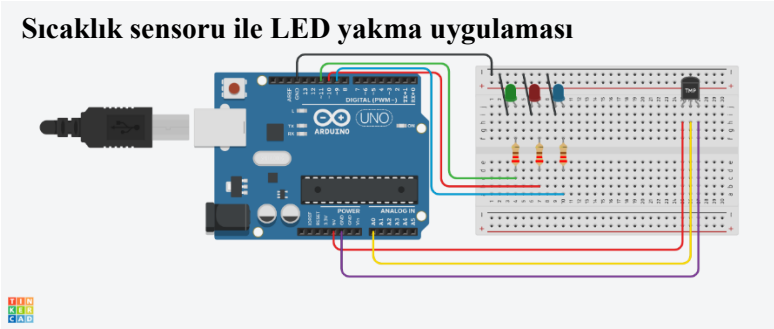
Servo motor kullanımı



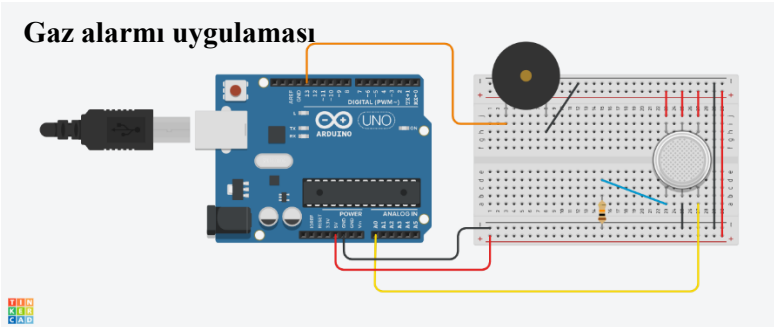
Potansiyometre ile servo motor kontrol uygulaması



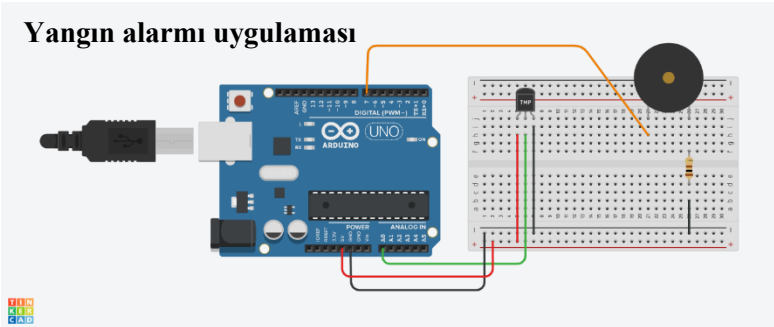
Sıcaklık sensörü ile LED yakma uygulaması



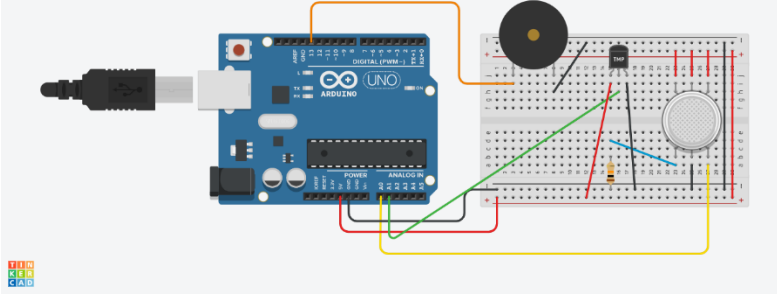
Gaz alarmı uygulaması



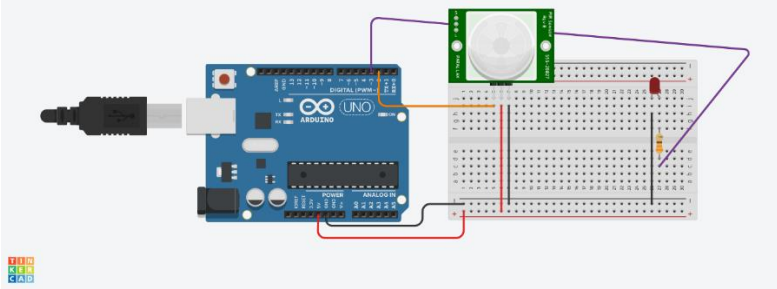
Yangın alarmı uygulaması



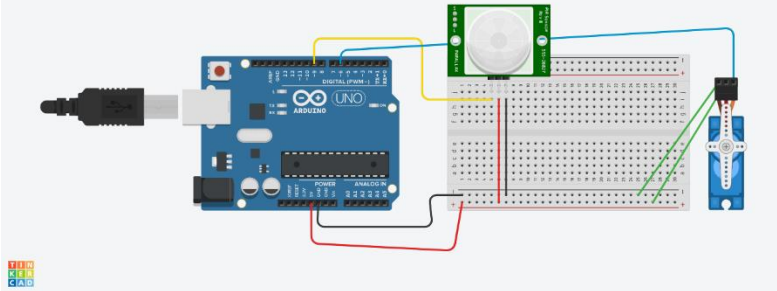
Yangın ve gaz alarmı uygulaması



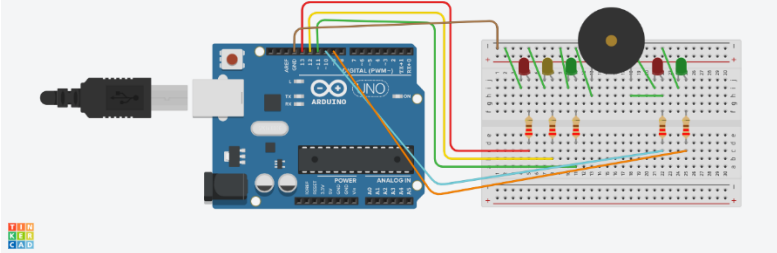
Otomatik lamba uygulaması (Hareket Sensoru ile)



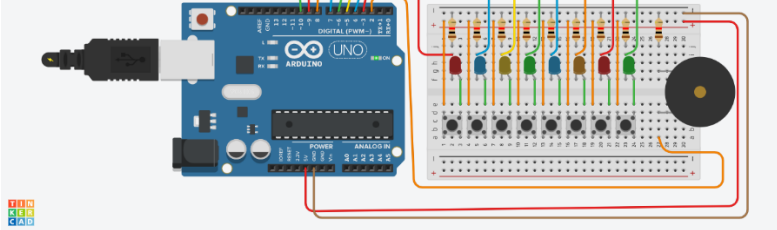
Otomatik kapı uygulaması (Hareket sensörü ve servo motor ile)



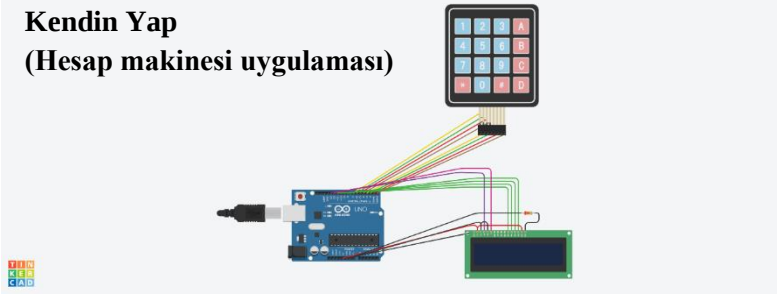
Kendin yap (Görme engelliler için trafik ve yaya ışıkları)



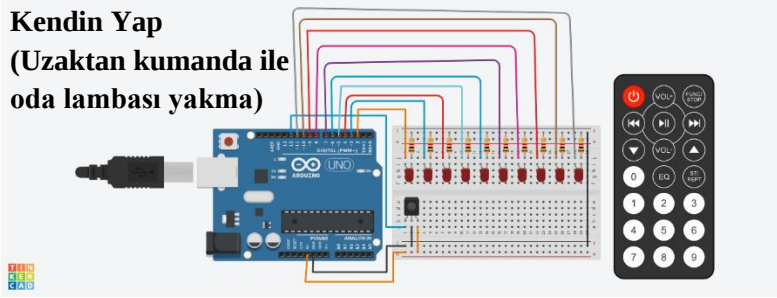
Kendin yap (Piyano uygulaması)



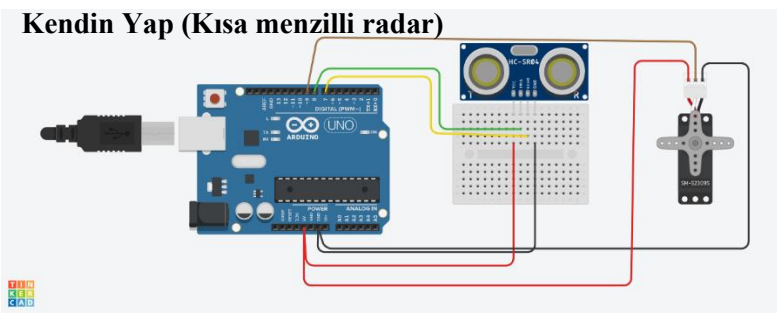
Kendin Yap (Hesap makinesi uygulaması)



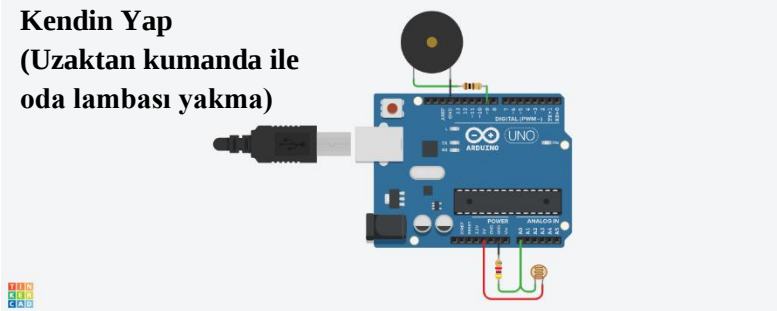
Kendin Yap (Uzaktan kumanda ile oda lambası yakma)



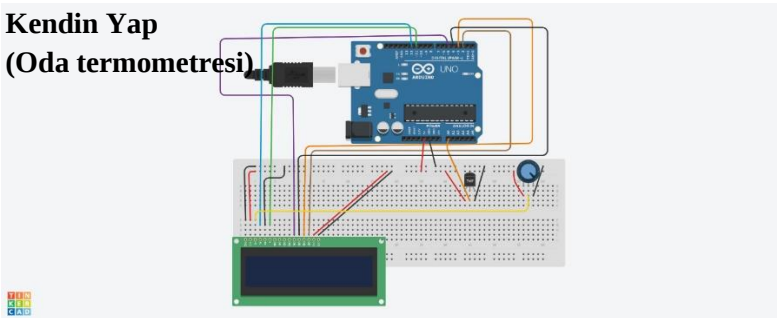
Kendin Yap (Kısa menzilli radar)



Kendin Yap (Uzaktan kumanda ile oda lambası yakma)



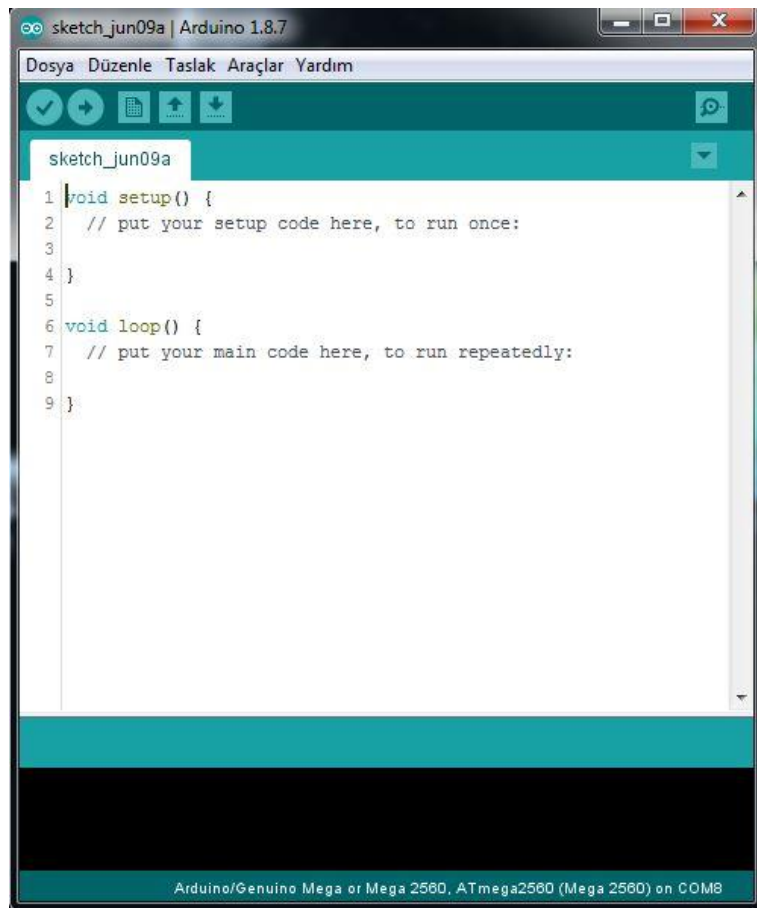
Kendin Yap (Oda termometresi)



EK 5. Arduino Yazılımı

2. bölümde sözü edilen Arduino kartlarını programlayabilmek için çeşitli programlama dilleri kullanılmaktadır (Assembly, C gibi). Arduino'yu programlayabilmek için Scratch, mBlock, visual studio gibi ortamlar kullanılabilir. Ancak tez çalışması için yapılan uygulamada Tümlşik Geliştirme Platformu (IDE) kullanılmıştır. Kolay ve anlaşılır ara yüzü ile kullanıcı dostu olan Arduino IDE; Windows, MAC, Linux gibi işletim sistemlerini desteklemektedir.

Arduino derleyicisinin kurulumu tamamlandıktan sonra açılan programın ara yüzü aşağıdaki gibidir.

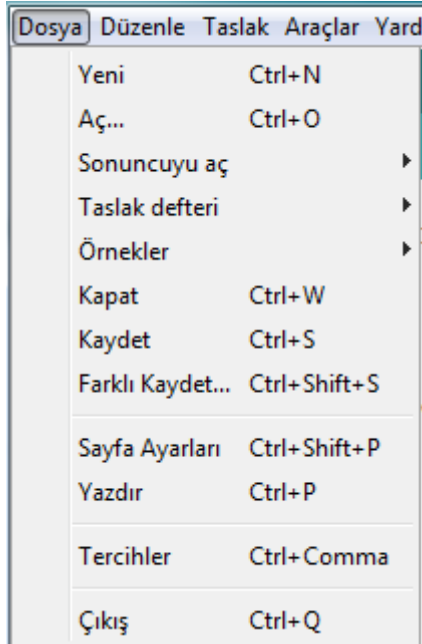


Bu derleyicinin ara yüzü oldukça kolay kullanımlıdır.

Menü Bileşenleri

File (Dosya) Menüsü

Hemen her programda yer alan klasik dosya ayarlarına erişim bu menü ile sağlanmaktadır.



New (Yeni): Yeni dosya oluşturmayı sağlar.

Open (Aç): Kayıtlı olan dosyaları açmayı sağlar. Sabit diske veya USB belleğe kaydedilmiş olan dosyaları açar.

Open Recent(Sonuncuyu Aç): Yeni açılan ve işlem yapılan dosyaları açmayı sağlar.

Sketchbook(Taslak Defteri): Arduino klasörü veya belirlenen klasör içindeki çalışmaları görmeyi sağlar.

Examples(Örnekler): Hazır olarak Arduino programında bulunan örnek uygulamalara erişimi sağlar.

Close(Kapat): Çalışmayı kapatır.

Save (Kaydet): Çalışılan dosyayı kaydetmeyi sağlar.

Save As (Farklı kaydet): Çalışılan dosyayı farklı bir dosya olarak kaydetmeyi sağlar.

Page Setup(Sayfa Ayarları): Yazıcıdan çıktı alınmak istendiğinde gerekli ayarlamaları yapmayı sağlar.

Print(Yazdır): Çalışmayı yazdırır.

Preferences(Tercihler): Derleyiciye ait ayarlamaları yapmayı sağlar.

Edit (Düzenle) Menüsü

Yazılan programın biçimsel özelliklerini değiştirmek için kullanılan menüdür.

Düzenle	Taslak	Araçlar	Yardım
Geri Al		Ctrl+Z	
Tekrarla		Ctrl+Y	
Kes		Ctrl+X	
Kopyala		Ctrl+C	
Forum için Kopyala		Ctrl+Shift+C	
HTML olarak Kopyala		Ctrl+Alt+C	
Yapıştır		Ctrl+V	
Tümünü Seç		Ctrl+A	
Satıra git...		Ctrl+L	
Yorum yap / Yorumu kaldır		Ctrl+Slash	
Girintiyi Arttır		Tab	
Girintiyi Azalt		Shift+Tab	
Increase Font Size		Ctrl+Plus	
Decrease Font Size		Ctrl+Minus	
Bul...		Ctrl+F	
Sonrakini Bul		Ctrl+G	
Öncekini Bul		Ctrl+Shift+G	

Undo (Geri al): Program üzerinde yapılan herhangi bir yanlış düzenlemenin eski haline dönmesi için kullanılır.

Redo (Tekrarla): Undo ile geri alınan düzeltmelerin eski haline dönmesi için kullanılır.

Cut (kes): Seçili olan alandaki kodun kesilerek kopyalanmasını sağlar.

Copy (kopyala): Seçili olan alandaki kodun kopyalanmasını sağlar.

Copy for forum (forum için kopyala): Seçili olan alandaki kodun forum için kopyalanmasını sağlar.

Copy as HTML (HTML olarak kopyala): Seçili olan alandaki kodun HTML kodu formatında kopyalanmasını sağlar.

Paste(yapıştır): Copy ile kopyalanan kodun yapıştırılmasını sağlar.

Select All(tümünü seç): Bütün alanı seçili hale getirir.

Satıra Git: istenilen satır numarasına erişimi kolaylaştırmak için kullanılır.

Comment/Uncomment (Yorum yap / Yorumu kaldır): Programa dâhil olmayan açıklamaları yazmak için " // " işareti koyulur. Bu fonksiyon bu işareti koymakla aynı görevi yapmaya yardımcı olur.

Increase Indent(Girintiyi Arttır): Programı daha okunur hale getirmek için kullanılan bu fonksiyon, program yazarken boşluk bırakarak giriştiler ile dallama işlemi yapar.

Decrease Indent(Girintiyi Azalt): yukarıdaki fonksiyonun oluşturduğu Girintiyi bir birim azaltır.

Increase Font Size: Yazı tipi boyutunu büyötmeyi sağlar.

Decrease Font Size: Yazı tipi boyutunu küçöltmeyi sağlar.

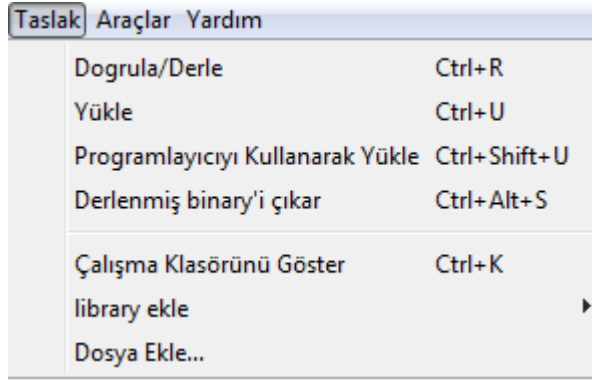
Find: Birçok özelliğı bulunan bu fonksiyon ile herhangi bir kelimeyi bulma ve değıştirmek için çeşitli özelliklerde kullanılır.

Sonrakini Bul: Aratılan kodun sonraki konumunun bulunmasını sağlar.

Öncekini Bul: Aratılan kodun önceki konumunun bulunmasını sağlar.

Sketch (Taslak) Menüsü

Üzerinde çalışılan programa ait fonksiyonların bulunduğu menüdür.



Verify/Compile(Doğrula/Derle): üzerinde çalışılan programı kontrol etme ve derleme işlemini yapar. Derleme esnasında bulunan hataları veya notları bilgi kutusunda gösterir.

Upload(Yükle): Üzerinde çalışılan programı karta yüklemeyi sağlar.

Upload Using Programmer(Programlayıcıyı Kullanarak Yükle): Üzerinde çalışılan programın, programcı yardımıyla karta yüklenmesini sağlar.

Export Compiled Binary(Derlenmiş Binary'i çıkar): Derlenmiş olan makina dili kodunun proton klasörüne kaydedilmesini sağlar.

Show Sketch Folder(Çalışma Klasörünü Göster): Üzerinde çalışılan programın klasörünü ekrana getirmeyi sağlar.

Include Library(Kütüphane Ekle): Üzerinde çalışılan programa kütüphane eklemek için kullanılan fonksiyondur.

Add File(Dosya Ekle): Çalışma yapılan programa dosya eklemeyi sağlar.

Tools (Araçlar) Menüsü

Programlamaya dair pek çok fonksiyonun bulunduğu bir menüdür.



Auto Format(Otomatik Biçimlendir): Yazılan kodun otomatik olarak biçimlemesini sağlar.

Archive Sketch(Taslağı Arşivle): Çalışmayı zip uzantısı olarak kaydetmeyi sağlar.

Fix Encoding & Reload (Karakter kodlamasını düzelt & Tekrar yükle): İşletim sistemi ve metin düzenlemesi arasında oluşacak muhtemel ayrılıkları düzeltmeyi sağlar.

Kütüphaneleri Düzenle: Kütüphanede yer alan çalışmaların düzenlenmesini sağlar.

Serial Monitor(Seri port ekranı): Bu fonksiyon seri monitör ekranını açmayı sağlar ve ekten ile Arduino kartı arasında iletişim kurulmasına yardımcı olur. Bu ekran aracılığı ile karta metin verisi gönderilebileceği gibi karttan metin verisi alınmasına da olanak sağlar.

Board(Kart): Programın yükleneceği kartı seçme işlemini bu fonksiyon aracılığıyla seçilebilir.

İşlemci: Kartın işlemcisi bu fonksiyon aracılığıyla seçilebilir.

Port: Arduino kartın hangi porttan takılı olduğunun seçilmesini sağlar. port seçimi unutulursa karta programın yüklenmesi başarısız olur.

Programmer(Programlayıcı): Kullanmak istenilen programcının seçilmesini sağlar.

Burn Bootloader(Önyükleyiciyi yazdır): Arduino kartı üzerindeki mikroişlemci ile Arduino'nun uyumluyu olmasını sağlayan Bootloader yazılımını silmeyi sağlar.

Araç Çubuğu



Program ara yüzünün en sık kullanılan fonksiyonları bu bölümde yer almaktadır. Soldan sağa doğru; derleme, yükleme, yeni dosya açma ve kaydetme özellikleri sırasıyla yer almaktadır. Çubuğun en sağında yer alan fonksiyon ise seri port ekranının açılmasını sağlar.

Bilgi Çubuğu ve Bölmesi



Derleme veya Arduino kartına program yükleme sırasında karşılaşılan problemleri ve notların görülmesini sağlayan ekrandır.



VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimler Enstitüsü

LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimler Enstitüsü

Tez Başlığı / Konusu

05/08/2019

BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM (FeTeMM)
EĞİTİMİNE YÖNELİK GÖRÜŞ VE TUTUMLARI

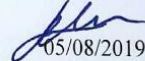
Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 81 sayfalık kısmına ilişkin, 05/08/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından ithenticate intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 10 (on) dır.

Uygulanan Filtreler Aşağıda Verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 7 words)

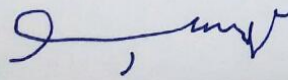
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi İnceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içemediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.


05/08/2019
Özge ÖZGÜNER
Adı, Soyadı, İmza

Adı Soyadı : Özge ÖZGÜNER
Öğrenci No : 15940001055
Anabilim Dalı : Bilgisayar Ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi
Programı : Bilgisayar Ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi
Statüsü : Y. Lisans ☒ Doktora ☐

DANIŞMAN
Doç.Dr. Hayati ÇAVUŞ
05/08/2019



ENSTİTÜ ONAYI
U.Y.GÜN D.U.F.
05/08/2019
Servet CAN
Enstitü Sekreteri

