

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
EĞİTİM TEKNOLOJİSİ PROGRAMI**

**GÖMÜLÜ SİSTEM UYGULAMALARININ AKILLI CİHAZ
GELİŞTİRME PERFORMANSINA, ÜSTBİLİŞSEL
FARKINDALIĞA VE AKADEMİK BAŞARIYA ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

ESRA PARLAK

**ANKARA
HAZİRAN, 2021**



**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
EĞİTİM TEKNOLOJİSİ PROGRAMI**

**GÖMÜLÜ SİSTEM UYGULAMALARININ AKILLI CİHAZ
GELİŞTİRME PERFORMANSINA, ÜSTBİLİŞSEL
FARKINDALIĞA VE AKADEMİK BAŞARIYA ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

ESRA PARLAK

DANIŞMAN: DOÇ. DR. AYFER ALPER

**ANKARA
HAZİRAN, 2021**

Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Esra PARLAK adlı öğrencinin hazırladığı “Gömülü Sistem Uygulamalarının Akıllı Cihaz Geliştirme Performansına, Üstbilişsel Farkındalığa ve Akademik Başarıya Etkisi” başlıklı bu çalışma Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı / Eğitim Teknolojisi Programı’nda jüri üyelerince oy birliği ile **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

	<u>Jüri Üyeleri</u>	<u>İmza</u>
Başkan	Prof. Dr. Selçuk ÖZDEMİR	
Üye	Doç. Dr. Ayfer ALPER (Danışman)	
Üye	Prof. Dr. Nurettin ŞİMŞEK	
Üye	Prof.Dr. Yasemin GÜLBAHAR	
Üye	Doç.Dr. Turgay ALAKURT	

ONAY

Bu tez Ankara Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca jüri üyeleri tarafından 29/06/2021 tarihinde, Enstitü Yönetim Kurulunca .../.../2021 tarihinde kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Yasemin KARAMAN KEPENEKÇİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgileri akademik yazım kurallarına uygun biçimde raporlaştırdığımı ve bunları etik ilkelere (atıfta bulunulan tüm yapıtlara kaynaklarda yer verilmesi, tezde kullanılan bilgi ve belgelere resmi yollarla ulaşılması ve bunların aslı bozulmadan kullanılması vb.) uygun olarak elde ettiğimi ve sunduğumu bildiririm.

Esra PARLAK

ÖZET

GÖMÜLÜ SİSTEM UYGULAMALARININ AKILLI CİHAZ GELİŞTİRME PERFORMANSINA, ÜST BİLİŞSEL FARKINDALIĞA VE AKADEMİK BAŞARIYA ETKİSİ

PARLAK, Esra

Doktora Tezi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ayfer ALPER

Haziran, 2021, xvii + 214 Sayfa

Bu araştırmada, öğrencilerin bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem uygulamalarında edindikleri deneyimlerin, akıllı cihaz geliştirme performansları, akademik başarıları ile üstbilişsel farkındalık düzeyleri üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

Araştırma nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin birlikte ele alındığı karma araştırma yöntemlerinden iç içe karma desen kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada üstbilişsel farkındalık ve akademik başarı bağımlı değişkenleri için nicel etkileri tespit etmek üzere eşitlenmemiş kontrol gruplu ön test son test yarı deneysel desen; akıllı cihaz geliştirme süreci performansı bağımlı değişkeni için ise son test denkleştirilmemiş gruplu desen (statik grup karşılaştırmalı desen) kullanılmıştır. Araştırmanın nitel kısmında ise odak grup görüşme yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 2018-2019 Eğitim Öğretim Yılı İkinci Dönemi'nde Ankara ili Keçiören ilçesinde bulunan bir ortaokuldaki 6. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmada, Arduino Lilypad seti kullanarak bağlamsallaştırma yöntemiyle giyilebilir akıllı cihaz geliştiren grup deney grubu, Arduino Uno seti ile akıllı cihaz geliştiren grup ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Çalışmanın nicel boyutuna 36 deney ve 36 kontrol grubu öğrencisi katılırken, çalışmanın nitel boyutuna deney grubundan 10, kontrol grubundan 10 ve deney grubunda Arduino Lilypad donanımlarını giysilere diken öğrencilerden 6 öğrenci katılmıştır. Uygulama sürecinde deney grubuna yazılım olarak Modkit görsel programlama dili, donanım olarak Arduino Lilypad seti ile giyilebilir akıllı cihazlar geliştirme; kontrol grubuna ise yazılım olarak

Modkit görsel programlama dili, donanım olarak Arduino Uno seti kullanarak akıllı cihazlar geliştirme konularında eğitimler verilmiştir. Uygulama sonunda deney ve kontrol grubu öğrencileri ile görüşmeler yapılarak öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci ile ilgili görüşleri alınmıştır. Araştırmada nicel veriler, akıllı cihaz geliştirme süreci performans rubriği, akıllı cihaz geliştirme başarı testi ve üstbilişsel farkındalık ölçeği ile nitel veriler ise görüşme formları ile toplanmıştır. Nicel veriler, ilişkisiz örneklemeler için iki faktörlü ANOVA ve karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA ile analiz edilirken, nitel verilerin analizinde betimsel analiz kullanılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda deney grubunda bağlamsallaştırma yöntemiyle giyilebilir akıllı cihazlar geliştiren öğrencilerin akademik başarısında ve akıllı cihaz geliştirme performanslarında anlamlı bir farklılaşma olduğu, diğer bir ifadeyle deneysel işlemin öğrenci başarısını ve performanslarını anlamlı bir şekilde artırdığı ortaya konulmuştur. Öte yandan giyilebilir teknolojilerin öğrencilerin üstbilişsel farkındalığına etkisi olmadığı belirlenmiştir. Cinsiyete göre ise öğrencilerin akademik başarısının ve akıllı cihaz geliştirme performanslarının anlamlı olarak arttığı ve bu artışın kız öğrenciler lehine olduğu, üstbilişsel farkındalığa cinsiyetin etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Gömülü sistem uygulamalarının öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme performansları, akademik başarıları ile üstbilişsel farkındalık düzeylerini anlamlı olarak artırdığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Çalışmanın nitel boyutunda öğrenciler gömülü sistem uygulama sürecinde keyif aldıklarını, yeni bilgiler öğrendiklerini, edindikleri deneyimleri diğer disiplinlerle bağdaştırdıklarını, kendilerine ve topluma fayda sağlayabileceklerini, yeni projeler yapmak istediklerini, işbirliği içinde çalışmanın avantaj ve dezavantajları olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca bağlamsallaştırma ile gerçek dünya bağlamında giyilebilir akıllı cihazlar üreten öğrenciler yine gerçek dünya problemlerine çözüm bulmak üzere yeni projeler yapma eğiliminde olduklarını, dikiş bölümüne yönelik olarak dikerken kısa devre yapmaması, ürünün estetik ve işlevsel olması için çaba gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Gömülü sistemler, akıllı cihaz geliştirme, giyilebilir teknoloji, programlama, STEM.

ABSTRACT

THE EFFECT OF EMBEDDED SYSTEM APPLICATIONS ON INTELLIGENT DEVICE DEVELOPMENT PERFORMANCE, METACOGNITIVE AWARENESS AND ACADEMIC ACHIEVEMENT

PARLAK, Esra

Doctoral Dissertation, Department of Computer Education and Instructional
Technology

Supervisor: Associate Professor Ayfer ALPER

June, 2021, xvii + 214 Pages

In this study, it was aimed to reveal the effect of student experiences in embedded system applications in information technologies and software courses on their smart device development performance, metacognitive awareness and academic achievement levels.

The research was carried out using nested mixed design, which is one of the mixed research methods in which quantitative and qualitative research methods are handled together. In the study, unequaled control group pretest-posttest quasi-experimental design was used to determine quantitative effects for metacognitive awareness and academic achievement dependent variables; for the smart device development process performance dependent variable, static group comparative design was used. In the qualitative part of the study, focus group interview method was used. The working group of the research consists of 6th grade students in a secondary school in Keçiören district of Ankara province in the second term of the 2018-2019 Academic Year. In the study, the experimental group was the group that developed a wearable smart device with the contextualization method using the Arduino Lilypad set, and the control group was the group that developed smart devices with the Arduino Uno set. While 36 experimental and 36 control group students participated in the quantitative dimension of the study; 10 students from the experimental group, 10 students from the control group and 6 students from the students who sewed in the experimental group participated in the qualitative dimension of the study. During the application process, developing

wearable smart devices with the Modkit visual programming language and Arduino Lilypad set was provided as hardware for the experimental group; the control group received training on the Modkit visual programming language as software and training on developing smart devices using the Arduino Uno set as hardware. At the end of the application, interviews were made with the experimental and control group students and their opinions about the smart device development process were obtained. In the study, quantitative data were collected using smart device development process performance rubric, smart device development achievement test and metacognitive awareness scale, and the qualitative data were collected by interview forms. Quantitative data were analyzed with two-factor ANOVA for unrelated samples and two factor ANOVA for mixed measures while descriptive analysis was used in analyzing qualitative data.

As a result of the analysis, it was revealed that there was a significant difference in the academic achievement and smart device development performances of the students who developed wearable smart devices with the contextualization method, in other words, the experimental process significantly increased the student success and performance. On the other hand, it has been determined that wearable technologies have no effect on students' metacognitive awareness. It was determined that students' academic success and smart device development performance increased significantly according to gender, and this increase was in favor of female students, and; that gender had no effect on metacognitive awareness. It has been concluded that embedded system applications significantly increase smart device development performance, metacognitive awareness and academic achievement levels. In the qualitative aspect of the study, the students stated that they enjoyed the embedded system implementation process, learned new information, reconciled their experiences with other disciplines, they could benefit themselves and the society, they wanted to make new projects, and that working in collaboration had advantages and disadvantages. Besides, students who produced wearable smart devices in the context of the real stated that they tend to make new projects to find solutions to real-world problems and that they strive to prevent short circuit while sewing for the sewing department and to make the product aesthetic and functional.

Keywords: Embedded systems, smart device development, wearable technology, programming, STEM.

ÖNSÖZ

Bu araştırma, öğrencilerin bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem uygulamalarında edindikleri deneyimlerin akıllı cihaz geliştirme performansları, akademik başarıları ile üstbilişsel farkındalık düzeyleri üzerindeki etkisini ortaya çıkarmak amacıyla Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı, Eğitim Teknolojisi Programı'nda doktora tez çalışması olarak gerçekleştirilmiştir.

Beş bölümden oluşan araştırmanın birinci bölümünde araştırmanın problemi, amacı, önemi, sınırlılıkları ve temel kavramların tanımları yer almaktadır. Araştırmanın ikinci bölümünde, araştırmanın kuramsal çerçevesi ve ilgili araştırmalar, üçüncü bölümünde ise, araştırma modeli, çalışma grubu, öğretim materyali, verilerin toplanması, uygulama süreci, verilerin analizinde kullanılan yöntemlere ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Araştırmanın dördüncü bölümünde, bulgular ve yorumlar, beşinci bölümünde ise sonuç ve öneriler yer almaktadır.

Eğitim hayatımın en önemli kilometre taşlarından birisi olan bu çalışmanın ortaya çıkmasında değerli görüş ve önerilerini hiçbir zaman esirgemeyen, çalışmamın her aşamasında hoşgörüsü ve sabrıyla bana yol gösteren, bilim insanı duruşuyla örnek aldığım, öğrencisi olmaktan onur ve gurur duyduğum, hem akademik hem de kişisel yaşantıma önemli katkılar sağlayan, doktora eğitimim süresince bir anne gibi sevgi dolu, samimi ve içten davranan çok değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Ayfer ALPER'e sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Araştırma sürecinde yapıcı eleştirileri ve yönlendirmeleriyle çalışmanın yapılandırılması ve son halini almasında değerli zamanlarını ayırıp görüş ve önerileriyle bu sürece katkı sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Nurettin ŞİMŞEK'e ve doktora tez araştırma sürecinde de birlikte çalışma fırsatı bulabildiğim yüksek lisans tez danışmanım Prof. Dr. Selçuk ÖZDEMİR'e, tez raporumu titizlikle inceleyip değerli önerileri ile katkıda bulunan Prof. Dr. Yasemin GÜLBAHAR'a ve Doç. Dr. Turgay ALAKURT'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamda kullandığım veri toplama araçlarını geliştirirken değerli görüşlerini paylaşarak katkı ve desteğini eksik etmeyen değerli hocalarım Doç. Dr. H. Tuğba ÖZTÜRK'e, Doç. Dr. Turgay ALAKURT'a, tezin en başından itibaren fikirlerini

içtenlikle paylaşan değerli hocam Dr. Öğretim Üyesi Tuğra KARADEMİR COŞKUN'a, ölçme ve değerlendirmeye dair değerli görüşlerini paylaşan Doç. Dr. Seher YALÇIN'a ve Dr. H. Çiğdem YAVUZ'a, doktora eğitimim boyunca eğitimime katkıda bulunan değerli hocalarıma ve sevgili arkadaşlarıma çok teşekkür ederim. Ayrıca araştırmamın uygulama sürecine katkı sağlayan bilişim teknolojileri öğretmen adayları Gamze BÜYÜKERGİNE'ye, Aslınur CESUR'a ve Özgü Senem KABA'ya, çok değerli yöneticilerime, öğretmen arkadaşlarıma ve sevgili öğrencilerime katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Hayatımın her anında olduğu gibi eğitim hayatım süresince de bana inanan, güvenen, sevgi ve desteklerini hissettiren, heyecanıma, sevincime, zor zamanlarıma ortak olan, motivasyon kaynağım canım annem Türkan ALTUNBİLEK'e, babam Ahmet ALTUNBİLEK'e, ablam Esin YILMAZ'a, kardeşim M. Ali ALTUNBİLEK'e, doktora eğitimimin başından beri gösterdiği anlayış için eşim Fatih PARLAK'a ve tez yazma süreci boyunca benimle olduğunu hissettiren, güç kaynağım, yaşama sevincim, bebeğim Çınar PARLAK'a sonsuz teşekkür ediyorum.

Son olarak Arduino Uno geliştirme setleri ile tezimin uygulama sürecine destek sağlayan Bilişim Garajı'na çok teşekkür ederim.

Esra PARLAK

Temmuz, 2021

Canım aileme...



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BİLDİRİMİ.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
GÖRSELLER DİZİNİ.....	xvi
KISALTMALAR	xvii
BÖLÜM 1.....	1
GİRİŞ.....	1
Problem.....	1
Amaç.....	14
Önem.....	15
Sınırlılıklar.....	15
Tanımlar.....	16
BÖLÜM 2.....	17
KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	17
Endüstri 4.0.....	17
Gömülü Sistemler.....	21
Akıllı Cihazlar	23
Giyilebilir Teknoloji.....	26
Disiplinler Arası Öğrenme Süreci.....	29
İlgili Araştırmalar.....	38
Eğitimde Giyilebilir Teknolojilerin Kullanımı ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	39
Eğitimde Robotik Uygulamalarla İlgili Yapılan Çalışmalar.....	44
BÖLÜM 3.....	49
YÖNTEM	49
Araştırma Modeli.....	49
Çalışma Grubu.....	53
Araştırmanın Nicel Boyutu İçin Oluşturulan Çalışma Grupları.....	54
Araştırmanın Nitel Boyutu İçin Oluşturulan Çalışma Grupları	55
Öğretim Materyali.....	55
Verilerin Toplanması	59
Veri Toplama Araçları	60
Nicel Verilerin Toplanması.....	61
Çocuklar İçin Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği	62
Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği.....	63
Akademik Başarı Testi	69
Nitel Verilerin Toplanması	70
Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecine ve Giyilebilir Akıllı Cihaz Geliştirmenin Dikiş Bölümüne İlişkin Görüşme Sorularının Geliştirilmesi ve Uygulanması.....	71
Uygulama Süreci.....	72
Verilerin Analizi... ..	85
Nicel Verilerin Analizi	85
Nitel Verilerin Analizi.....	88

BÖLÜM 4.....	91
BULGULAR VE YORUMLAR	91
Gömülü Sistem Uygulamalarının Akıllı Cihaz Geliştirme Performansına Etkisi	91
Gömülü Sistem Uygulamalarının Üstbilişsel Farkındalığa Etkisi	96
Gömülü Sistem Uygulamalarının Akademik Başarıya Etkisi	101
Nitel Analiz Verilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar	111
BÖLÜM 5.....	143
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	143
Sonuçlar	143
Gömülü Sistem Uygulamalarının Öğrencilerin Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performanslarına Etkisi	143
Gömülü Sistem Uygulamalarının Öğrencilerin Üstbilişsel Farkındalıklarına Etkisi.....	143
Gömülü Sistem Uygulamalarının Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi.....	145
Gömülü Sistem Uygulamalarına Yönelik Öğrenci Görüşleri	146
Öneriler	153
Araştırmaya İlişkin Öneriler.....	153
Uygulayıcılara İlişkin Öneriler.....	155
KAYNAKLAR.....	157
EK 1. Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği.....	184
EK 2. Akıllı Cihaz Geliştirme Akademik Başarı Testi.....	187
EK 3. Çocuklar İçin Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği- B Formu.....	195
EK 4. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecine İlişkin Görüşme Soruları.....	196
EK 5. Giyilebilir Teknoloji Geliştirmenin Dikiş Bölümüne İlişkin Görüşme Formu.....	197
EK 6. Araştırma İzni	198
EK 7. Akıllı Cihaz Geliştirmeye İlişkin Kazanımlar ve Eşleştirilen Sorular	200
EK 8. Bloom'un Taksonomisi - Bilişsel Alan'a Göre Soruların Dağılımını Gösteren Belirtke Tablosu... ..	201
EK 9. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecine İlişkin Görüşme Kodlama Anahtarı Örneği.....	202
EK 10. Çocuklar İçin Üst Bilişsel Farkındalık Ölçeği (ÜBFÖ-Ç) B Formu Kullanım İzni.....	204
EK 11. Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği Ölçütleri.....	205
EK 12. Uygulama Sürecinde Kullanılan Günlük Plan Örneği	207
EK 13. Giyilebilir Teknolojiler Geliştiren Deney Grubu Öğrencilerine Verilen Problem Durumları	208
EK 14. Ankara Üniversitesi Etik Kurul Onayı	209
BENZERLİK BİLDİRİMİ	211
ÖZGEÇMİŞ.....	213

TABLolar DİZİNİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1 Endüstri 4.0'ın SWOT Analizi.....	20
Tablo 2 Üstbilişsel Farkındalık İçin Eşitlenmemiş Kontrol Gruplu Ön Test Son Test Desenin Simgesel Görünümü.....	51
Tablo 3 Akademik Başarı İçin Eşitlenmemiş Kontrol Gruplu Ön Test Son Test Desenin Simgesel Görünümü.....	51
Tablo 4 Akıllı Cihaz Geliştirme Performansı İçin Sontest Denkleştirilmemiş Gruplu Desenin Simgesel Görünümü.....	52
Tablo 5 Asıl Çalışma Grubu Öğrencilerinin Cinsiyete ve Gruplara Göre Dağılımları..	55
Tablo 6 Nicel Verilerin Toplanması Sürecinde Uygulanan İşlemler	62
Tablo 7 Çocuklar İçin Üstbilişsel Farkındalık Ölçeğinin Puanlama Dağılımı.....	63
Tablo 8 Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecinde Performansı Belirlemede Kullanılan Ölçütler.....	65
Tablo 9 Dereceli Puanlama Anahtarı Ölçütlerine Göre Puanlayıcılar Arası Uyuma İlişkin Ağırlıklı Kappa Katsayısı Sonuçları	67
Tablo 10 Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği Puanlama Dağılımı	67
Tablo 11 Nitel Verilerin Toplanma Sürecine İlişkin İşlemler.....	71
Tablo 12 Uygulama Süresince Haftalık Yapılan İş ve İşlemlerin Dağılımları.....	72
Tablo 13 Arduino Uno ve Lilypad mikrodenetleyici kartlarının ortak özellikleri	74
Tablo 14 Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Testlerin Çarpıklık –Basıklık Değerleri ve Shapiro-Wilk Testleri Sonuçları.....	86
Tablo 15 Öğretim Yöntemi ve Cinsiyete Göre Öğrencilerin Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği Puanlarının Betimsel İstatistikleri	92
Tablo 16 Öğretim Yöntemi ve Cinsiyete Göre Öğrencilerin Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Puanlarının ANOVA Sonuçları	94
Tablo 17 Yönteme Göre Üstbilişsel Farkındalık Ortalama ve Standart Sapma Değerleri.....	96
Tablo 18 Yönteme Göre Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Öntest-Sontest Puanlarının ANOVA Sonuçları.....	97
Tablo 19 Cinsiyete Göre Üstbilişsel Farkındalık Ortalama ve Standart Sapma Değerleri.....	99
Tablo 20 Cinsiyete Göre Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Ön test-Son test Puanlarının ANOVA Sonuçları.....	99
Tablo 21 Yönteme Göre Akademik Başarı Testi Ortalama ve Standart Sapma Değerleri.....	102
Tablo 22 Yönteme Göre Akademik Başarı Testi Ön test-Son test Puanlarının ANOVA Sonuçları.....	102
Tablo 23 Cinsiyete Göre Akademik Başarı Testi Ortalama ve Standart Sapma Değerleri.....	109
Tablo 24 Cinsiyete Göre Akademik Başarıya İlişkin Ön test-Son test Puanları ANOVA Sonuçları.....	109

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1. Endüstri Devrimlerinin Tarihsel Süreci	17
Şekil 2. İnsanlığın Doğuşundan Günümüze Toplulukların Değişim Süreçleri	18
Şekil 3. Arduino Lilypad ve Arduino Uno Mikrodenetleyicileri	25
Şekil 4. İç İçe Karma Desen	50
Şekil 5. Nitel Çalışmanın Tümevarımsal Mantığı	52
Şekil 6. Modkit Programı Donanım (Hardware) Ekranı Görüntüsü	56
Şekil 7. Modkit Programı Bloklar (Blocks) Ekranı Görüntüsü	56
Şekil 8. Modkit Programı Kod Kaynakları (Code Source) Ekranı Görüntüsü	57
Şekil 9. Lilypad seti giriş-işlem-çıkış donanım örnekleri	58
Şekil 10. Arduino Seti Giriş-İşlem-Çıkış Donanım Örnekleri	59
Şekil 11. Veri Toplama Test Materyalleri	61
Şekil 12. Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği Geliştirme Kavram Haritası	65
Şekil 13. Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci	68
Şekil 14. Modkit Programında Yapılan Uygulamanın Kod Bloklarının Ekran Görüntüsü	77
Şekil 15. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecinde En Fazla Keyif Veren Temasına Ait Kod Haritası	112
Şekil 16. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecinde En Çok Zorlayan Temasına Ait Kod Haritası	113
Şekil 17. Geliştirilen Akıllı Cihazların Fayda Sağladığı Alanlar Temasına Ait Kod Haritası	114
Şekil 18. Akıllı Cihaz Geliştirmenin Size Sağladığı Katkılar Temasına Ait Kod Haritası	115
Şekil 19. Akıllı Cihaz Geliştirme ile İlgili Planlar Temasına Ait Kod Haritası	117
Şekil 20. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecinde Kazanılan Deneyimler Temasına Ait Kod Haritası	118
Şekil 21. Projenin Katkı Sağlayacağı Diğer Dersler Temasına Ait Kod Haritası	120
Şekil 22. Yapılabilecek Benzer Projeler Temasına Ait Kod Haritası	121
Şekil 23. İşbirliği İçinde Çalışmanın Avantaj ve Dezavantajları Temasına Ait Kod Haritası	123
Şekil 24. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecinde En Fazla Keyif Veren Temasına Ait Kod Haritası	125
Şekil 25. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecinde En Çok Zorlayan Temasına Ait Kod Haritası	126
Şekil 26. Geliştirilen Akıllı Cihazların Fayda Sağladığı Alanlar Temasına Ait Kod Haritası	127
Şekil 27. Akıllı Cihaz Geliştirmenin Size Sağladığı Katkılar Temasına Ait Kod Haritası	128
Şekil 28. Akıllı Cihaz Geliştirme ile İlgili Yapılacak Planlar Temasına Ait Kod Haritası	129
Şekil 29. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecinde Kazanılan Deneyimler Temasına Ait Kod Haritası	130
Şekil 30. Projenin Katkı Sağlayacağı Diğer Dersler Temasına Ait Kod Haritası	131

Şekil 31. Yapılabilecek Benzer Projeler Temasına Ait Kod Haritası.....	132
Şekil 32. İşbirliği İçinde Çalışmanın Avantaj ve Dezavantajları Temasına Ait Kod Haritası	133
Şekil 33. Hayalindeki Tasarıma Uygun Bir Ürün Ortaya Çıkarma Temasına Ait Kod Haritası	135
Şekil 34. Giyilebilir Teknolojinin Nereye Dikilebileceği Temasına Ait Kod Haritası	136
Şekil 35. Estetik Bir Giyilebilir Teknoloji Üretme Temasına Ait Kod Haritası	137
Şekil 36. Giyilebilir Teknolojinin Dikiş Bölümüne Yönelik Avantaj Temasına Ait Kod Haritası	138
Şekil 37. Giyilebilir Teknoloji Dikmedeki Zorluklar Temasına Ait Kod Haritası.....	139
Şekil 38. Giyilebilir Teknoloji Üretim Süreci Bileşenleri Temasına Ait Kod Haritası	140
Şekil 39. Giyilebilir Teknolojiyi Dikerken Dikkat Edilmesi Gereken Nokta Temasına Ait Kod Haritası	141



GÖRSELLER DİZİNİ

Görsel	Sayfa
Görsel 1. Öğrenciler Lilypad ve Nabız Sensörlü Giyilebilir Akıllı Cihazı İzlerken	75
Görsel 2. Arduino Uno Seti ile Akıllı Cihaz Geliştirme Konu Anlatımı	75
Görsel 3. Lilypad İle Giyilebilir Akıllı Cihaz Prototipleme	78
Görsel 4. Modkit Programı ile Giyilebilir Akıllı Cihazı Programlama	79
Görsel 5. Lilypad Donanımlarının İletken İplikle Şapkaya Dikimi	79
Görsel 6. Lilypad Donanımlarının İletken İplikle Hırkaya Dikimi	80
Görsel 7. Arduino Uno Seti ile Akıllı Cihaz Devre Kurulumu	80
Görsel 8. Modkit Programı İle Akıllı Cihazı Programlama	81
Görsel 9. Sıcaklığa Duyarlı Akıllı Zıbın Dikimi	82
Görsel 10. Akıllı Zıbını Görsel Olarak İyileştirme	82
Görsel 11. Arduino Uno Seti ile Sıcaklığa Duyarlı Akıllı Cihaz Geliştirme	83
Görsel 12. Akıllı Çantayı Test Etme	84
Görsel 13. Arduino Uno Seti ile Geliştirilen Akıllı Cihazı Test Etme	84
Görsel 14. Giyilebilir Akıllı Cihaz Geliştirme Bağlamında Öğrencilerin Geliştirdiği Akıllı Çanta	94
Görsel 15. Giyilebilir Akıllı Cihaz Geliştirme Bağlamında Öğrencilerin Geliştirdiği Akıllı Şapka Ve Bebek Zıbınları	106

KISALTMALAR

BÖTE	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi
EBA	Eğitim Bilişim Ağı
FATİH	Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi
IEA	(International Association for the Evaluation of Educational Achievement): Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu
ICILS	(International Computer and Information Literacy Study): Uluslararası Bilgisayar ve Bilgi Teknolojileri Okuryazarlığı Çalışması
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
OECD	(Organization of Economic Cooperation and Development): Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı
PISA	(The Programme for International Student Assessment): Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı
PTÖ	Proje Tabanlı Öğrenme
STEM	(Science, Technology, Engineering, Mathematics): Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik
STEAM	(Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics): Fen, Teknoloji, Mühendislik, Sanat, Matematik
TIMSS	(Trends in International Mathematics and Science Study): Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bu bölümde araştırma kapsamında ele alınan problem, amaç, önem, sınırlılıklar, tanımlar ile araştırmada kullanılan terimlerin kısa tanımı yer almaktadır.

Problem

İçinde bulunduğumuz bilgi çağında bilim ve teknolojideki gelişmelerle birlikte eğitim birey ve toplumların geleceği bakımından hayati bir önem taşımaktadır. Alkan (2011) bilim ve teknolojideki değişimlerin toplumların yaşamlarını aktif olarak etkilediğini, böyle bir dönüşümün bireylerin eğitim hayatlarına da kaynaştırılmasının bir gereksinim olduğunu belirtmektedir. Sanayileşmenin başlangıcından bu yana teknolojik sıçrayışlar, günümüzde "endüstriyel devrimler" olarak adlandırılan paradigmalara yol açmaktadır. 1. sanayi devriminde makineler, 2. sanayi devriminde elektrik enerjisi ve 3. sanayi devriminde ise dijital sistemler kullanılarak üretimde verimliliğin artırılması amaçlanmıştır (Lasi, Fettke, Kemper, Feld ve Hoffmann, 2014; Can ve Kıymaz, 2016). Günümüzde Endüstri 4.0 olarak tanımlanan 4. sanayi devrimi ise Kagermann tarafından 2011 tarihinde yayımlanan makale ile kuramsal bir başlangıç noktası olmuştur. Endüstri 4.0 esas olarak, endüstri ve bilişim teknolojilerini kaynaştırmayı hedeflemektedir (Yetmen, 2017). Endüstri 4.0 nesnelerin interneti, yapay zeka, robotik, 3 boyutlu yazıcılar, nanoteknoloji, biyoteknoloji, büyük veri, bulut bilişim gibi yeniliklerin çoğunu kapsadığı ve bu yeniliklerin endüstri 4.0'ın başlangıcını oluşturduğu, bu kavramların eğitime erişimde olumlu etkilere sahip olduğu (Schwab, 2017), mevcut eğitim üzerinde etkili olmaya ve eğitimin geleceğini şekillendirmeye başladığı belirtilmektedir (Lea, 2020). Banger (2017) Endüstri 4.0 vizyonunun temelini nesne kavramına dayandırmakta ve bu bağlamda nesneyi, içinde bilişim donanımının ve yazılımının bulunduğu gömülü bir sistem, aygıt, aksesuar veya fiziksel herhangi bir şey olarak tanımlamaktadır. Nesneler, içinde gömülü olarak bulunan yazılım ve donanımın bazı kararlar vermesi ve bu kararları uygulayabilmesi sayesinde akıllı olarak nitelenmektedir. Akıllı nesneler sensörler ile ölçüm yaparak çevresel durumları tespit ederler. Gömülü sistemler ise mikroişlemci ya da mikrodenetleyici tabanlı donanım ve

yazılımdan oluşmaktadır (Kamal, 2011) ve önceden belirlenen işlemleri gerçekleştirmek üzere tasarlanan bir aygıtın çalışmasını izleyen, denetleyen veya çalışmasını sağlayan bir sistemdir (Çamurcu, Can, Nizam, Özhan ve Kocatepe, 2014). Gömülü sistemler ihtiyaca yönelik olarak elektronik kartlar ve yazılımlar ile programlanarak akıllı fabrikalar, nesnelerin interneti, akıllı cihazlar gibi alanlarda kullanılmaktadır (Çabuk, Dağdeviren, Yiğit ve Süvari, 2018). Gömülü sistemler bugünün bilgisayar teknolojisinin bileşenlerinden biridir. Arabalarımızı çalıştırmaktan evlerimizi temizlemeye, akıllı telefonlarımızı kullanmaktan yemeklerimizi pişirmeye, sorularımıza ve komutlarımıza yanıt vermekten karmaşık problemleri çözmeye kadar bizlere yardım eden, hayatlarımızı daha kolay ve daha güvenli yapan özel bilgisayarlardır (Peckol, 2019). Sanayi ve eğitim uygulamalarında düşük maliyetli, güvenilir ve ölçeklenebilir olması sebebiyle gömülü sistem uygulamalarına büyük bir talep bulunmaktadır (Liang ve Gu, 2010). Eğitim alanında gömülü sistemlerin daha çok robot programlama ve giyilebilir teknoloji üretme olarak uygulandığı görülmektedir. 2000 yılından sonra robotik alanındaki gelişmelerle birlikte bir aksesuara, giysi veya kumaşa bilgi ve iletişim teknolojilerinin birleştirilmesi giyilebilir teknolojilerin yaygınlaşmasını sağlamıştır (Liu, 2019c). Robotiğin bir alt alanı olarak düşünülebilecek programlanabilir giyilebilir teknolojiler sensörler ile algılama teknolojisi sayesinde, insan ve bilgisayar arasında bir arayüz oluşturmaktadır. Giyilebilir teknolojiler gözlük, saat, elektronik ve hesaplama aygıtları içeren elbiseler gibi giyilebilen ya da vücut üzerinde taşınabilen elektronik aksesuarlar veya elektronik tekstiller olarak ifade edilmektedir (Johnson, Adams Becker, Cummins, Estrada, Freeman ve Ludgate, 2013; Liu, 2019c). Kullanıcıların sensörleri giyebilmesine olanak veren cihazlar sürekli olarak gelişmektedir. Algılama ve tepki verme yeteneğine sahip akıllı cihazlar artık doğrudan cilde bile takılabilmektedir (Zhang ve diğerleri, 2016). Dünya genelinde giyilebilir cihaz sayısı 2016 yılında 325 milyon iken, 2019 yılında 722 milyona çıkmış ve bu sayının 2022 yılına kadar ise bir milyarı aşacağı tahmin edilmektedir (Liu, 2019a). Kullanılan giyilebilir cihaz sayısında Kuzey Amerika, Asya Pasifik ülkelerinin dünya genelinde kullanılan giyilebilir cihazların yüzde 70'ini oluşturduğu (Liu, 2019b) ve giyilebilir cihaz pazarındaki en yaygın giyilebilir cihazın akıllı saatler olduğu görülmektedir (Tankovska, 2020). Bu durum giyilebilir teknolojilerin yakın gelecekte dünya çapında bir potansiyele sahip olabileceğini göstermektedir. Giyilebilir teknolojilere karşı artan ilginin bu teknolojilerin yerinde bağlamsal bilgi sağlaması (Koutromanos ve Kazakou, 2020), taşınabilir olması (Bower ve Sturman, 2015), gömülü yazılım içermesi (Zhang,

Wu, Fournier-Viger, Van ve Tseng, 2017), farklı sensör tipleri ile çalışabilmesi (Buechley ve Hill, 2010; Mardonova ve Choi, 2018), akıllı telefonlar gibi cihazlara bağlanabilme (Kuzu Demir ve Demir, 2016; Raad ve diğerleri, 2019) gibi özellikleri nedeniyle olduğu ifade edilmektedir. Giyilebilir teknolojilerle ilgili en büyük eğilimler sağlık (Bonacaro ve Sookhoo, 2018; Bozkurt, 2017; Bozkurt, 2018; Çıklaçandır ve İşler, 2017; Divya, Sravani, Pravallika, Shareef ve Bharath, R., 2020; Liu, 2019c; Öcal, Doğru ve Barışçı, 2019; Sayılğan ve İşler, 2017; Wintraub ve diğerleri, 2019), spor (Aroganam, Manivannan ve Harrison, 2019; James ve Petrone, 2016; James, 2017; Liu, 2019c; Schmidt, Benchea, Eichin ve Meurisch, 2015), mühendislik (Buechley ve Eisenberg, 2008; Güler, 2007; Jamieson ve Herdtner, 2015; Park ve Jayaraman, 2003; Rodes Carbonell, Garcia-Breijo, Sánchez, Belda ve Segui, 2020) ve güzel sanatlar (Değerli, 2019; Han, Wohn ve Ahn, 2020; Horvath, Hoge ve Cameron, 2016; Öymen, 2017; Yetmen, 2017) alanlarında görülmektedir. Eğitim ortamlarında da giyilebilir teknolojiler ile ilgili çalışmalara rastlanmakla birlikte (Hébert ve Jenson, 2020; Kaiser, 2016; Koutromanos ve Kazakou, 2020; Liu, 2014; McNally ve Froehlich, 2015; Ngai, Chan, Cheung ve Lau, 2009; Ngai, Chan, Cheung ve Lau, 2010; Norooz, Mauriello, Jorgensen, McNally ve Froehlich, 2015; Nugent, Barker, Grandgenett, Melander ve Nelson, 2015) akıllı giyilebilir cihazlar sağlık ve spor gibi alanlara kıyasla daha az yaygındır (Koutromanos ve Kazakou, 2020). Kuzu Demir ve Demir (2016) alanyazında giyilebilir teknolojilerin öğretim ve öğrenim süreçlerine kaynaştırılması üzerine yapılan bilimsel araştırmaların ve uygulamalı çalışmaların sınırlı olduğunu ifade etmektedir. Giyilebilir teknolojilerin eğitsel kullanımının 2013-2014 yıllarından itibaren ivme kazandığı ve yapılan çalışmaların daha çok sınıf içi uygulamalar, eğitsel platform/program tasarımı, sağlık eğitimi ve uygulamaları bağlamlarında yapıldığı belirtilmektedir (Sezgin, 2016). Bozkurt (2018) giyilebilir teknolojilerin eğitim bağlamında nesnelerin interneti, artırılmış ve sanal gerçeklik ile ilgili araştırmalarda kullanılabileceğini, makine ile insan etkileşimi ve nicel insan terimlerinin ise bu alanda yapılacak araştırmalarda öne çıkan kavramlar olduğunu vurgulamaktadır.

Günümüzde yaratıcılık, eleştirel düşünme, işbirlikli çalışma, problem çözme, girişimcilik, iletişim, merak, esneklik, liderlik, uyum sağlama, sosyal sorumluluk, kültürel hassasiyet, kendini geliştirme, yenilikçilik, medya, bilgi ve teknoloji okuryazarlığı gibi beceriler 21.yüzyıl becerileri olarak kabul edilmektedir (Dede, 2010; Ravitz, Hixson, English ve Mergendoller, 2012; Salpeter, 2003; Trilling ve Fadel, 2009). Araştırmalar kodlama eğitiminin bu becerileri geliştirdiğini ve bu becerilerin

kazanılmasını kolaylaştırdığını göstermektedir (Nam, Kim ve Lee, 2010; Pinto ve Escudeiro, 2014). Bu bağlamda birçok ülke, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek için kodlama eğitimini öğretim programına dâhil etmektedir. Türkiye’de de 2012 yılında ortaokul bilişim teknolojileri ve yazılım dersi kapsamında öğretim programına kodlama eğitimi eklenmiştir (MEB, 2012). Sayın ve Seferoğlu (2016) kodlamanın yeni ve gelişmiş bir yazım şekli, düşünmenin ve üretimin yeni bir usulü olarak görüldüğünü ifade etmektedir. Türkiye’de okullarda bilişim teknolojileri ve yazılım dersi kapsamında kodlama eğitimi verilmekte, öğrencilerin algoritmik düşünme, yaratıcılık, işbirlikli öğrenme, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek üzere Bilge Kunduz Etkinliği (<https://bilgekunduz.org/>), ulusal (<https://www.kulturokullari.com/bkrobotics>) ve uluslararası robot yarışmaları (<http://robot.meb.gov.tr/>) gibi etkinlikler düzenlenmektedir

Eğitim hayatımız boyunca öğrendiğimiz bilgileri çoğu zaman neden öğrenmek zorunda olduğumuzun ve gerçek hayatta ne zaman, nerede ve nasıl kullanacağımızın farkına varamayız. Hâlbuki gerçek hayat bağlamlarına uygun olarak ya da gerçek dünya problemlerini çözmek üzere teorik bilgiler ile uygulamalar birleştirildiğinde bilgiler daha anlaşılır ve akılda kalıcı olabilmektedir. Çoğu eğitim sistemlerinde, öğrencilere teorik bilgiler gerçek yaşamla olan ilişkisi açıklanmadan kazandırılmaya çalışılmakta, böylece bilgi transferi sağlanamamakta, yani bilginin kullanılamaması problemiyle karşılaşmaktadır (Parlak Yılmaz, 2003). Öğrenmenin gerçekleşmesinin beklendiği birçok durumda öğrenciler yeni bilgileri erişebilecekleri veya faydalı olacak şekilde belleklerinde saklayamazlar. Sınavlar için bilgileri yeterli olabilir, ancak gerçek dünya problemleri ile karşılaştıklarında bilgilerini aktif olarak kullanamazlar. Yani edindikleri bilgiler inert (kullanılmayan, zayıf, atıl, durağan) bilgidir (Cote, 1994). Bağlam içinde verilmemiş bir bilgi atıl bilgidir, ezberlenmekte ve gerçek yaşam durumlarına transferi sağlanamamaktadır (Gürkan, 2016). Öğretimsel bir bağlamda kazanılan bir bilginin okul dışı bağlamlara transferinin sağlanamaması sorunu hem dünyada hem de ülkemizde eğitim kurumlarının karşı karşıya kaldığı bir problemdir. Dolayısıyla öğrenciler okulda öğrendiklerini gerçek yaşama uygulama konusunda başarısız olmaktadır, oysa bilginin transferi eğitimin temel amaçlarından biri olmalıdır (Parlak Yılmaz, 2003). Okul içi bağlamlardan okul dışı bağlamlara bilgi transferinin olmaması, geleneksel öğretim biçimlerinin faydasını ciddi olarak sorgular. Alınan herhangi bir eğitimin birincil amacı öğrencilerin sınavdaki soruları cevaplayabilmelerini sağlamak değil, günlük ya da mesleki yaşamda karşılaşılabileceği problemlerle daha başarılı bir

şekilde baş edebilmesini sağlamak olmalıdır (Renkl, Mandl ve Gruber, 1996). Örgün eğitimde genellikle günlük hayata aktarılmayan, soyut ve bir bağlama dayalı olmayan bilgilere yer verilmekte, öğrenciler nadiren günlük hayatta kullanabileceği araçlara erişmekte ve çoğunlukla gerçek olmayan bağlamları öğrenmektedirler (Ataizi ve Şimşek, 1998). Bilişim teknolojileri eğitiminde sadece programlama öğretmek yerine, robotik ve giyilebilir teknolojiler gibi gömülü sistem uygulamalarının öğretilmesi ve öğrenilmesi gerçek dünya problemlerine çözüm üretmede önemli görülmektedir (Sell, Seiler ve Ptasiak 2012). Bununla birlikte robotik kodlama uygulamalarının öğretimin somutlaştırılmasında etkili olduğu belirtilmektedir (Beytekin ve Ata Çiğdem, 2020). Ersoy, Madran ve Gülbahar (2011) programlama dili öğretiminde öğrencilerin soyut olan kavramları somutlaştırmakta zorlandıklarını, robotik programlamanın bu süreci somutlaştırmada bir yaklaşım olabileceğini ifade etmişlerdir. Çok disiplinli doğalarından dolayı, sınıf içinde yapılan robotik çalışmalar, çeşitli mühendislik ve fen konularındaki kavramların uygulanması için değerli bir araç haline gelmektedir (Weinberg, Karacal, Engel, Hu ve White, 2004). Genel olarak robotlar; çevresindeki uyarıları sensörleri ile algılayabilen, bu uyarılara tepki olarak kararlar üretip bu kararları uygulayabilen sistemler olarak tanımlanmaktadır (Tiftikçi, Varol ve Şengür, 2006). Robotikle desteklenen disiplinler arası öğretim, problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme, iş birlikli öğrenme gibi becerilerin kazanılmasını sağlamaktadır (Zengin, 2016). Alan yazında robotların eğitim alanında kullanımının öğrencilerin farklı akademik beceriler geliştirmesinde bir potansiyele sahip olduğu, algoritmik düşünme becerilerini geliştirdiği, üst bilişsel farkındalıklarını artırdığı, üst bilişsel becerilerin gelişimini olumlu yönde etkilediğini, dikkatlerini toplamada, öğrenme ilgilerini ve akademik başarılarını artırmada etkili olduğu, öğrencilerin mühendislik alanına ilgilerini artırdığı, motivasyon, bilgi kazanımı ve etkileşimli öğrenme deneyimleri sağladığı görülmektedir (Akalin 2014; Barker ve Ansorge, 2007; Barker, Nugent, Clark, Melandar ve Grandgenett, 2014; Chang, Lee, Chao, Wang ve Chen, 2010, Campos, 2011; Han, Jo, Jones ve Jo, 2008; Highfield, 2010; Ioannou ve Angeli 2016; Lo Ting-kau, 1992; McWhorter, 2008; Williams, Ma, Prejean, Ford ve Lai, 2007; Zengin, 2016). Robotiğin alt alanı olan giyilebilir teknolojilerle ilgili olarak Sandall (2016) 1980’li yıllarda bilgisayarların okullar üzerindeki etkisinin bugün giyilebilir teknolojilerin okullar üzerindeki etkisi gibi olduğunu belirtmekte, eğitimcilerin giyilebilir teknolojilerin derslerde kullanımının nasıl ele alınacağı ile ilgili düşüncelerinin ve planlar geliştirmelerinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Ngai ve diğerleri (2009)

giyilebilir teknolojilerin eğitsel kullanımının büyük bir potansiyele sahip olduğunu, bilgisayar ve teknoloji ile ilgili kavramları öğrenirken öğrencilerin yaratıcılığını ve hayal gücünü kullanmalarını sağlayacağını belirtmişlerdir. Bower ve Sturman (2015) giyilebilir teknolojilerin eğitim ortamlarında uygunluğunu yerinde bağlamsal bilgi sağlayarak öğrencilerin gerçek dünyaya bağlantılar oluşturmaları yoluyla olabileceğini ifade etmektedir. Litts, Kafai, Lui, Walker ve Widman (2017) giyilebilir teknolojilerin gerçekçi bir bağlam sağladığını, öğrencilerin giyilebilir projeler gerçekleştirirken işbirliğine dayalı problem çözme sürecinden keyif aldıklarını belirtmektedir. Eğitim ortamlarında giyilebilir teknolojiler, öğrencilerin eğitsel deneyimlerini artırmak için bu teknolojileri kullanmaları ve öğretim programlarına giyilebilir teknolojinin kaynaştırılması gibi çeşitli şekillerde okulları etkileyebilecektir. Giyilebilir teknolojiler, gelişmeye devam ettikçe ve hayatımızda daha belirgin hale geldikçe, öğrenciler bu teknolojileri okullara getirecek ve böylece okul ortamını derin bir şekilde değiştirecek ve geliştireceklerdir. Giyilebilir teknolojiler, bir öğrencinin çevre ile daha doğal bir şekilde etkileşime girerek gerçek dünya bağlamlarını artırma, yenilikçi ve yaratıcı olma ve bilgiye kolayca erişebilme becerilerini artırabilecektir (Sandall, 2016). Bununla birlikte dijital araçların normalde sert bileşenlerden yapıldığı, giyilebilir teknolojinin ise yumuşak ve renkli kumaşlara dikilebilme özelliği ile öğrenciler için eğlenceli ve kullanıcı dostu olduğu ifade edilmektedir (Hamidi, 2018). Lau, Ngai, Chan ve Cheung (2009) ise öğrencilerle yaptıkları giyilebilir teknoloji geliştirme etkinliklerinde öğrencilerin en fazla tişört devresini tasarlama ve programlama bölümlerinden keyif aldıklarını belirtmiştir. Özel eğitimde bu teknolojiler temel olarak öğrencilerin yetersizliklerinin üstesinden gelmeleri ve çevreleriyle etkileşimlerini iyileştirmeleri biçiminde kullanılabilir. Örneğin otizmlili bir öğrencinin kaybolma riskine karşı ebeveyn onayları alındıktan sonra giyilebilir teknoloji kullanılarak, okul ortamında öğrenci izlenebilecek, önceden belirlenmiş sınırlar aşılsa uyarılar oluşturulup gönderilebilecektir. Böylece, giyilebilir teknolojiler okul ortamında otistik bir çocuğun güvenliği artırılabilir (Veazey, 2014) ve iletişim destekleri yoluyla otistik bireylerin yaşam kalitesinde önemli etkilere sahip olacaktır (Williams ve Gilbert, 2020).

Giyilebilir teknolojilerin eğitimde kullanımı ile ilgili alanyazın incelendiğinde giyilebilir teknolojilerin eğitime kaynaştırılmasına yönelik uluslararası alanda, eğitim ortamlarında giyilebilir teknoloji projeleri oluşturarak öğrencilere daha etkili bir eğitim sunmak üzere çabalar göze çarpmaktadır (Barker ve diğerleri, 2014; Sezgin, 2016). Giyilebilir teknolojilerin eğitim alanında kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalarda daha

çok giyilebilir teknolojilerin kodlama, elektronik devre ve fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) öğrenim ve öğretimine etkileri üzerine yapılan çalışmalara rastlanmaktadır (Doğan, Büyükkıncı, Darılmaz, Kara ve Çağıltay, 2017; Hébert ve Jensen, 2020; Litts ve diğerleri, 2017; Liu, 2014; Merkouris, Chorianopoulos ve Kameas, 2017; Norooz ve diğerleri, 2015; Nugent ve diğerleri, 2015). Bununla birlikte giyilebilir teknolojileri programlama ve geliştirme yoluyla programlama ve bilgisayar bilimi öğreten bir öğretim programı geliştirme (Qiu, Buechley, Baafi ve Dubow, 2013), giyilebilir teknolojilerin potansiyel yararları ve etik sorunları (Kuzu Demir ve Demir, 2016), eğitim amacıyla giyilebilir teknolojilerin kullanılması ile ilgili bir değerlendirme (Bozkurt, 2018) ve eğitimde giyilebilir teknoloji eğilimleri (Sezgin, 2016) konularında çalışmalar da yapılmıştır. Ayrıca kız öğrencilerin STEM'e sanatın da eklendiği STEAM faaliyetleri ile giyilebilir teknoloji etkinlikleri yaparak, bilgisayar bilimleri alanındaki toplumsal cinsiyet farkını kapatmayı, bilgisayar bilimleri ve mühendislik alanlarına olan ilgilerini belirlemeyi amaçlayan çalışmalar da görülmektedir (Borsotti, 2017; Buechley, Eisenberg, Catchen ve Crockett, 2008; Kaiser, 2016; Koller, Beek, Besser, Guzey ve Thomas, 2015). Callahan (2019) da giyilebilir teknoloji atölyelerinde gerçekleştirdikleri çalışmaya katılan kız öğrencilerin büyük çoğunluğunun giyilebilir teknoloji tasarlamaktan keyif aldıklarını, STEM/STEAM etkinliklerinin ve giyilebilir teknoloji öğrenmenin ortaokul kız öğrencileri için keyifli bir deneyim olduğunu ifade etmiştir.

Giyilebilir teknolojilerin ihtiyaca yönelik yerinde bağlamsal bilgi sağlamasına, bağlama dayalı geri bildirim sağlama gibi yeteneklerine, daha ilgi çekici eğitim deneyimleri sağlayarak daha doğal yollarla öğrenmeye izin verdiğine dikkat çekilmektedir (Bower ve Sturman, 2015).

Hamidi (2018) eğitim ortamında giyilebilir teknolojilerin son yıllarda artarak yaygın olarak kabul görmesine, gelecekteki öğrenme becerilerini desteklemek amacıyla bu teknolojilerin etkinliği konusunda bu alanda daha az araştırma yapıldığına dikkat çekmiştir. Giyilebilir teknolojilerin eğitimde kullanımı üzerine daha fazla araştırma yapılması gerektiği söylenebilir. Türkiye'nin bu tür çalışmalara daha fazla yer vermesi gerektiği yapılan birtakım sınav sonuçlarıyla da desteklenmektedir. Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu (IEA) tarafından gerçekleştirilen Uluslararası Bilgisayar ve Bilgi Teknolojileri Okuryazarlığı Çalışması (ICILS) ile 8. sınıftaki öğrencilerin okul ya da okul dışında araştırma yapma, iletişim kurma ve yeni şeyler tasarlama gibi amaçlarla bilgi teknolojilerini kullanım becerileri incelenmektedir (MEB, 2013). Değerlendirme sonuçlarına göre 21 ülkenin katıldığı ICILS'te Türkiye son

sırada, daha çok ülkenin katıldığı enformasyon ve iletişim teknolojileri endeksinde (ICT) ise dünyada 69. sırada yer almıştır (Şirin, 2017). Bu sonuçların Türkiye'nin Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (TIMSS) ile Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) uygulamalarındaki verileriyle benzer nitelikte olduğu görülmektedir. Türkiye'de ortaokul öğrencilerinin gerçek dünya problemlerini çözme becerilerini kullandıkları PISA ve TIMSS gibi sınavlardaki başarısızlığı bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Yıllara göre PISA ve TIMSS gibi geniş örneklemli uluslararası araştırma sonuçları incelendiğinde Türkiye'nin başarı ortalamalarının katılan ülkelerin ortalamalarının altında kaldığı görülmektedir (MEB, 2003; 2010a; 2010b; 2011; 2014a; 2014b; 2015; 2016a; 2016b). PISA 2018 sonuçlarına göre Türkiye geçmiş yıllara kıyasla okuma becerileri, matematik ve fen okuryazarlığı başarı ortalamalarını ve sıralamalarını artırmış olsa da katılımcı ülkeler arasında sıralamada ortalarda yer almaktadır (MEB, 2019). TIMSS 2019 sonucunda ise Türkiye en yüksek performansa ulaşmış, dördüncü ve sekizinci sınıf seviyesinde öğrencilerin ortalama başarısındaki artış anlamlı bulunmuştur. Fen alanında dördüncü ve sekizinci sınıf seviyelerinde, matematik alanında ise dördüncü sınıf seviyesinde ilk defa ölçek orta noktası (500 puan) aşılmıştır. Fakat matematik alanında sekizinci sınıf seviyesinde Türkiye ölçek orta noktasını geçememiştir. Ayrıca sekizinci sınıf düzeyinde kız öğrencilerin matematik ve fen değerlendirmelerinde erkek öğrencilere göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (MEB, 2020). Bu duruma katkı sağlamak için Milli Eğitim Bakanlığı tarafından da çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmaların bir boyutu da öğretim programlarının düzenlenmesidir.

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 2000'li yılların ortasından günümüze kadar zaman zaman güncellenen ilköğretim bilişim teknolojileri öğretim programları incelendiğinde öğretim programlarında yapılandırmacı yaklaşım benimsenmektedir. Yapılandırmacı yaklaşımda, öğretmen yol göstericidir ve öğrencilere gerçek yaşamdan örnekler sunarak öğrencilerin eski bilgileri ile yeni bilgilerini ilişkilendirmelerini ve yorumlamalarını sağlayan bir lider olmaktadır (Taber, 2000; Akınoğlu, 2005). Yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrenme gerçek dünya bağlamları ile anlam kazanmakta özgün bir yapıyla zenginleşmekte, zaman esnekliği sağlamaktadır (Akınoğlu, 2005).

Yapılandırmacılar klasik öğretim yaklaşımlarında iki sorun ile baş edilemediğini vurgulamaktadırlar. Bunlar durağan (kullanılmayan, atıl, inert) bilgi ve eksik transferdir. Durağan bilgi, önceden öğrenildiği halde somut bir olayda ve ihtiyaç anında aktifleşmeyen ve kullanılmayan bilgidir. Eksik transferde ise, bilgi sadece belli

durumlarda kullanılabilir. Bağlamsallaştırma, yapılandırmacılığın transferle ilgili kavramıdır (Şimşek, 2004). Perin (2011) bağlamsallaştırmanın öğrenme içeriğini derinleştirerek becerilerin transferine katkı sağladığını dolayısıyla bağlamsallaştırma kullanan uygulayıcılarda olumlu sonuçların gözlemlendiğini ifade etmektedir. Bağlamsallaştırma, öğrencilerin daha etkili öğrenmelerine yardımcı olmak üzere, konu içeriğini yaşamlarıyla ilgili anlamlı durumlarla ilişkilendiren, gerçek hayatta kullanabilecekleri içeriği öğrenmelerine yardım eden bir yaklaşıma dayanmaktadır (Baker, Hope ve Karandjeff, 2009). Bağlamsallaştırma, akademik becerileri öğrenciler için anlamlı ve faydalı olan belirli bir içeriğe bağlama uygulamasıdır. Konu ile ilgili, anlamlı bir içerik sağlamak ve öğrencilere öğrendikleri hakkında düşünme fırsatı vermek, öğrencilerin farklı bağlantılar kurmalarını ve öğrendiklerini daha geniş bir bağlamda bütünleştirmelerini sağlar (Rathburn, 2015). Bağlamsallaştırmada bilgilenme, karşılıklı ilişki durumunu gösteren, karmaşık bağlamlardaki gerçek problemler ile gerçekleşmekte, yani bilgi belirli bir bağlamla ilişkilendirilmektedir (Şimşek, 2004). Bağlamsallaştırma, temel olarak problemlerin açık alanlarda, özellikle de doğada deneyimlenmesi ve gözlemlenmesi yoluyla sağlanmaktadır. Öğretim bağlamsallaştırıldığında öğrenciler kavramlar arasındaki ilişkilere odaklanır. Öğretim bağlamsallaştırıldığında bilimsel fikirler başka bağlamlara aktarılabilir, öğrencinin ilgisini çekecek belirli bir bağlamda somut uygulamalara odaklanılır, böylece öğrenciler edindikleri içerik bilgisini yaşamlarında karşılaştıkları gerçek dünya problemleri ile ilişkilendirebilirler (Doğan, 2013; Kalchick ve Oertle, 2010). Nitekim Peppler ve Glosson (2013) da öğrenmenin en iyi şekilde gerçekleşmesi için öğrencilerin araç setleri ve materyalleri kurcalayarak bilgiyi somutlaştırmalarıyla sağlanabileceğini ifade etmişlerdir.

Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımında kullanılan bir yöntem olan proje tabanlı öğrenme disiplinler arası bir yapıya sahiptir ve bu yapıyla farklı alanlardaki (matematik, fen bilgisi, sosyal bilgiler) sorunların çözülmesinde etkili bir yöntemdir. Proje Tabanlı Öğrenme (PTÖ), öğrencinin öğrenim sürecinde pasif değil, araştırmacı, sorgulayan, yeni fikirler üretmeye çalışan, ulaştığı bilgilerle anlamlı bütünler oluşturarak sorunları çözen bireyler olmalarını amaçlayan bir yöntemdir (Krajcik ve Blumenfeld, 2006; Uzun, 2007). PTÖ yaklaşımının felsefesi, öğrencilerin gerçek dünya durumlarına ilişkin etkinliklerle ürünler oluşturmalarını sağlamaktır (Çıbık, 2006; Demirhan, 2002).

2017 yılında güncellenen ortaokul bilişim teknolojileri ve yazılım dersi öğretim programında, öğrenmenin okul içi ve okul dışında bütün hayatı kapsadığından yola çıkılan ve edinilen bilgilerin gerçek dünyada kullanılabilmesini sağlayan bir yaklaşımın dikkate alındığı görülmektedir (MEB, 2017). Çelik ve Güler (2013) ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri problemleri çözme becerilerini araştırmışlar ve öğrencilerin bu problemleri çözmede yetersiz olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Bu durumun en önemli nedenlerinden biri olarak, öğrencilerin alışlagelmiş problemleri çözerken kullandıkları yaklaşımları bu problemleri çözerken de kullanmaları olduğu ifade edilmiştir. Bu bağlamda MEB (2017) ortaokul bilişim teknolojileri ve yazılım dersi öğretim programında öğrencilerin gerçek dünyada karşılaşılan problemleri yenilikçi ve özgün projeler geliştirerek çözmelerinin amaçlandığı belirtilmektedir. Nitekim öğretmenlerin de sınıf içi ve sınıf dışı uygulamalarda gerçek dünya sorunlarına sıklıkla değinmesi önemlidir. Bu bağlamda çalışmada, bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde PTÖ yöntemi kullanılarak, öğretmen rehberliğinde öğrencilerin araştırma, sorgulama becerileri ile robotları ve bağlamsallaştırma ile gerçek dünya problemlerine çözüm sunacak giyilebilir teknolojileri kullanarak akıllı cihazlar üretmeleri sağlanmış olacaktır.

Bağlamsallaştırmanın uygulanmasında, çeşitli öğretim yaklaşımları kullanılabilir. Bunlardan biri proje tabanlı öğrenmedir. Bağlamsallaştırma disiplinler arası ve işbirliği içinde çalışma doğasından dolayı, öğrencilerin projeler geliştirirken farklı disiplinlerden bilgiler edinmesini ve belirli bir disiplini aşan bu bilgileri alanları bütünleştirerek projelerine uygulamalarını gerektirmektedir (Berns ve Erickson, 2001; Krajcik, Czerniak ve Berger, 2002). Proje tabanlı öğrenme ile bilgi gerçek bağlamların içine yerleştirilerek gerçekleştirilmektedir. Proje tabanlı öğrenme yaklaşımında bağlamsallaştırma öğretiminin dört özelliği vardır. Bunlardan birincisi öğrenciler için anlamlı olan problemlerin ve durumların öğretimin odağı olarak kullanımının okul dışında da öğrencilere etkileri olduğudur (Edelson, Gordin ve Pea, 1999). Brophy (1998) çalışmasında öğrencilerin bir alana kişisel olarak ilgi duyduklarında veya yatırım yaptıklarında bilgiyi derinlemesine öğrenebildikleri bulgusuna ulaşmıştır. Bununla birlikte, problemlerin sadece ilgi çekici olması yeterli değildir. Aynı zamanda problemler değerli bilimsel içeriği de kapsamalı ve öğrencilerin içerikle etkileşime geçmeleri için ilgi veya deneyimlerinden yararlanmalıdır (Rivet ve Krajcik, 2008). İkinci özelliği, anlamlı problemlerin belirli bilimsel fikirleri ve içerikleri öğrenmek için bilinmesi gereken bir durum sağlamasıdır. Problem durumu, içeriği anlamayı ve

kavramları bilmeyi amaçlamakta ve öğrenim etkinliği ile etkileşim için motivasyon sağlamaktadır. (Krajcik ve diğerleri, 2002). Üçüncü özellik, problemde veya durumda ele alınan bilimsel kavramlarla öğrencilerin ilgilenmeleri için bir tür ilişkilendirme durumunun kullanımıdır ve öğretim sırasında tekrar tekrar bu duruma başvurulabilir (Rivet ve Krajcik, 2008). İlişkilendirme etkinlikleri öğrencilere yeni bilgileri ilişkilendirebilecekleri ortak bir deneyim sağlar (Sherwood, Kinzer, Bransford ve Franks, 1987). Deneyisel araştırmalar, ilişkilendirme olayları gibi zengin bağlamsallaştırma özelliklerinin, hatırlama ve bilginin daha sonra yeni durumlara aktarılmasını teşvik ettiğini göstermiştir (Rivet ve Krajcik, 2008). Dördüncü özellik ise, uzun bir zaman dilimi boyunca anlamlı problem ile meşgul olmaktır (Marx, Blumenfeld, Krajcik ve Soloway, 1997).

Proje temelli öğrenme yaklaşımının otantik (gerçeğe dayanan) öğrenmeyi teşvik ettiği ve öğrencileri yeni bilgileri uygulayabilecekleri gerçek bağlamsal bir zorlukla meşgul ederek inert (durağan, kullanılmayan) bilgi probleminin üstesinden gelmelerini sağladığı ifade edilmektedir. Otantik öğrenme deneyimleri, gerçek dünyadaki bağlamlarla ilgili bilgiyi geliştirmeye yardımcı olur, böylece bilginin başarılı bir şekilde aktarılmasını ve kullanılmasını teşvik eder ve öğrencilerin daha yüksek düşünme becerilerine katılımını sağlar (Dasgupta, Magana ve Vieira, 2019). Proje tabanlı öğrenme yaklaşımı, bir disiplinin merkezi kavram ve ilkelerine odaklanır, öğrencileri problem çözme araştırmalarına dâhil eder, öğrencilerin kendi öğrenmelerini kurlmaları için özerk bir şekilde çalışmalarını sağlar ve gerçekçi ürünlerle sonuçlanır. Bağlamsallaştırma sürecinde öğretmen, kolaylaştırıcı, rol model, danışman, öğrenme/öğretme sürecini değerlendiren bir düzenleyici, içerik uzmanı ve bilgi dağıtıcı olarak görev alır. Ayrıca disiplinler arası çalışmalarda öğretmen diğer alan uzmanlarıyla işbirliği sağlar (Berns ve Erickson, 2001). Bağlamsallaştırma, temel olarak, disiplinler arası uzlaşmaya, farklı disiplinlerden gelen bilgilerin teknolojik, sosyal ve kültürel ortamlara ve gerçek dünyaya nasıl bağlandığını anlamaya yardımcı olduğu için karmaşık konular hakkında zengin bir tablo oluşturmaya yardımcı olur (Schnugg, 2019).

Bilgi çağında öğrencilerin sorgulayan, araştıran, fikir üreten ve icat yapabilen bireyler olabilmesi bir gereksinim olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple çağımızda öğrencilerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi derslerde öğrendiklerini bir bütün olarak birleştirmelerini amaçlayan STEM (BİLTEM, FeTEM) eğitimi birçok ülkenin öğretim programına eklenmektedir. STEM eğitimi; teorik bilginin pratikte

uygulanarak ürünler geliştirilmesini, diğer bir ifadeyle tüketimden üretime geçilmesini amaçlamaktadır. MEB (2016) tarafından STEM Eğitimi üzerine araştırmalar gerçekleştirilmesi, gerekli öğretmen eğitimlerinin düzenlenmesi, öğretim programlarına STEM eğitiminin kaynaştırılması, okulda STEM atölyeleri kurulması gibi önerilerde bulunulmuştur. STEM eğitiminin amacı, öğrencilere disiplinler arası bir bakış açısı ile bilgi ve becerileri kazandırmaktır. STEM eğitimi; eleştirel ve analitik düşünmeyi, yaratıcılığı, problemleri çözme, özgün ürün tasarlama, üretme, girişimcilik gibi becerileri destekleme bağlamında önemlidir. STEM etkinlikleri yoluyla tek bir disiplini bilerek, ona yönelik teknolojiyi anlamaya çalışmaktansa, disiplinler arasındaki yapıyı bütünleştirmenin başarıyı getirebileceği dile getirilmektedir (Çepni, 2018). STEM etkinlikleri ile öğrencilerin gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri problemleri çözebildikleri, öğrencilerin STEM ilgilerine ve STEM üzerine görüşlerine katkı sağlandığı ve STEM etkinliklerinden keyif aldıkları dile getirilmektedir (Pekbay, 2017).

Alan yazın incelendiğinde giyilebilir teknolojilerin, öğrencilerin Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik (STEAM) tutumlarını olumlu yönde etkilediği ve programlama becerilerini geliştirdiği, kız öğrencilerin robotiğe olan ilgilerini artırdığı, öğrencilerin STEAM'e katılımını sağlamak için uygun bir yol olduğu (Barker, Melander, Grandgenett, Nugent, Slykhuis ve Marks, 2015; Borsotti, 2017; Merkouris ve Chorianopoulos, 2015), giyilebilir teknoloji geliştirme sürecinden öğrencilerin keyif aldıkları, özellikle giyilebilir teknoloji geliştirme yoluyla inovasyon ve yaratıcı etkinlikler yapmanın keyif verdiği (Searle, Fields, Lui ve Kafai, 2014), programlama öğretiminde hem erkek hem de kız öğrencilerin motivasyonlarını artırdığı sonuçlarına ulaşılmıştır (Lau ve diğerleri, 2009). Bununla birlikte, öğrencilerin giyilebilir teknoloji ve programlamaya ilgilerini, özyeterliklerini, motivasyonlarını belirlemek ve kızları bu alanlara yönlendirmek amacıyla yapılan bazı çalışmalarda çalışma grubunda sadece kızların yer aldığı ya da kız sayısının erkek sayısından çok daha fazla olduğu çalışmalara rastlanmaktadır (Hyllegard, Rambo-Hernandez ve Ogle, 2017; Litts ve diğerleri, 2017; Master, Cheryan, Moscatelli ve Meltzoff, 2017; Williams, Baert ve Williams, 2017). Magloire ve Aly (2013) STEM eğitime sanatı da ekleyerek yaptıkları atölye çalışmasında, öğrencilerin ışıklı kartlar, 3 boyutlu yazıcılar ile kolye ve yüzükler yaparak bu materyallere elektronik özellikler de eklenmesi sağlanmış ve STEM alanına ilgileri az olan kız öğrencilerin atölye çalışmalarından sonra ilgilerinin arttığı sonucu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte bu çalışmada STEM alanları ile ilgilenen ya da bu alanlarda çalışan kızların sayısının az olduğu göz önüne alındığında,

sanatı STEM ile ilgili disiplinlere (örneğin mühendislik gibi) kaynaştırmanın, bu alanlara kızları çekmek için yeni bir yaklaşım olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, kız öğrencilerin sanat ve el sanatları ile çalışırken keyif almalarından yola çıkılarak, kız öğrencilere STEM yerine STEAM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat, Matematik)'i tanıtmanın faydalı olacağı belirtilmektedir. Amerika'da STEM alanında çalışan kadın sayısının, STEM alanında çalışan erkek sayısından %25 daha az olduğu, ayrıca STEM alanında çalışan kadınların STEM dışı alanlarda çalışan kadınlardan %33 daha fazla kazandığı belirtilmektedir (Beede, Julian, Langdon, McKittrick, Khan ve Doms, 2011). STEM alanlarındaki cinsiyet farkı büyük ve süreklilik arz etmekte ve bu cinsiyet boşluğu, bilgisayar bilimleri ve mühendislik gibi teknolojik alanlarda matematik ve fen alanlarından daha büyük olduğu belirtilmektedir (Liben ve Coyle, 2014; Master ve diğerleri, 2017). Bilgisayar bilimi alanı için kimin daha uygun olduğuna dair cinsiyet önyargısı ve basmakalıp sözler kızların bilgisayar bilimi ile özdeşleşmelerini önlemekte ve alanla ilgili özgüvenlerini azaltabilmektedir (Borsotti, 2017). Kafai, Lee, Searle, Fields, Kaplan ve Lui (2014a) ve Kaiser (2016) bu konuda cinsiyet ile ilgili basmakalıp düşünciyi kırmak üzere bilgisayar bilimi uygulamaları ile gerçek hayat arasında bağlantı kurulmasına olanak sağlayan el sanatları, elektronik devre (e-devre) ve kodlamayı birleştiren STEAM etkinliklerini başarı ile kullanmışlardır. Kafai, Fields ve Searle (2014b) dikey dikmenin ve el sanatlarının kızların, programlamanın ve elektronik devre kurulumunun ise erkeklerin ilgi alanlarına yönelik aktiviteler olduğu ile ilgili cinsiyet normlarının giyilebilir teknoloji üretimi sonunda değişebildiği bulgularına ulaşmışlardır. Bu bağlamda, çalışmada cinsiyetin incelenmesi önemli görülmektedir.

Bu çalışma, proje tabanlı öğrenme yaklaşımı ile bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gerçek dünya problemlerinden yola çıkılarak geliştirilen gömülü sistem uygulamalarının eğitime olan etkilerini ortaya koymaktadır. Mikrodenetleyici, ledler, sensörler gibi donanım parçaları için elektronik devreler oluşturulup kodlanarak akıllı ve giyilebilen bir ürün tasarımı ve yapımı fikrinin insanların ilgisini çekmesi nedeniyle gömülü sistem uygulamaları eğitim teknolojisi alanında da heyecan verici olarak algılanmaktadır. Eğitim aracı olarak, çocukların teknoloji, bilgi işlem ve mantık öğelerini açığa çıkarırken aynı zamanda onların işbirliği içinde çalışmalarına, yaratıcılıklarını ve yenilikçilik özelliklerini kullanmalarına yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte kız öğrencilerin de STEAM, programlama ve mühendislik alanlarına ilgilerini artırabilmesi bağlamında gömülü sistem uygulamalarının erkek ve kız öğrencilerin arasındaki boşluğu kapatabileceği öngörülmektedir. Dijital ortamların

gerçekçilik açısından sınırlılığı ve sınıf ortamında öğrencilerin doğal tepkiler verdikleri düşünüldüğünde gömülü sistem uygulamalarının sınıf ortamına olumlu etki sağlayacağı düşünülmektedir. Özellikle ilk ve orta öğretimde farklı disiplinlerde gömülü sistemlerin kullanımı ve gömülü sistem uygulamalarının etkilerinin gözlemlenmesi ile Türkiye’de bu alanda yapılacak çalışmalara katkı sağlanmış olacaktır.

Amaç

Çalışmanın genel amacı, öğrencilerin bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem uygulamalarında edindikleri deneyimlerin ve cinsiyetin akıllı cihaz geliştirme performansları, akademik başarıları ile üstbilişsel farkındalık düzeyleri üzerindeki etkisini ortaya çıkarmaktır.

Genel amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

Bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem eğitimi alan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin;

1. Akıllı cihaz geliştirme süreci performansları uygulanan yönetime, cinsiyete ve yöntem ve cinsiyetin ortak etkisine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
2. Her bir bağımlı değişken için ayrı ayrı olmak üzere öğrencilerin akademik başarıları ve üstbilişsel farkındalıkları;
 - Uygulanan yönetime göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
 - Zamana bağlı tekrarlı ölçümlere göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
 - Yöntem ve tekrarlı ölçümler ortak etkisine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
3. Her bir bağımlı değişken için ayrı ayrı olmak üzere öğrencilerin akademik başarıları ve üstbilişsel farkındalıkları;
 - Cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
 - Zamana bağlı tekrarlı ölçümlere göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
 - Cinsiyet ve tekrarlı ölçümler ortak etkisine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
4. Deney ve kontrol grubundaki öğrenciler bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem uygulamalarında edindikleri deneyimleri nasıl betimlemektedir?
 - a) Deney grubu öğrencileri akıllı cihaz geliştirme deneyimlerini nasıl betimlemektedir?

- b) Deney grubu öğrencileri akıllı cihaz geliştirme deneyimlerini nasıl betimlemektedir?
- c) Kontrol grubu öğrencileri akıllı cihaz geliştirme deneyimlerini nasıl betimlemektedir?

Önem

Programlama öğretimi öğrencilerin analitik ve eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık gibi becerileri kazanmasını kolaylaştırmaktadır. Bu çalışma ile bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem uygulamalarının bir ürünü olarak 6. sınıf öğrencilerinden oluşan deney grubu, giyilebilir teknoloji ile kontrol grubu ise robot programlama ile akıllı cihazlar geliştirmişlerdir. Çalışma süresinde katılımcıların akıllı cihaz geliştirme performansları, üstbilişsel farkındalık düzeyleri ve akademik başarıları tespit edilmiş olup, çalışmanın elde edilen bulguları ve sonuçları ile alanda yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte alan yazın incelendiğinde uluslararası alanda eğitsel ortamlarda giyilebilir teknolojilerin kullanımı üzerine çalışmalar olduğu, ülkemizde ise bu konuda yapılmış çalışmaların kısıtlı olduğu görülmektedir. Gömülü sistem uygulamaları öğrencilerin gerçek dünya problemlerini çözmelerinde, gerçek ile sanal dünya arasındaki bağlantının kurulmasında eğitim alanına katkı sağlamaktadır. Çalışma kapsamında “Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Ölçeği” geliştirilmiştir. Geliştirilen ölçek ile öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme performansları tespit edilmiştir. Ayrıca “Akıllı Cihaz Geliştirme Başarı Testi” geliştirilmiş ve geliştirilen başarı testi ile öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme başarıları tespit edilmiştir. Geliştirilen ölçeğin ve başarı testinin, eğitim alanında akıllı cihaz geliştirmeye yönelik yapılacak araştırmalarda alana katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Sınırlılıklar

1. Çalışma ortaokul 6.sınıf bilişim teknolojileri ve yazılım dersi kapsamında 7 haftalık bir süreçte yürütülen çalışmalar ile sınırlıdır.
2. Çalışma akıllı cihaz geliştirmek üzere kullanılan Modkit yazılımı ve Arduino gömülü sistem geliştirme platformları (Arduino Uno seti ve Arduino Lilypad seti donanımları)’ndan elde edilen sonuçlarla sınırlıdır.

Tanımlar

Gömülü sistem: Belirli işlemlerin gerçekleştirilmesini sağlamak üzere tasarlanan bir aygıtın ya da sistemin çalışmasını gözleyen, kontrol eden veya çalışmasını destekleyen bir sistemdir (Çamurcu, Can, Nizam, Özhan ve Kocatepe, 2014). Gömülü sistemler mikroişlemci ya da mikrodenetleyici tabanlı donanım ve yazılımdan oluşmaktadır (Kamal, 2011).

Giyilebilir teknoloji: Robotiğin bir alt alanı olarak düşünülebilecek programlanabilir giyilebilir teknolojiler, sensörler ile algılama teknolojisi sayesinde, insan ve bilgisayar arasında bir arayüz oluşturmaktadır. Giyilebilir teknolojiler gözlük, saat, elektronik ve hesaplama aygıtları içeren elbiseler gibi giyilebilen elektronik aksesuarlar ve elektronik tekstiller olarak ifade edilmektedir (Johnson vd., 2013). Kullanıcıların sensörleri giyebilmesine olanak veren cihazlar sürekli gelişmektedir. Algılama ve tepki verme yeteneğine sahip bu akıllı cihazlar artık doğrudan cilde bile takılabilmektedir (Banger, 2017; Zhang, Webb, Luo, Xue, Kurniawan, Cho, Krishnan, Li, Huang ve Rogers, 2016).

Akıllı cihaz: Yapısındaki gömülü sistem donanımı ve yazılımı dolayısıyla, kararlar verebilen, sensörler ile çevreden veri toplayan ve verileri eyleme dönüştürebilen, diğer akıllı ve bağlantılı nesneler ile iletişim kurabilen makinelerdir (Banger, 2017).

Robot: Dış dünyayı sensörleri ile algılayabilen, çevresel uyaranlara tepkiler oluşturabilen, kararlar verebilen ve bu kararların uygulanabilmesinde ihtiyaç duyulan donanımı içeren sistemlerdir (Tiftikçi, Varol ve Şengür, 2006).

Sensör: Işık, sıcaklık, nem, basınç, ses, ivme, uzaklık vb. fiziksel veya kimyasal büyüklüklerin elektrik sinyallerine dönüştürülmesini sağlayan donanımlardır (Banger, 2017).

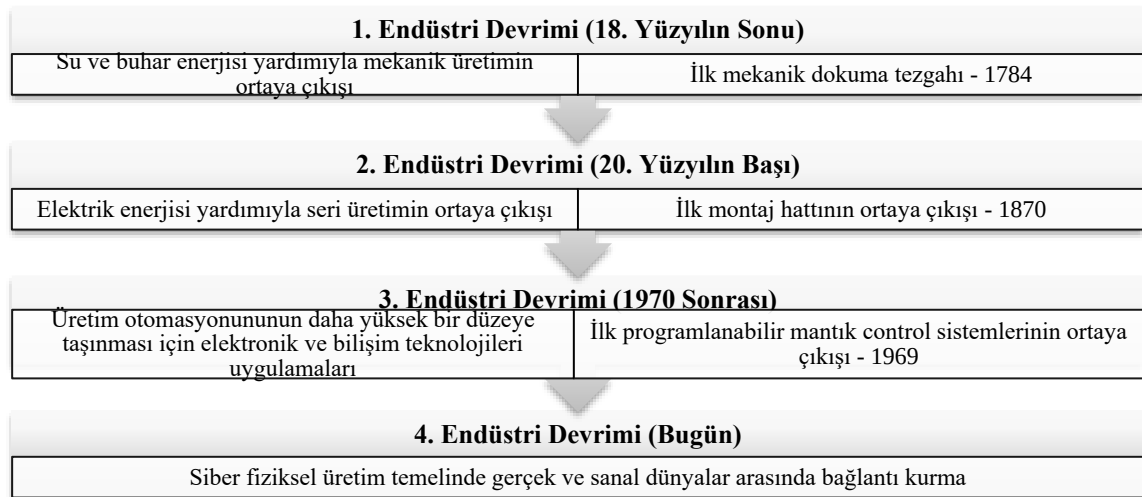
BÖLÜM 2

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde, araştırma problemi içerisinde yer alan Endüstri 4.0, gömülü sistemler, akıllı cihazlar, giyilebilir teknoloji, disiplinler arası öğrenme süreci açıklanmakta, Türkiye’de ve dünyada konu ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilmektedir.

Endüstri 4.0

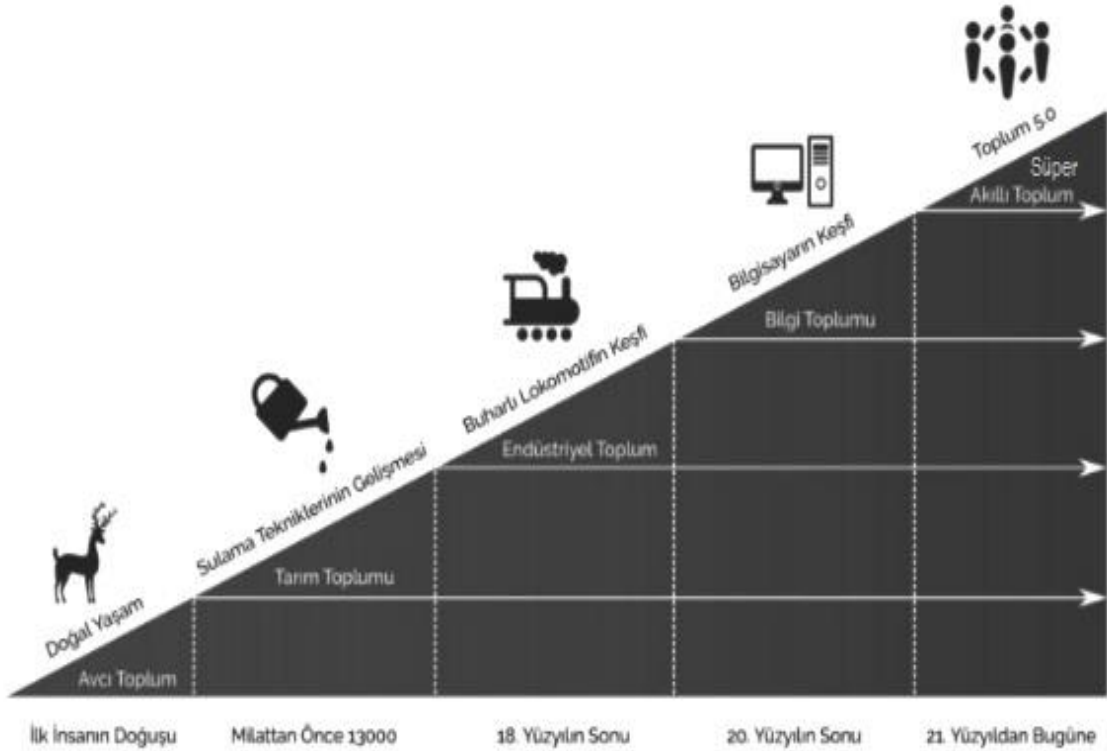
Geçmişten günümüze her endüstri devrimi günlük hayattan çalışma hayatına uzanan köklü değişikliklere zemin hazırlamıştır. İlk üç endüstri devriminde, makineleşme, elektrik ve bilgi teknolojileri ön plana çıkarken; teknoloji, sanayi ve uygulamalardaki hızlı ilerlemelerle siber fiziksel sistemler, büyük veri, akıllı cihazlar, siber güvenlik, bulut teknolojileri, artırılmış gerçeklik, giyilebilir teknoloji, katmanlı (eklemeli) üretim ve nesnelerin interneti gibi faktörlerin de etkisiyle, Dördüncü Endüstri Devrimi başlamıştır (Banger, 2017; Ötleş ve Özyurt, 2016; Qin, Liu ve Grosvenor, 2016). Günümüze kadar devam eden endüstri devrimleri Şekil 1’de özetlenmiştir.



Şekil 1. Endüstri Devrimlerinin Tarihsel Süreci

Kaynak. Schlaepfer, Koch ve Merkofer, 2015

İhtiyaçlar, ekonomik, sosyal, kültürel, bilim ve teknikteki ilerlemeler, insanlara kaliteli, ucuz ürünler sunarak yaşam kalitesini iyileştirme gibi nedenler tarih boyunca toplumların yaşamlarında önemli değişimlere yol açmıştır. İnsanlık avcı toplumu, tarım toplumu, endüstriyel ve bilgi toplumundan geçmiş ve “süper akıllı toplum” olarak adlandırılan beşinci evreye yani "Toplum 5.0" a gelmiştir. Şekil 2’de ilk insanın doğuşundan günümüze toplumların değişim süreçleri verilmiştir. Toplum 5.0 tanıtımı Japonya İş Federasyonu, Keidanren (2016) ve 2017 CEBIT Fuarında Japonya Başbakanı Shinzo Abe tarafından tüm dünyaya yapılmıştır. Toplum 5.0 kavramında, toplumların teknolojiyi bir tehdit olarak değil, bir yardımcı olarak algılamaları esas alınmaktadır. Toplum 5.0 hedefleri olarak; yaşlanan dünya nüfusunun karşılaşılabileceği problemlere çözüm üretmek, yaşlıların ve kadınların da dâhil olduğu her bireyin, güvenliği, rahatlığı ve sağlıklı yaşaması için uygun koşulları sunmak, gerçek dünya ile sanal dünya bağlantısının kurularak toplumların çıkarlarının gözetilmesinde faydalanılması, çevresel kirliliğin ve doğal afetlerin çözümünde farklı yöntemlerin geliştirilmesi gerektiği gösterilmektedir (Keidanren, 2016).



Şekil 2. İnsanlığın Doğuşundan Günümüze Toplumların Değişim Süreçleri

Kaynak. Keidanren, 2016.

Toplum 5.0 ile Endüstri 4.0'ın yeniliklerinden olan büyük veri, yapay zeka, nesnelerin interneti (IoT), akıllı cihazlar, siber güvenlik vb. kavramların farklı endüstri alanlarına ve sosyal hayata kaynaştırılmasıyla karşılaşılan sorunları çözen bir toplumun oluşturulması amaçlanmaktadır. Harayama'ya (2017) göre; Toplum 5.0 ile Endüstri 4.0'a dayanan insan merkezli bir toplum oluşturulmak istenmektedir. Fakat geçmişte görüldüğü üzere endüstri devrimlerinin toplumlarda değişimi uzun bir zaman almaktadır ve 2011 yılından günümüze anılan Endüstri 4.0 kavramının toplum tarafından iyice anlaşılacak üretim, kamu alanlarında kullanımını, toplumsal yararını ve dezavantajlarını incelemek önem arz etmektedir.

2011 yılında Hannover Fuarı'nda Almanlar tarafından ilk kez tanıtılan Endüstri 4.0 kamu ve özel kurumlarda toplumun bütününe etkileyebilecek bir süreç olmuştur. Endüstri 4.0'ı meydana getiren bilişim altyapısıyla akıllı üretimler gerçekleştirilmekte, akıllı üretimler sonuç olarak gündelik yaşamdan çalışma yaşamına, ürün geliştirmeden ürünlerin satışına kadar radikal değişimlere yol açmaktadır. Bilişim, internet, otomasyon, akıllı cihazlar ve bilgi toplama teknolojileri ile günlük hayatta ve üretim süreçlerinde verimlilik artacak, üretim hızlanacak, büyük veri kullanılarak ürün kalitesi ve kullanıcı memnuniyeti artacak, kişinin ihtiyacına yönelik uygun, kaliteli, yenilikçi ve kişiselleştirilmiş ürünler geliştirilebilecek böylece endüstrinin dördüncü aşamasında ilerleme sağlanmış olacaktır (Banger, 2017; Özsoylu, 2017). Hermann, Pentek ve Otto (2015) tarafından yapılan literatür araştırmasında Endüstri 4.0 anahtar kelimesi kullanılarak 51 yayın incelenmiş ve Endüstri 4.0 bileşenleri olarak; akıllı ürünler, nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler, akıllı fabrikalar, hizmetlerin interneti, büyük veri ve bulut teknolojiler belirtilmiştir.

Endüstrinin gelişiminde Endüstri 4.0'ın birçok avantajı bulunmakla birlikte dezavantajları da vardır. Tablo 1'de Endüstri 4.0'ın SWOT analizi ile ilgili güçlü/üstün (S) ve zayıf (W) yönler, fırsatlar (O) ve tehditler (T) verilmiştir.

Tablo 1

Endüstri 4.0'ın SWOT Analizi

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
■ Verimliliği, etkinliği (kaynak), rekabeti (uluslararası), geliri artırmaktadır. ■ Teknik bilgisi yüksek ve yüksek maaşlı işte artış sağlamaktadır. ■ Müşteri memnuniyetini geliştirmektedir: ürün çeşitliliğini geliştirerek yeni Pazar sağlamaktadır. ■ Üretim esnekliği ve kontrolü sağlamaktadır.	■ Teknolojinin değişmesine oldukça bağımlıdır: küçük değişimler büyük etkiler yapmaktadır. ■ Ar-ge, yatırım, uygun işgücü, standartları içeren başarı faktörlerine bağımlıdır. ■ Uygulama ve geliştirme maliyetleri yüksektir. ■ Kontrolü kaybetme riski yüksektir. ■ Yetenekli işgücüne ihtiyaç vardır ve göçmen toplulukları birleştirmektedir.
Fırsatlar	Tehditler
■ Üretimde uluslar arası lider olarak Avrupa'nın pozisyonunu geliştirmektedir. ■ Üretim ve hizmetler için yeni Pazar oluşturmaktadır. ■ Avrupa Birliği'ni negatif demografik dağılımını önlemektedir.	■ Siber güvenlik, entelektüel özellikler, veri gizliliği ■ İşçiler, küçük ve orta ölçekli girişimciler ve bölgesel ekonomiler ■ Avrupa Birliği'ni girişimlerini nötürleştiren yabancı rekabetçiler tarafından Endüstri 4.0'ın benimsenmesi

Kaynak. Ötleş ve Özyurt, 2016

Tablo 1'de verilen Endüstri 4.0'ın zayıf yönlerini ve içerdği tehditleri engellemek üzere bireylerin endüstri devrimlerine ve yeni gereksinimlere yönelik olarak uyumlarının sağlanması amacıyla yenilenen eğitim kurumları endüstriyel devrimlerin eğitim boyutunda ön plana çıkmaktadır. Dördüncü endüstri dönemi de diğer endüstri devrimlerindeki gibi eğitim sistemini büyük oranda etkilemektedir. Endüstri 4.0 devriminin eşliğinde duran Türkiye için, nitelikli insan gücü yetiştirme bağlamında eğitim sistemindeki eksiklerin tespiti ve bu eksiklerin giderilmesini sağlayacak politikaların oluşturulması önem arz etmektedir (Yazıcı ve Düzkaya, 2016). Endüstri 4.0 bağlamında çalışanların bilişim yeterlikleri, akıllı cihazları kontrol edebilmeleri ve kullanabilmeleri, oluşan verilerin analizlerini yapabilmeleri, ürünlerin satışı ve pazarlanmasına kadar farklı yeteneklere sahip olmaları beklenmektedir (Tansan, Gökbulut, Targotay ve Eren, 2016).

Bütün endüstri devrimleri yalnızca üretimi etkilememiş, ayrıca eğitim sistemlerini de etkilemiştir. Bu değişimlerin bir sonucu olarak bazı meslekler ortadan kaybolacak, yeni meslekler ortaya çıkacaktır. Ortaya çıkan teknolojiler insanların eğitimi üzerinde büyük bir etkiye sahip olacaktır. Yalnızca nitelikli ve iyi eğitilmiş çalışanlar bu teknolojileri kontrol edebilecektir. Endüstri 4.0 devrimi ile eğitim sistemi de değişmekte, bilgi, yeterlilik ve personel eğitimi hayati bir öneme sahip olmaktadır (Benesova ve Tupa, 2017).

Endüstriyel gelişmeler sonucunda bilişim teknolojilerindeki gelişmeler bilgi toplumunu oluşturmuş, eğitim sistemi, dolayısıyla öğretim programları da bu durumdan etkilenmiştir. Dördüncü sanayi devrimine uyum sağlayabilecek kalifiye personelin yetiştirilmesi amacıyla bilgi toplumu eğitim modeline geçilmesi önemlidir (Yazıcı ve Düzgaya, 2016). Aytaç (1999), bilgi toplumu eğitim modelinde, öğretmenin yol gösterici olduğunu, öğrencinin işbirliğine dayalı ve aktif olarak çalıştığını, öğretim yöntemi olarak kişisel araştırmaların yapıldığını, öğrenme şekli olarak takım çalışmasıyla öğrenmenin gerçekleştiğini, öğretim programlarının değişken olduğunu, başarı ölçütünün ise kavramları çok boyutlu olarak tanımlayabilme olarak belirlendiğini ifade etmektedir. Endüstri 4.0'ın eğitim bağlamında; bireylerin bilişim teknolojilerini kullanım yetkinliklerini artırmaya yönelik girişimci yaklaşımlar her düzeydeki öğretim programlarına uyarlanmalıdır (Tansan vd., 2016). Yazıcı ve Düzgaya (2016) sensörleri, gömülü sistemleri ve haberleşmeyi sağlayan arayüzleri tasarlayan ve akıllı sistemler geliştiren yazılım uzmanlarının Endüstri 4.0'ın hayati bir parçası olduğu dile getirilmektedir. Bu uzmanların yetiştirilmesinde eğitim ön plana çıkmaktadır.

Türkiye'de tüm kurumlarda bilişim teknolojilerine erişimle, bilgisayar ortamında oluşturulan endüstri platformları ile akıllı cihazların yaygınlaştırılması için sunulan çözümler ile Sanayi 4.0 devriminin yakalanabileceği belirtilmektedir (Yıldız, 2018).

Tez bağlamında Endüstri 4.0'ın bileşenlerinden olan gömülü sistemler, akıllı cihazlar ve giyilebilir teknoloji kavramları, konu ile ilgili başlıklar altında açıklanmaktadır.

Gömülü Sistemler

Yeni Endüstri Devrimi gömülü sistemler ile akıllı cihaz üretimini birleştirip, yeni bir teknoloji oluşturarak, bu teknolojinin iş ortamlarında ve endüstride kullanımını sağlamayı amaçlamaktadır (Sayılğan ve İşler, 2017). Endüstri 4.0 bağlamında

geliştirilen gömülü akıllı ürünler, sensörleri ile kullanıcılara ve sisteme veri sağlamaktadır (Abramovici ve Stark, 2013). Fiziksel cihazların içine enformasyon sistemlerinin yerleştirilmesiyle gömülü sistemler oluşturulur. Gömülü sistemlerin ortaya çıkışı, teknoloji tarihi olarak Endüstri 3.0 Devrimi'ne denk düşmektedir. Geleneksel gömülü sistemler kendi başlarına çalışacak cihazlar olarak tasarlanmışlardır (Banger, 2017). Yani, belli bir amaca yönelik tasarlanmışlardır ve özelleşmiş donanım parçalarından oluşurlar. 2000 yılları başında gömülü sistemler ve işlemciler, 2010 yılından itibaren ise akıllı cihaz, akıllı nesne, nesnelerin interneti gibi yeni nesil bilişim teknolojileri kavramları oluşmuştur. Gömülü sistemler, belirli bir uygulama geliştirmek üzere yazılım ve donanımın tasarımı ve analizi ile ilgilidir (Jamieson, 2011). Kodlanabilir devreler, hem devre tasarımının planının hem de kodun kontrol yapısının, LED, sensörler ve anahtarların istenen davranışları yerine getirmesi için uyum sağlaması, dolayısıyla devrenin kodlanmasını sağlayan benzersiz bir tasarım türüdür (Litts ve diğerleri, 2017). Altan (2019) gömülü sistemleri ihtiyaç doğrultusunda bir işi yapmak üzere, donanımın ve yazılımın bütünleştirilmesi olarak tanımlamaktadır. Henzinger ve Sifakis (2006) gömülü sistemleri donanım, yazılım ve bir ortamdan oluşan ve fiziksel kısıtlamalara tabi olan hesaplamayı içeren bir mühendislik ürünü olduğunu ifade etmektedir. Gömülü sistemlerdeki fiziksel kısıtlamalar, fiziksel dünyayla etkileşim sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bunlar; (1) fiziksel bir çevreye tepki ve (2) fiziksel bir platformda yürütmedir. Buna göre, iki tür fiziksel kısıtlama; çevreye tepki olarak çıkan kısıtlamalar ve uygulama kısıtlamalarıdır. Tepkisel kısıtlamalar sistemin davranışsal gerekliliklerinden kaynaklanmaktadır. Uygulama kısıtlamaları ise; mevcut işlemci hızları, güç ve donanım arızası oranları; sistemin uygulama gereksinimlerinden kaynaklanırlar.

Aydemir (2018) gömülü sistemleri, herhangi bir sistemin bünyesinde bulunarak o sisteme akıllı olma özelliğini sağlayan donanım ve yazılımlardan oluşan bütün olarak tanımlamaktadır. Günlük hayatta kullanılan eşyaların hemen hemen tümünde bu tür gömülü sistemleri görmek mümkündür. Banka ATM cihazları, cep telefonu, televizyon, fotokopi makinesi, mikrodalga fırın bunlardan bazılarıdır. Pamuk (2007); gömülü sistemleri, donanım ve yazılımın sıkı bir birliktelik içinde çalıştığı ve başka çevre birimlerinin de olduğu belirli bir amaç için tasarlanmış sistemler olarak tanımlamaktadır. Gömülü sistemlerde, sistemin belirli bir amaç için tasarlanmış olması önemlidir. Gömülü sistemler bilgisayarlardan farklıdır ve önceden belirlenmiş görevleri tamamlamak üzere tasarlanmış bir cihazın veya küçük bir sistemin çalışmasını kontrol

eden ya da çalışmasını destekleyen bir sistemdir. Gömülü sistemler içinde bir işlemci, bir mikrodenetleyici ayrıca çeşitli çevre birimleri de bulunmaktadır. Gömülü sistemler donanım bakımından bilgisayarlardan daha düşük kaynaklara sahiptir dolayısıyla güç tüketimleri azdır. Günümüzde farklı gömülü sistemlerin programlanması için çeşitli özelliklere sahip programlama kartları gerekmekte ve programlama çoğunlukla bilgisayar ortamında gerçekleştirilmektedir (Çamurcu vd., 2014; Süvari, Çabuk, Yiğit ve Dağdeviren, 2018; Taşkın, Taşkın ve Sert, 2011). Bununla birlikte gömülü sistemler ile herhangi bir projeyi yapabilmek için öncelikle elektronik devre elemanları tanıyıp özelliklerini bilmek ve temel elektrik bilgisine sahip olmak önemlidir (Aydemir, 2018).

Gömülü sistemlerin; yazılım geliştirme, takım çalışması, bileşenlerin yeniden kullanımı, insan iletişimi, test etme ve doğrulama, model oluşturma, bütçeleme ve zaman yönetimi gibi konularda beceri sağlayacağı belirtilmektedir (Jamieson, 2011). Ayrıca gömülü sistem projelerinin öğrencilerin fikirlerini somutlaştırabilecekleri keyifli ortamlar oluşturacağı ifade edilmektedir (Blikstein, 2018).

Eğitimde gömülü sistemlerin kullanımının araştırılması erken bir aşamada olduğundan, eğitimciler için bu cihazların hem zorluklarını hem de potansiyellerini inceleyebilecekleri bir fırsat oluşmaktadır.

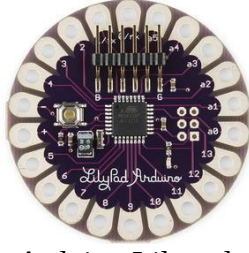
Akıllı Cihazlar

Endüstri 4.0 vizyonu açısından içine gömülü olarak yazılım ve donanım yerleştirilebilen her fiziksel varlık akıllı ve bağlantılı nesne adayıdır. Akıllı cihazlar; donanım ve yazılımı içeren gömülü sistem yapısıyla yapay zekâ uygulamaları geliştirebilen, karar seçenekleri üretebilen, çevreden gerçek zamanlı veri toplayabilen ve verileri eyleme dönüştürebilen, diğer akıllı ve bağlantılı nesneler ile iletişim kurabilen makinelerdir. Canlıların çevrelerinde olanları duyu organlarıyla algılaması gibi, akıllı cihazlar da algılayıcıları (sensörler) sayesinde ışık, nem, sıcaklık, ses, kuvvet, mesafe, ivme gibi değerleri algılayabilmektedir. Gömülü donanım ve yazılıma sahip akıllı cihazlar, çevresel durumları tespit etmek için kendileriyle ilişkilendirilmiş sensörlerden gelen verilere dayalı olarak kararlar üretmektedir (Banger, 2017).

Gelişmiş akıllı sistemlerin üretilmesi ve kullanılması ekonomik büyümeyi, yeni mesleklerin ve fırsatların oluşmasını sağlayacak, öte yandan sosyal yaşamı, sağlığı, güvenliği (Çamurcu vd., 2014), spor, eğitim, sanat, mühendislik alanlarını da büyük ölçüde etkileyecektir. Akıllı cihazlar, yapay zekâ, nesnelerin interneti, gözlük, çanta,

elbise gibi giyilebilir teknolojileri içerebilir (Gros, 2016). Son yıllarda eğitsel yenilikçiliği teşvik etmek amacıyla k12 düzeyinde kodlama, maker hareketi gibi etkinlikler okullarda ve öğretim programlarında yer almaktadır. Maker hareketi okullarda yaratıcılığı ve yenilikçi değişimi desteklemeye yardım etmekte ve k12 düzeyinde STEM eğitimi, kodlama eğitimi ve bilgi işlemsel düşünmeyi birleştirmektedir (Taylor, 2016). Eğitimde akıllı cihaz geliştirme, bahsedilen bu hareketleri birleştirmek için kullanılabilecek teknolojik ve eğitim araçlarından biridir. Akıllı cihaz geliştirme, öğrencileri yeni ortaya çıkan ve yenilikçi teknolojilerle tanıştıırken, öğrencilerin gelecekte teknolojik ürün tüketicileri değil, aktif yaratıcı olmaları için kendilerini yetiştirme eylemine katılımlarını teşvik etmektedir.

Akıllı cihaz geliştirme, öğrencilere teknolojinin gerçek hayatta nasıl çalıştığını keşfetme fırsatı sunar (Eguchi, 2014). Akıllı cihazlar geliştirmek üzere farklı platformlar bulunmaktadır. Bu platformlardan biri olan Arduino, pahalı donanımlara göre ucuz bir alternatif olması, Arduino kartlarını kullanmayı öğrenmenin diğer kartları kullanmayı öğrenmekten daha kolay olması, farklı projeler ve uygulamalar oluşturmak için kullanıcı dostu donanımı ve yazılımı temel alan açık kaynaklı elektronik platforma sahip olması gibi sebeplerle yaygın olarak kullanılmaktadır (D'Ausilio, 2012; Ling ve Wah, 2019). Arduino Uno ve Arduino Lilypad gibi birçok mikrodenetleyici ve yapım setleri (Buechley ve Eisenberg, 2008) eğitim ortamlarında kullanılmaktadır, ancak öğrencilerin devre kurma, lehimleme, dikme gibi el becerilerine sahip olmalarını gerektirmektedir (Resnick ve Silverman, 2005). Arduino setlerini kullanmak, öğrencilerin gömülü sistem yazılımı ve donanımı tasarımıyla karşılaşabileceği zorlukları yaşamaktan kaçınmalarına fırsat vermektedir (Jamieson, 2011). Arduino, esnek, kullanımı kolay donanım ve yazılıma dayalı açık kaynaklı bir elektronik prototip platformudur. Öğrenciler, mühendisler, sanatçılar, tasarımcılar, hobi olarak etkileşimli nesneler veya ortamlar yaratmak isteyen herkes için tasarlanmıştır ve STEM/STEAM eğitimi için en başarılı araçlardan biri olarak görülmektedir (www.arduino.cc). Ersoy ve diğerleri (2011) kodlama eğitiminde soyut kavramların somutlaştırılmasında Arduino ve benzeri platformların önemli bir çözüm olacağını ifade etmektedir. Kullanım amacına, boyutuna, üzerinde bulunan pin sayısına ve mikroişlemci çeşidine göre birçok farklı tipte Arduino kartı bulunmaktadır. Şekil 3'te Arduino mikrodenetleyicilerinden Arduino Lilypad ve Arduino Uno'nun görselleri yer almaktadır.



Arduino Lilypad



Arduino Uno

Şekil 3. Arduino Lilypad ve Arduino Uno Mikrodenetleyicileri

Mikrodenetleyiciler, programlanabilme, bir programı içerisinde depolayıp daha sonra çalıştırabilme özelliğine sahiptir. Bu cihazlarla etkileşimli nesneler geliştirilebilir, farklı sensör ve anahtarlar ile veri girişi sağlanabilir ve ışık, ses, motor vb. fiziksel çıktılar kontrol edilebilir. Mikrodenetleyiciler ne amaçla kullanılmak istenildiğine bağlı olarak seçilebilir. Örneğin; Arduino Uno mikrodenetleyici kartı üzerinde 6'sı PWM pin çıkışı olmak üzere toplam 14 dijital giriş/çıkış pini, 6 analog giriş pini, bilgisayara bağlamak için bir USB bağlantısı, bir yeniden başlatma (reset) düğmesi ile güç girişi bulunur (D'Ausilio, 2012). Arduino Lilypad mikrodenetleyici kartı üzerinde de Arduino Uno'ya benzer şekilde 6'sı PWM pin çıkışı olmak üzere toplam 14 dijital giriş/çıkış pini, 6 analog giriş pini, bilgisayara bağlamak için bir FTDI bağlantısı, bir yeniden başlatma (reset) düğmesi, pil bağlamak üzere artı ve eksi pinler bulunmaktadır. Ayrıca dikilebilme ve yıkanabilme özellikleri ile giyilebilir projeler üretmek için kullanılmaktadır (Nayyar ve Puri, 2016).

Eğitim ortamlarında Arduino kullanmanın en büyük yararları şunlardır (Buechley ve Eisenberg, 2008; D'Ausilio, 2012; Eguchi, 2014; Jamieson, 2011; Karışan ve Yurdagül, 2017; Ling ve Wah, 2019; Nayyar ve Puri, 2016; Zengin, 2016):

- Kurulum kolaylığı, tak ve çalıştır özelliği,
- Çok sayıda açık kaynaklı projeye ulaşılabilmesi,
- Windows, Linux ve Mac platformlarında çalışabilmesi,
- Düşük maliyetli donanım ve set olarak satın alabilme,
- Amaca göre farklı donanım seçenekleri olması,
- Programlamak üzere ücretsiz yazılımlara erişebilme (Scratch, Modkit, Arduino IDE),
- Öğrencilerin hızlı prototip yapabilmesi,

- Disiplinler arası proje tabanlı öğrenme ile öğrencilerin motivasyonlarını ve öğrenme isteklerini artırması, işbirliği, iletişim, yaratıcılık, eleştirel düşünme gibi becerileri kazanmalarını sağlaması,
- Öğrencilerin STEAM e yönelik ilgilerini artırmada önemli bir öğretim ve öğrenim aracı olması,
- Disiplinler arası çalışmaları destekleyen bir araç olarak kullanılabilmesi,
- Kolay programlanabilmesi (Scratch, Modkit gibi görsel programlama dillerinde dahi programlanabilir olması),
- Gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanılabilmesidir.

Ayrıca programlama dilleri öğretiminde soyut kavramlarla çalışılmaktadır. Bu durumun neden olabileceği olumsuzlukların giderilmesinde ve öğrencilerin yazdıkları kodun çalışır halini fiziksel olarak ve anında gözlemleyebilmelerinde, yani programlama ile ilgili soyut kavramların somutlaşmasında Arduino ve benzeri platformlar önemli bir çözüm sunmaktadır (Ersoy vd., 2011; Numanoğlu ve Keser, 2017).

Giyilebilir Teknoloji

Akıllı cihazların giderek küçülmesi taşınabilir hale gelerek giyilebilir teknolojiler olarak kullanılmasını sağlamıştır. Giyilebilir teknoloji kavramı alanyazında giyilebilir cihaz (Osswald, Weiss ve Tscheligi, 2013), giyilebilir bilişim (Bozkurt, 2018; Sadiku, Alam ve Musa, 2017), giyilebilir bilgisayarlar, giyilebilir sensör (Bozkurt, 2017; Bozkurt, 2018), akıllı giyilebilirler (Niknejad, Ismail, Mardani, Liao ve Ghani, 2020; Pal, Vanijja, Arpnikanondt, Zhang ve Papasratorn, 2019), elektronik tekstil (Azeem, 2019; Litts vd., 2017), akıllı tekstil, akıllı kumaş (Puranikmath ve Babu, 2020) gibi kavramlarla da anılmaktadır. Ener (2015) giyilebilir teknolojileri, kullanıcının aksesuarları, giysileri ya da vücudu üzerine, içine ya da altına gömülebilen, yerleştirilebilen ya da giyilebilen cihazlar olarak, Bower ve Sturman (2015) ise, bağlamsal olarak ilgili bilgilere sorunsuz bir şekilde erişmek, etkileşimde bulunmak ve bilgi alışverişi yapmak için kablosuz bağlantı içeren giyilebilir dijital cihazlar olarak tanımlamaktadır. Bozkurt'a (2017) göre giyilebilir teknoloji kullanıcıların verilerini gerçek zamanlı olarak sorunsuz bir şekilde algılamak, takip etmek, tanımlamak, izlemek, teşhis etmek için kullanılan, bağlama duyarlı teknolojiler aracılığıyla

kullanıcılardaki davranışsal, biyolojik, duygusal değişimleri ve ortam verilerini analiz eden ve raporlayan giyilebilir, gömülebilir, içine yerleştirilebilir, dövme olarak kullanılabilir çok çeşitli dijital malzemeleri ya da cihazları ifade etmektedir. Giyilebilir teknolojiler, sıklıkla sağlık ve fiziksel aktiviteler ile ilgili bilgileri izlemek için kullanılan, etkinlikleri izleyen, kişiselleştirilmiş bir asistan olarak çalışabilen sensörlerle donatılan, hafif, giyilmesi kolay, sensörlere sahip akıllı cihazlardır. Giyilebilir teknolojiler, kullanıcıların günlük işleri daha hızlı bir şekilde yapmalarını sağlayarak zamandan ve emekten tasarruf sağlar (Liu, 2014). Giyilebilir cihazlardan bilgi toplamak için sensörler kullanılmaktadır. Giyilebilir akıllı cihazlar insan bedenine ya da dış ortama ait çeşitli verileri toplamak, bulundurduğu sensörler sayesinde değişimleri algılamak ve sensörlerin ilettiği verilere göre tepki vermek üzere tasarlanmaktadır. Giyilebilir teknolojiler genellikle günlük hayatta da kullanılan akıllı şapka, akıllı lens, gözlük, yüzük, kolye, saat, çanta, bileklik, elbise, dövme gibi aksesuarlar şeklinde tasarlanabilmektedir (Sezgin, 2016). Tasarlanan giyilebilir teknolojinin özellikleri ve sunduğu imkânlar ayrıca boyutu da oldukça önemlidir. Giyilebilir teknolojilerin eğitimde kullanımı için maliyeti düşük ve boyutu küçük olan, görsel programlama dilleri ile programlanabilen, yıkanabilen ve dikilebilen Arduino Lilypad bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. LilyPad Arduino, e-tekstil ve giyilebilir projeler için tasarlanmıştır. Mikrodenetleyiciler, güç kaynakları, sensörler, ledler, titreşim motoru gibi donanımlar iletken iplik ile kumaşlara ve aksesuarlara dikilebilmektedir (www.arduino.cc). Kafai ve diğerleri (2014b) LilyPad Arduino devresinin kızların STEM konularına daha fazla ilgi duymasına yardımcı olma potansiyeline sahip olduğunu, aynı zamanda, insanların devreler hakkında daha fazla bilgi edinmesi ve bunu kendi başlarına yapabilmelerinin ekonomik bir yolu olduğunu belirtmektedir.

Giyilebilir teknolojiler insanlarla ilişkilendirilebilen ölçümler yapabilmekte, bu durum nicel insan ya da ölçülebilen kişi kavramlarını ön plana çıkarmaktadır (Bozkurt, 2018).

Giyilebilir teknolojilerin öğrenci katılımını sağlayarak ve öğretimi farklı yönlerde geliştirerek sınıf ortamında çok değerli bir varlık olarak hizmet edebileceği, eğitimciler tarafından öğretimi kolaylaştırmak, kaliteyi artırmak amacıyla kullanılabileceği, akademik başarıyı artırabileceği ve öğrenci etkileşimini sağlayabileceği belirtilmektedir (Attallah ve Ilagure, 2018; Borthwick, Anderson, Finsness ve Foulger, 2015; Liu, 2014). Bununla birlikte giyilebilir teknolojiler, öğrencilere mühendislik tasarımı ve bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) kavramlarını gerçek dünya

problemlerine işlevsel çözümler bularak öğretme fırsatı sunar (Barker, Nugent, Grandgenett, Keshwani, Nelson ve Leduc-Mills, 2018) ve somutlaştırılmış öğrenmeyi destekleyerek zengin bağlamsal öğrenme deneyimleri sağlar (Buchem, 2019).

Giyilebilir teknolojilerin eğitsel bağlamlarda kullanım yöntemleri ve şekilleri:

- Yapararak yaşayarak öğrenme bağlamında hızlı destek ve geribildirim (Charlton ve Poslad, 2016)
- STEM/STEAM eğitiminde kullanım (Tofel-Grehl ve diğerleri, 2017)
- Öğrencilerin dikiş dikmeyi, kodlamayı ve elektronik devreyi öğrenmelerini sağlama (Hébert ve Jenson, 2020)
- Öğrencilerin ilgilerini çekme ve öğretmenler için eğitsel bir araç olarak kullanım (Norooz vd., 2015)
- Öğrencilerin motivasyon ve yaratıcılıklarını artırma (Engen, Giaver ve Mifsud, 2017; Lau ve diğerleri, 2009)
- Öğrencilerin kodlama ve elektronik devre kurma becerilerini artırma (Litts vd., 2017)
- Öğrenme etkinliklerinin tasarlanmasında disiplinler arası çalışma imkânı sunma (Engen ve diğerleri, 2017)
- Giyilebilir kişiselleştirilmiş öğrenme teknolojilerinden veri toplayarak, öğrenci profillerinin oluşturulmasını sağlama (Borthwick ve diğerleri, 2015)
- Bireylere ait gerçek hayat günlükleri tutarak, bu verilerin öğretim ortamlarına aktarılması (Engen vd., 2017)
- Özel gereksinimli bireylerin günlük hayat tecrübelerini geliştirmek üzere kullanımı (Borthwick vd., 2015; Hill, 2012; Labus vd., 2015)
- Bireylere ait sağlık verilerinin düzenli bir şekilde kayıt altına alınarak incelenmesi ve denetlenmesi (Borthwick vd., 2015) olarak sıralanabilir.

Giyilebilir teknolojilerin potansiyel yararları yanında bu teknolojilerin yaygınlaşması beraberinde verilerin gizliliği ve güvenliği ile ilgili endişeleri artırmakta, dolayısıyla etik sorunu ortaya çıkmaktadır. Giyilebilir teknolojilerle, kullanıcılar etkileşimde bulundukları bireylerin verilerini kayıt altına alabilecek ve bu verileri başka ortamlara aktarabileceklerdir (Kuzu Demir ve Demir, 2016; Resnick ve Chircu, 2018). Bu bağlamda okullarda giyilebilir akıllı cihazlar gibi teknolojiler kullanılırken öğretmen eğitimlerinde ve öğretim programlarında öğrencilerin veri kullanımı ile ilgili etik

kurallara uymasının, dijital vatandaşlık konularına değinilmesinin ve bu bilgilerin öğrencilere aktarımının önemi büyüktür (Borthwick vd., 2015).

Disiplinler Arası Öğrenme Süreci

Disiplinler arası kavramı, iki veya daha fazla disiplin arasındaki bir diyalog ya da etkileşim biçimi olarak tanımlanmaktadır (Humes, 2013). Repko (2008) disiplinler arası çalışmaları, tek bir disiplin tarafından yeterince ele alınamayacak kadar geniş ya da karmaşık olan bir konuyu ele alan, bir problemi çözen ya da bir soruya cevap veren ve daha kapsamlı bir anlayış ya da bilişsel ilerleme sağlamak amacıyla fikirleri bütünleştiren bir süreç olarak, Rowntree (1982) iki veya daha fazla disiplinin tercihen birbirleriyle etkileşime gireceği ve birbirlerinin bakış açıları üzerinde bir etkisi olacak şekilde bir araya getirilmesi olarak tanımlamaktadır.

Disipline özgü öğrenme, özellikle bir konu alanının temel anlayışı için önemli olmakla birlikte, disiplinler arası öğrenme, daha üst düzey düşünme becerileri geliştirme ve öğrencilerin konu alanları arasında anlamlı bağlantılar kurmalarına yardımcı olma potansiyeline sahiptir (Ivanitskaya, Clark, Montgomery ve Primeau, 2002). Disiplinler arası öğretim yaklaşımı gerçek dünya problemlerinin çözümünü destekleyen bağlamsallaştırmaya uygundur (Gürkan, 2016). Öğrencilerin öğrenme ve çalışma becerilerini geliştirmek için; öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarını ve stillerini anlamaya, öğrenme ve öğretimi bağlamsallaştırmaya ihtiyaç duyulur, böylece öğrenciler teorik bilgileri uygulayarak öğrenebilirler. Çoğu etkili bağlamsallaştırma temelli öğrenme dersleri disiplinler arasıdır, yani farklı alanlardaki ders içeriğini bütünleştirmek üzere kurulur. Öğrenciler kurumların karşılaştığı bir problemin çözümü için çalışanlarla etkileşime girdiğinde ya da diğer öğretmenler ve alan uzmanlarından bilgileri somut deneyimlerle öğrendiklerinde gerçek hayattaki durumlar hakkında bilgi edinip, çok yönlü bir eğitim tabanı oluşturabileceklerdir (Baker ve diğerleri, 2009; Curry, Wilson, Flowers ve Farin, 2012; Mossuto, 2009). Disiplinler arası yaklaşımların öğrenilme nedeni, tek bir disiplin açısından ele alınamayacak kadar karmaşık olan birçok konuyu kapsamasından kaynaklanmaktadır (Humes, 2013). Disiplinler arası yaklaşımlar, öğrencileri ilgisiz gibi görünen alanlar arasındaki bağlantıları algılamaya teşvik eder, böylece öğrencinin bilgiyi düzenleme sürecini kolaylaştırır, geleneksel yaklaşımlara göre, analiz etme, uygulama, genelleme gibi daha üst düzey düşünmeyi vurgular ve disiplinler arasında anlamlı bağlantılar arar. Disiplinler arası öğrenme, disipline özgü

Çalışmalarda yerleşik olan bilgiden daha bütüncül bir bilgi oluşturmalıdır (Ivanitskaya vd., 2002). Öğrenilen bilgilerin günlük hayattan kopuk olması, öğrenilen bilgilerin soyut ve bu bilgileri uygulamanın zor olması gibi problemlerle karşılaşılmaktadır (Yıldırım, 1996). Karşı karşıya kalınan problemler karmaşıklaşıka, tek bir disiplinle çözüme ulaşılamayacak dolayısıyla disiplinler arası araştırma ön plana çıkacaktır. Günlük yaşamda karşılaşılan sorunların çözümünde farklı disiplinlerden edinilen bilgiler kaynaştırılarak sonuca ulaşılmaktadır. Disiplinler arası öğrenmede farklı disiplinlerden gelen insanlar arasındaki iletişimin önemi sebebiyle işbirliği ve ekip çalışması vurgulanmaktadır (Humes, 2013). Disiplinler arası öğretim, aynı anda birden fazla akademik disipline bilgiyi, ilkeleri ve / veya değerleri uygulamak için bilinçli bir çaba gerektirir. Disiplinler, ortak bir tema, sorun, süreç, konu ya da deneyim ile ilişkili olabilir (Jacobs, 1989). Öğretmenler farklı disiplinler arasında ilişki kuramadıklarında, öğrenciler öğrendikleri bilgileri başka konu ve kavramlarla bağdaştıramayacak dolayısıyla konular arasında anlamlı bir ilişki kurmakta zorlanacaklardır. Öğrenciler öğrendikleri bilgileri farklı disiplinler ile ilişkilendirdiğinde gerçek dünya problemlerini çözebilecek becerileri edineceklerdir. Bu bağlamda öğretmenleri disiplinler arası öğrenmeye teşvik edecek öğretim programlarının hazırlanması ön plana çıkmaktadır. Güder ve Gürbüz (2018) alışmalarında farklı disiplinlerin gerçek yaşamla ilişkilendirildiğinde, öğrencilerin ilgisini çektiğini, disiplinler arası model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin disiplinler arası ilişkilendirme becerilerini geliştirdiğini, disiplinlere yönelik tutumlarını olumlu olarak etkilediğini ve gerçek yaşam durumlarının öğretim programlarına dâhil edilmesi gerekliliği görüşlerini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte öğretim programlarında disiplinler arası bağlantıların nasıl sağlanacağı, hangi etkinliklerin yapılabileceğine yönelik bilgilerin detaylı olarak verilmediği ifade edilmektedir.

Disiplinler arası çalışmaların farklı alanlardaki öğrenci becerilerinin geliştirilmesinde, farklı alanlara olan ilgilerinin artırılmasında, işbirlikli öğrenme becerilerinin ve üst düzey becerilerin geliştirilmesinde büyük bir öneme sahip olduğu belirtilmektedir (Deral ve Ceran, 2011; Humes, 2013; Jiang, Shen ve Smith, 2019; Numanoi vd., 2019). Disiplinler arası programlara katılan öğrencilerin, tek bir disiplinden elde edilen içeriğe özgü bilgilerden ziyade bütünleşik bakış açıları ve çözüm odaklı stratejiler edinmeleri daha muhtemeldir. Disiplinler arası çalışmaların beklenen öğrenme ıktıları, üstbilişsel becerilerde ve eleştirel düşünmede genel bir ilerlemeyi içermektedir. Edinilen bu öğrenme ıktıları başka bağlamlara, sorunlara ve konulara

bilginin transferini sağlamada katkıda bulunur (Ivanitskaya vd., 2002). Keçeci, Alan ve Kırbag Zengin (2017), öğrencilerin matematik, fen bilimleri vb. temel bilimlerin ürettiği bilgileri alıp, mühendislik ve teknoloji ile kaynaştırmasıyla yaşamda değerli yenilikler yapan, ürünler geliştiren, okul ortamında edindikleri bilgileri yaşamlarına uygulayabilen, günlük yaşamda karşılaşılabilen problem durumlarına çözümler üretebilen bir birey olarak yetişmelerinin önemine dikkat çekmektedir. Okullarda fen, matematik, bilişim teknolojileri derslerini ayrı öğretmenlerin birbirinden bağımsız şekilde işlemelerinden, disiplinler arasında ilişki ile öğretmenlerin birbirleriyle ortaklaşa yapabileceği etkinliklerin artırılmasıyla öğrencilerin derslere olan tutumlarının olumlu yönde etkileneceği ifade edilmektedir.

Dünya çapında gerçekleşen değişimlerle birlikte eğitim sistemlerinin de kişilerin becerilerini ve sosyal değerlerini geliştirmesine olanak sağlayacak biçimde güncellenmesi zorunluluk haline gelmiştir. Bu bağlamda son zamanlarda ülkemiz de dünyadaki eğilimlerle paralel olarak, karmaşık bir problemi çözebilen, eleştirel düşünebilen, yenilikçi üretimler yapabilen, üst düzeyde iş birliği geliştirebilen, etkili iletişim becerisine sahip, uluslararası düzeyde rekabet edebilen nesiller yetiştirebilmeyi amaçlamaktadır (MEB, 2017b). Bu bağlamda son yıllarda STEM eğitiminin öğretim programlarına dâhil edildiği görülmektedir. Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinden oluşan STEM, öğrencileri gerçek dünyadaki sorunlara ve uygulamalara dayalı olarak disiplinlerarası ve uygulamalı bir yaklaşımla yetiştirme fikrine dayanan bir öğretim programıdır (Ling ve Wah, 2019). STEM'in çıkış noktası her ne kadar Birleşik Devletlerin ve diğer batılı ulusların matematik ve fen alanlarında belli ülkelerin gerisinde kaldıklarını gösteren araştırmalara dayansa da (Jolly, 2014; National Science Board, 2012; Venkataraman, Riordan & Olson, 2010), günümüz okullarında en etkili olabilecek eğitsel yaklaşımlardan birini temsil etmektedir (Bender, 2016). Myers ve Berkowich (2015), STEM dönüşümünü; öğretim programının tasarlanması, organize edilmesi ve uygulanması dâhil, anaokulundan 12. sınıfa kadar eğitimin yeniden düşünülmesini teşvik ettiğini dile getirmektedir. STEM eğitimi yaklaşımında disiplinler arası ilişkilendirme sıkça vurgulanmakta (Güder ve Gürbüz, 2018) ve disiplinler arası çalışmalar vasıtasıyla öğrencilerin fen bilimleri, matematik, teknoloji ve mühendisliğe yönelik beceri ve bilgiler kazanmaları amaçlanmaktadır (Çepni, 2018). Bender (2016), STEM eğitiminin disiplinler arası olması dolayısıyla öğrencilerin, fen ve matematik konularının birbirinden tamamen farklılaşmadığını, tarih ve fen alanlarında gerçek dünya problemlerini çözmek için de birlikte çalışabileceklerini, bu nedenle STEM'in

disiplinler arası bir çerçevede değerlendirildiğini dile getirmektedir. Uluslararası boyutta gerçekleştirilen TIMSS, PISA vb. çalışmalarda matematik ve fen soruları dikkate alındığında, Türkiye’de de çok disiplinli ve disiplinler arası çalışmalara başlandığı görülmektedir. Özellikle STEM eğitiminde fen, matematik, mühendislik, teknoloji alanlarının kaynaştırılması öğrencilerin kaygılarını azaltmak, olumlu tutumlar geliştirmelerini ve teknik alanlarda meslek seçimlerini yapmalarını sağlamak gibi avantajlar içermektedir (Benedict ve Briggs, 2019; Çepni, 2018). STEM işgücünün artırılması, STEM bilgi ve becerilerinin bütünleştirilmesinde disiplinlerarası bir yaklaşım gerekmektedir. Öğrenciler STEM kavramını gerçek dünya problemleri ile birleştirdiklerinde okul, toplum, iş ve küresel bir bağlamda STEM bilgisini uygulamayı öğreneceklerdir (Eguchi, 2014). STEM, öğrenciler tarafından işbirliği içinde ve bilimsel yöntem kullanılarak çözülecek gerçek dünya problemlerine odaklanan bilimsel olarak temellendirilmiş öğrenci merkezli öğretimi içermektedir. Bilimsel yöntem STEM eğitiminde temel öğedir. Bilimsel yöntemin aşamaları; gözlem ve özetleme, bir soru sorma, bir hipotez kurma, hipotezi test etmek için araştırma yapma, sonuçları gözlemlenme, sonuçları ortaya koyma olarak sıralanabilir (Bender, 2016).

Jolly (2014), iyi bir STEM eğitimi için altı özellik tanımlamaktadır:

1. STEM dersleri gerçek dünya problemlerine odaklanmaktadır.
2. STEM dersleri, mühendislik tasarım süreci tarafından yönlendirilir.
3. STEM dersleri öğrencileri uygulamalı sorgulamaya ve açık uçlu araştırmaya çeker.
4. STEM dersleri, öğrencileri verimli ekip çalışmasına dâhil eder.
5. STEM dersleri, öğrencilerin öğrendiği matematik ve fen içeriğini dikkatlice uygular.
6. STEM dersleri öğrenmenin gerekli bir parçası olarak birden fazla cevaba ve tekrar tekrar hata yapmaya izin verir.

STEM kavramı son yıllarda STEM+Girişimcilik (STEM+E), STEM+Sanat (STEAM), STEM +Araştırma+ Sanat (STREAM) gibi STEM içine farklı boyutlar da katılarak STEM+ olarak da anılmaya başlamıştır (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015; Çepni, 2018; Myers ve Berkowicz, 2015). Yapılan disiplin eklemelerinin STEM’in disiplinler arası doğasından kaynaklandığı söylenebilir. Disiplinler arası yaklaşımın STEM eğitiminin uygulamaya dönüşmesinde anlaşılması gereken bir kavram olduğu, şimdiye dek uygulanan ST (Fen-Teknoloji), SM (Fen-Matematik), SM (Fen-Mühendislik) modellerinin STEM eğitimindeki sınırlı

birleşmeler olduğu ve bu modellerle STEM okuryazarlığına sınırlı katkılar sağlanabileceği belirtilmektedir. Ayrıca STEM yoluyla öğrenciler matematik ve fen derslerinde öğrendikleri bilgileri günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri bir sorunu çözebilecek bir ürüne dönüştürebilmektedir. Bu uygulamaların öğretim programlarında belirtilen bağlam/yaşam temelli konulara ve önerilen ders yapılarına uygunluğunun gerekliliği vurgulanmakta (Çepni, 2018) fakat STEM eğitiminin önemi vurgulanmasına rağmen, STEM uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların ülkemizde sınırlı sayıda olduğu belirtilmektedir (Güder ve Gürbüz, 2018).

Kodlama ve robotik STEM eğitiminin en yeni araçlarından. Kodlama küçük yaştaki öğrencilere yönelik basit programlama dillerini kullanarak bilgisayar programlamayı öğretmeyi amaçlar (Gardiner, 2014). Kodlama temel olarak bir bilgisayar ya da bir robota ne yapacağını söyleme işidir. Son yıllarda kodlama ile robotik kavramları STEM sınıflarında vurgulanmakta ve gelecekte her birey için gerekli bir beceri olarak öngörülmektedir. STEM bağlamında kodlama sıklıkla akıllı cihaz geliştirme ile eşleştirilmektedir. Çoğu STEM eğitimcisi tarafından kodlama ve akıllı cihaz geliştirme iç içe geçmiş halde görülmektedir, bu bağlamda tüm STEM öğretmenlerinin bu teknoloji uygulamalarını keşfetmeleri gerekmektedir. Ayrıca kodlama ve akıllı cihaz geliştirme öğretimi STEM sınıflarında güçlü bir motivasyon aracı olabilmektedir (Bender, 2016). STEM öğretiminde robotiğin mühendislik ve teknoloji kavramlarının gerçek dünyadaki uygulamalarını mümkün kılması, bilim ve matematiğin soyutluluğunu ortadan kaldırmaya yardımcı olması sebebiyle etkili olduğu belirtilmektedir. Ayrıca problem çözme ve takım çalışması dışında, mühendislik tasarım süreci becerileri kazanmanın da önemli olduğu ifade edilmektedir. Yani problem tanımlanır, çözümler planlanır, modellemeler yapılır, model test edilir ve robotlar yeniden tasarlanırken, öğrenciler teknolojinin nasıl çalıştığını öğrenmekle birlikte, kazanılan becerileri ve içerik bilgilerini de uygulama fırsatı elde ederler (Benitti, & Spolaor, 2017). Ntemngwa & Oliver (2018) ortaokul fen bilimleri dersinde robotları kullanarak STEM eğitimi uygulamaları yapmışlar ve uygulama sonucunda öğrencilerin aktif olarak sürece dâhil olduklarını, böylece motivasyonlarının ve ilgilerinin arttığını, mühendislik tasarım süreci, sorgulama ve problem çözme süreçleri hakkında bilgi edindiklerini, aynı zamanda ivme ve programlama gibi kavramları STEM ile öğrendiklerini dile getirmişlerdir. Benedict & Briggs (2019) ortaokul matematik dersinde robot uygulamalarının öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırdığını, ekiple çalışma becerisi kazandırdığını, akranlarıyla iletişim becerilerini geliştirdiklerini,

öğrencilerin mühendislerle etkileşime girmelerinin etkinliklerini zenginleştirdiğini ve edinilen bilgilerin gelecekte iş olanakları ile bağlantı kuracağını ifade etmektedirler. Naizer, Hawthorne & Henley (2014) matematik, fen ve teknoloji alanlarına karşı ortaokul öğrencilerinin tutumlarını incelemek amacıyla bilgisayar oyunu programlama ve robotik projeleri üretmişler ve sonuç olarak öğrencilerin fen, matematik, teknoloji ve problem çözme konularında ilgilerinin arttığı, matematik, fen ve teknoloji ile ilgili akademik ve kariyer olanaklarına ilişkin bilgi ve ilgilerini artırmada programın başarılı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bununla birlikte ön testte kız ve erkek öğrencilerin tutumları arasında anlamlı bir fark olduğunu, son teste ise bu farkın daraldığını gözlemlemişlerdir. Christensen, Knezek & Tyler-Wood (2015) STEM uygulamalarının gerçek dünya ile ilgili olduğunda, öğrencilerin STEM içeriğine ve STEM kariyerlerine olumlu etki yapacağını dile getirmişlerdir. Korkmaz, Acar, Çakır, Erdoğan ve Çakır (2019) ise 7. sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmalarında Lego Mindstorms Ev3 tabanlı eğitsel robot etkinliklerinin öğrencilerin fen bilimleri dersi tutumlarına ve STEM beceri düzeylerine olan etkilerini ortaya koymayı amaçlamışlar. Eğitsel robot setleri kullanılarak tasarlanan etkinliklerin öğrencilerin STEM beceri düzeylerini anlamlı düzeyde artırdığı, STEM beceri düzeylerine yönelik olumlu etkisinin olduğu ve derse yönelik tutumlarına kısmen katkı sağladığı sonuçlarına ulaşmışlardır.

English (2017) sürekli değişen dünyamızda STEM yetkinliklerinin giderek daha fazla gerekli olacağını öngörürken, STEM eğitimi ilerletme yolundaki hangi yaklaşımların en etkili olacağını tahmin etmenin zor olduğu belirtmektedir. Proje tabanlı Öğrenmenin (PTÖ) STEM için etkili ve önemli bir öğretimsel yaklaşım olduğu dile getirilmektedir (Bender, 2016; Çepni, 2018; Laboy-Rush, 2011). Myers ve Berkowich (2015), PTÖ ile STEM öğretimini birbiriyle özdeşleştirmekte ve her iki kavramın da gerçek dünya problemlerinin çözümü üzerine odaklanan, işbirlikli öğrenmeyi vurgulayan, öğrencilerin sürece aktif olarak katıldıkları öğretimsel vurgular içerdiğini belirtmektedir. Bender (2016) PTÖ'nün STEM ile çok uyumlu çalıştığı için önem kazandığını, gerçek dünya problemlerini kapsadığını ve takım olarak karar vermeyi kullandığı için bu öğretim yaklaşımının öğrencileri 21. yüzyıl çalışma dünyasına daha iyi hazırlayacağını ifade etmektedir. PTÖ öğrenci odaklı, öğretmen destekli bir yaklaşımdır (Thomas, 2000). Başbay (2005) PTÖ'nün etkili bir şekilde yürütülebilmesinin en önemli önkoşulu olarak disiplinler arası işbirliğinin kurulması gerekliliğini vurgulamaktadır. PTÖ sınıflarında disiplinler arası konular çalışılır, probleme odaklanılır, performans temelli başarı önemlidir, öğretmen bilgiyi

kolaylaştırıcıdır, işbirliği içinde grupla öğrenme söz konusudur (Capraro, Capraro ve Morgan, 2013). Benzer şekilde STEM eğitimi de öğrenciler tarafından işbirliği içinde ve bilimsel yöntem kullanılarak çözülecek gerçek dünya problemlerine odaklanan bilimsel olarak temellendirilmiş öğrenci merkezli öğretimi içermektedir (Bender, 2016). Grup çalışması, öğrencilerin katılımını, etkileşimini ve işbirliği içinde çalışmalarını destekleyen bir stratejidir. Gruplar içindeki etkileşim öğrencilerin etkili iletişim becerileri ve profesyonel ekip çalışma becerilerini geliştirmeye yardım eder. Bu süreçte öğretmenin rolü, eleştirel düşünme ve işbirliğini teşvik eden açık uçlu sorular sorarak grup içinde etkin öğrenci katılımını desteklemektir. İşbirlikli çalışma ortamı öğrencilere birbirlerinin görüşlerini eleştirmek ve kendi fikirlerini özgürce ifade etmek için fırsat sağlar. Ortaokulda PTÖ uygulamaları ile gerçek yaşam problemlerine çözüm bulmak öğrenciler için oldukça motive edici ve ilham vericidir. Bununla birlikte PTÖ uygulamaları öğrencilere gerçek dünya problemlerine çözüm bulabileceklerini ve dünyayı değiştirebileceklerini hissettirir ve öğrencileri gerçek dünyadaki görevlere çeken bir araç olarak düşünülebilir (Bell, 2010; Capraro vd., 2013). Öğrenciler araştırma konularıyla ilgili olduklarında ve motivasyonları yüksek olduğunda içgüdüsel olarak daha da öne çıkarlar. Motivasyon, gerçek dünyadaki problemler ve projeler ışığında sürdürülür. Gerçek dünya projeleri öğrenciler için öğrenmeyi derinleştirir (Bell, 2010).

PTÖ bağımsız düşünürler ve öğrenenler oluşturmak için kilit bir stratejidir. PTÖ, bir proje aracılığıyla öğretim programı kavramlarını öğreten bir öğretim yaklaşımıdır. Proje, araştırmayı harekete geçiren ve öğrencilerin edindikleri bilgileri uygulamalarına izin veren bir araştırma sorusu tarafından yönlendirilir. Öğrenciler kendi araştırmalarını tasarlayarak, öğrenmelerini planlayarak, araştırmalarını düzenleyerek ve çok sayıda öğrenme stratejisini uygulayarak gerçek dünyadaki sorunları çözerler (Bell, 2010).

PTÖ projesi için bileşenler; projenin duyurulması ve harekete geçirici bir soru sorulması, gerekli kaynakların listelenmesi, öngörülen eser ya da ürünler, bu ürünün geliştirilmesi için rubrikler ve son olarak ise nihai projeyi içermektedir. PTÖ projesinde nihai ürün öncesi genellikle prototip geliştirilir. Proje tabanlı öğrenmede en son ve en önemli ürün nihai projedir (Bender, 2016). Thomas (2000), bir projenin proje tabanlı öğrenme olarak kabul edilmesi için beş ölçüte sahip olması gerektiğini belirtmektedir. Bunlar;

1. Merkeziyetçilik: PTÖ’de, proje merkezi öğretim stratejisidir; öğrenciler disiplin ya da disiplinlerin temel kavramlarını proje aracılığıyla öğrenir.

2. Harekete geçirici soru: PTÖ projelerinde öğrencileri harekete geçirecek sorular öğrencilerin etkinlikleri, ürünleri ve performanslarının yanı sıra önemli bir entelektüel amaca hizmet etmek üzere uyarlanmalıdır.
3. Yapıcı araştırmalar: Projeler yoluyla öğrenciler sorgulamayı, bilgi oluşturmaya ve çözümlemeyi içeren hedef odaklı bir süreç olan soruşturmaya dahil olurlar. PTÖ’de proje etkinlikleri öğrencilerin yeni anlayış ve becerilerle bilgiyi dönüştürüp yapılandırılmasını içermelidir.
4. Özerklik: PTÖ projeleri daha çok öğrenci özerkliği, seçimi, sorumluluğu içermektedir.
5. Gerçekçilik: Projelerde gerçeklik hissi veren özellikler; konular, görevler, öğrencilerin oynadığı roller, proje çalışmasının yürütüldüğü bağlam, işbirliği içinde çalışma, üretilen ürünler, projenin hedef kitlesi olarak sayılabilir. PTÖ, gerçek dünya problemlerine odaklandığı ve uygulanabilir potansiyele sahip çözümleri olduğu için gerçek yaşamda karşılaşılabilen güçlükleri içerir.

Hem öğrenciler hem de öğretmenler PTÖ’nün faydalı ve etkili bir öğretim yöntemi olduğuna inanmaktadırlar. PTÖ’nin öğretmenler açısından faydaları profesyonelliğin ve işbirliğinin artması, öğrenciler açısından ise, öğrencilerin derse katılımını, kendine güvenini artırdığı ve öğrenmeye yönelik tutumlarında olumlu etkide bulunduğu (Thomas, 2000). PTÖ’nün faydaları aşağıda özetlenmektedir (Erdem, 2002; Korkmaz ve Kaptan, 2001):

- PTÖ’ de öğrenme disiplinler arası bir yaklaşımla, doğal bir çevrede gerçekleşir.
- Proje, tasarlama, yürütme ve değerlendirme aşamalarından oluşan bir süreçtir ve bu süreç ilgili becerilerin gelişmesini sağlamaktadır.
- Proje ile odaklanılan konuların öğrenilmesi ve ilgili konularda uzmanlaşılması sağlanır.
- Öğretim teknolojisinin etkili kullanımına yönelik bilgi ve beceriler kazanılmasını sağlar.
- Dışarıdan en az müdahale ile bireysel ve grupla çalışabilme becerisini kazandırır.
- Öğrenciyi bağımsız, tasarımcı, yaratıcı ve üretken yapar.
- Bireylerin kendilerine olan güvenlerini artırır ve öz saygı duygusunu geliştirir.

- Öğrenciler gerçek hayatta kullanabilecekleri ürünler oluşturarak, farklı proje konularıyla performanslarını birleştirerek kazandıkları bilgi ve becerileri uygulama fırsatı bulurlar.
- Öğrencilerin işbirliği içinde öğrenme etkinliklerine katılımlarını sağlar.
- Öğrencilerin kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirme becerilerini geliştirir.
- Öğrencilere öğrenme, araştırma, üst düzey düşünme, problem çözme becerisi, günlük yaşam becerileri, teknoloji kullanma becerisi, eleştirel düşünme becerisi, öz denetim becerisi, zaman yönetimi becerisi, öz yeterlik inancı, başarı hissi kazandırır.
- Yaşam boyu öğrenmeyi sağlar.
- Öğrenci performansı ile ilgili aile, öğretmen ve okul yönetimi anlamlı bilgileri edinir.

Bununla birlikte Korkmaz ve Kaptan (2001) PTÖ'nin bazı dezavantajları olduğunu şöyle sıralamıştır:

1. Öğretmenin iş yükünün ve sorumluluklarının artması
2. Öğrenmeye ayrılan zamanın artması
3. Sınırları iyi çizilmeyen bir araştırmada, konudan aşırı sapma görülebilir.

PTÖ'de amaç öğrencileri gerçek dünyaya hazırlamaktır. PTÖ'de öğrenciler öğrenmenin merkezindedir. Öğretmen proje tabanlı öğrenmede olduğu gibi, STEM eğitiminde de kolaylaştırıcı rolündedir. Bir kolaylaştırıcı olarak STEM eğitimcisi, öğrenciler sınıfta veya laboratuvarında herhangi bir öğrenme aktivitesi üzerinde çalışırken öğrencilere rehberlik ederler (Ejiwale, 2012).

PTÖ sayesinde öğrencilerin problem çözme ve üst düzey düşünme becerileri kazandıkları, işbirlikli çalışma becerilerinin geliştiği, öğrenmelerinin daha eğlenceli hale geldiği, başarılarının arttığı, projenin gerçekleşmesindeki zorluğun ise grup üyeleri arasındaki tartışmalar olduğu ifade edilmektedir (Başbay, 2005; Gültekin, 2005; Özensoy, 2017). Chen ve Yang (2019) yaptıkları içerik analizi ile proje tabanlı öğretimin öğrencilerin başarıları artırdığı ve geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bununla birlikte öğrencilerin PTÖ sürecinde akademik başarılarının konu alanı, okulun konumu, eğitim saati ve bilgi teknolojisi desteğinden etkilendiği ve proje tabanlı öğrenme sürecinde bilgi teknolojileri kullanmanın daha olumlu etki gösterdiği bulgularına ulaşılmıştır. Proje sınıfında kullanılabilecek

teknolojiler yazılım, internet, e-posta, video konferans, video geliştirme, programlama, indirilebilir uygulamalar, simülasyonlar, çeşitli yazılımlar, 3D baskı, artırılmış gerçeklik, çeşitli robotlar olabilir. Bu teknolojiler araştırmayı destekleme veya dış dünya ile iletişim kurma amacına hizmet etmektedir, teknoloji geliştikçe listeye yenileri eklenecek ve STEM sınıflarında kullanımları artacaktır (Bender, 2016; Wilhelm, J., Wilhelm, R. ve Cole, 2019).

Disiplinler arası STEM ve PTÖ, öğrencilerin gerçek dünya ile sınıf içi öğrenme arasında köprü kurmalarını sağlama, motive etme, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini inşa etme açısından fayda sağlayacak bir potansiyele sahiptir. Öğretmenler tarafından disiplinler arası STEM PTÖ yaklaşımının faydaları, öğrencilerin ilgilerini artırma ve öğrencilere derin bir kavramsal anlayış inşa edecek öğrenme deneyimleri sağlama açısından düşünülmelidir (Capraro vd., 2013; Capraro ve Jones, 2013). Kuo, Tseng ve Yang (2019) disiplinler arası STEM PTÖ'nün öğrencilerin motivasyonunu, öz yeterliliğini ve yaratıcılığını geliştirmek için etkili bir yaklaşım olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Gömülü sistemler tek bir ders saatinde öğretilmeyeceğinden, gömülü sistem dersleri proje tabanlı öğrenme öğretim programına oldukça uygundur ve gömülü sistem uygulamaları kapsamında akıllı cihazların geliştirilmesi; STEM, kodlama, bilgi işlemsel düşünme becerilerini bir projeye kaynaştırması sebebiyle proje tabanlı öğrenme için etkili bir öğrenme aracıdır (Eguchi, 2014). Gömülü sistem uygulamalarının yapıldığı bu çalışma disiplinler arası, proje tabanlı bir çalışmadır ve STEAM eğitimi kapsamında düşünülebilir. Çalışmada öğrencilerin proje tabanlı öğrenme ile disiplinler arası bir bakış açısıyla edindikleri soyut bilgileri somut hale dönüştürerek gerçek yaşama uygulamaları amaçlanmıştır. Çalışmanın kodlama boyutunda bilişim teknolojileri, elektronik devre kurulmasında fen bilimleri, sensörlerin değer algılamalarında matematik, genel olarak donanım tasarımlarında mühendislik, giyilebilir teknoloji üretiminin dikiş aşamasında teknoloji ve tasarım alanları birleştirilerek, çalışma disiplinler arası bir çalışma halini almıştır.

İlgili Araştırmalar

Bu bölümde eğitimde giyilebilir teknolojilerin kullanımı ve robotik uygulamalarla ilgili yurtiçinde ve yurtdışında yapılan çalışmalar hakkında derlenen bilgilere yer verilmektedir.

Eğitimde Giyilebilir Teknolojilerin Kullanımı ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Lau ve diğerleri (2009), ortaokul öğrencileri için giyilebilir teknoloji kullanarak, moda ve tasarım konularına odaklanan bir program tasarlama ve düzenleme konusunda öğrenci deneyimlerini incelemişlerdir. Ortaokul 7 ve 9. sınıf öğrencilerinin yer aldığı beş günlük bir atölye çalışması gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerin Lilypad mikro denetleyici, hareket, eğim ve titreşimi algılayabilen ivmeölçer sensörü ve ledleri kullanarak akıllı bir tişört tasarımları istenmiştir. Giyilebilir teknoloji tasarlama ders içeriği; elektronik devre kurma, tişört devre tasarımı, devrelerin birleştirilmesi ve programlama bölümlerinden oluşmaktadır. Çalışmada, giyilebilir teknoloji kullanımının öğrenciler için heyecan ve ilham verici olduğu, hem erkek hem de kız öğrencileri teknoloji ve bilgisayar hakkında bilgi edinmeye motive edebildiğinden bilgisayar bilimlerinde çalışan nüfusu artırma potansiyeline sahip olduğu ve öğrencilerin yaratıcılıklarını pekiştirirken aynı zamanda teknoloji ve programlama öğretimini de sağlayabileceği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Qiu ve diğerleri (2013) giyilebilir teknolojileri programlama ve geliştirme yoluyla programlama ve bilgisayar bilimi öğreten bir öğretim programı geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada giyilebilir teknoloji geliştirmek üzere yazılım olarak görsel programlama dili Modkit, donanım olarak ise Arduino Lilypad Protosnap kullanılmıştır. Çalışma grubunu ortaokul ve lise öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışma sonuçlarına göre; geliştirilen öğretim programının öğrencilerin programlama ve elektroniğe olan ilgilerini ve teknolojik özyeterliklerini artırdığı, öğrencilerin atölye çalışmalarını başarılı bir şekilde tamamladıkları ve sürecin eğlenceli olduğunu belirttikleri tespit edilmiştir.

Liu (2014), geleneksel açık hava oyunları ile giyilebilir teknolojiyi bir araya getirerek ilkokul öğrencilerinin matematik öğrenmelerini ve ilgilerini artırma yöntemlerini incelemiştir. Çalışmada ön test-son test kontrol gruplu desen kullanılmıştır. Çalışma sonucunda ön test-son test sonuçları arasında anlamlı bir fark bulunmuş, açık hava oyunlarını ve giyilebilir teknolojiyi birleştiren oyun öğrenme ortamının öğrencilerin matematik öğrenmesini ve matematik öğrenmeye olan ilgilerini artırdığı tespit edilmiştir.

Norooz ve diğerleri (2015) görünmeyen vücut parçalarını ve bunların işlevlerini ortaya çıkarmak amacıyla BodyVis adlı algılama ve tişört olarak giyilebilme özelliğine sahip bir giyilebilir akıllı cihaz geliştirmişlerdir. Çalışmada 15 aylık tasarım sürecinde üç BodyVis prototipi tekrarlı olarak tasarlanmış ve değerlendirilmiştir. Geliştirilen akıllı

tişörtün üzerinde bulunan üç boyutlu organ modelleri ile öğrencilerin organların yerlerini bulup, işlevlerini kolaylıkla söyleyebilmesi beklenmiştir. Sonuç olarak BodyVis sisteminin öğrencilerin anatomi ve fizyolojilerini anlamalarına yardımcı olma potansiyeli olduğu, tasarlanan bu giyilebilir teknolojinin çocukların ilgilerini çektiği ve öğretmenlere eğitsel bir araç olarak yardımcı olabileceği tespit edilmiştir.

Nugent ve diğerleri (2015) tarafından yapılan çalışmada giyilebilir teknolojilerin STEM öğrenim ve öğretimindeki etkileri araştırılmıştır. Katılımcıların çoğunu 5. ve 6. sınıf öğrencilerinin, kalanını ise 4., 7., ve 8. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu çalışmada elektronik devreler, mühendislik tasarımı, mikro denetleyicileri anlama, programlama dersleri verilmiş ve akıllı bir tişört projesi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin programlama, elektronik devre ve mühendislik tasarımı bilgilerinin, mühendislik tutumlarının, elektronik devre ve programlama öz yeterliklerinin arttığı, fakat yalnızca programlama bilgilerindeki artışın anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kaiser (2016), el sanatları projelerinde LilyPad Arduino devrelerinin tasarlanması ve dikilmesi deneyiminin ortaokul kız öğrencilerinin STEM özyeterliğini artırıp artırmayacağını belirlemeyi amaçlamıştır. Dört hafta süren atölye çalışmasına 6 ve 8. sınıf öğrencilerinden altı kız ve on erkek öğrenci olmak üzere 16 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; atölye çalışmalarına katılan kız öğrencilerin STEM özyeterliklerinin atölye çalışmalarına katılmayan kızlardan daha yüksek olduğu, erkek öğrencilerin ise atölye çalışmasını tamamladıktan sonra özyeterliklerinde anlamlı bir değişme görülmediği tespit edilmiştir.

Sezgin (2016) giderek yaygınlaşan giyilebilir teknolojilerle ilgili eğilimleri incelemiştir. Çalışma giyilebilir teknolojileri eğitsel bağlamda inceleyen sistematik bir literatür tarama çalışmasıdır. Çalışmada giyilebilir teknolojilerin eğitsel kullanımı ile ilgili hakemli dergilerde yayınlanmış makale, bildiri veya kitap bölümlerinden oluşan 98 çalışma incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; eğitimde giyilebilir teknolojilerin kullanımına yönelik ilk ciddi çalışmanın 1997 yılında yapıldığı, giyilebilir teknolojilerin eğitsel kullanımının 2013-2014 yıllarından itibaren ivme kazandığı belirtilmiştir. İncelenen çalışmaların daha çok sınıf içi uygulamalar, eğitsel platform/program tasarımı, sağlık eğitimi ve uygulamaları bağlamlarında yapıldığı ifade edilmektedir. Araştırmalarda kullanılan değişkenler arasında dikkat, öğrenme stili, tutum, öğretmen öğrenci etkileşimi, bilişsel yük, öğrenme deneyimi, performans, anlama becerisi, işbirliği becerisi gibi değişkenler olduğu, deneysel çalışmaların ise sayıca azlığı dikkat çekmektedir.

Borsotti (2017), bilgisayar bilimleri alanındaki kız öğrenci sayısının hızla azalması, toplumsal cinsiyet faktörünün bilgisayar bilimlerinde de erkek baskın olarak kendini göstermesi gibi sebeplerle, STEAM faaliyetleri ile toplumsal cinsiyet farkını kapatmak ve çocuklar ve gençler arasında bilgisayar kullanımına olan ilgiyi artırmak amacıyla lise kız öğrencilerini kapsayan bir STEAM atölyesi gerçekleştirmiştir. Atölye Lilypad Protosnap Geliştirme kartı ve Arduino yazılımı kullanarak kız öğrencilerin giyilebilir teknoloji etkinlikleri yapmalarını amaçlamıştır. Çalışma sonuçlarına göre; öğrencilerin algoritma ve kodlamanın temelini öğrendikleri, mikro denetleyici, giriş ve çıkış aygıtlarının rolü, giyilebilir teknolojilerin gerçek dünyada nasıl kullanılabileceği hakkında bilgi edindikleri, Arduino yazılımı, ledler ve ışık sensörü kullanarak etkileşimli giyilebilir teknolojiler geliştirdikleri ifade edilmiştir.

Doğan ve diğerleri (2017) tarafından yapılan çalışmada gezici meteoroloji istasyonu olarak adlandırılan GiyMİ projesiyle ortaokul öğrencilerinin bulundukları noktadaki hava durumlarını araştırarak yorumlama becerilerini geliştirmeleri amaçlanmıştır. Bu proje ile öğrenciler akıllı tişörtleri giyindikleri ortamdaki sıcaklığı, nemi, basıncı, rakımı ve hava kirliliğini (uçucu organik bileşenleri, karbondioksiti, metal oksiti vb.) içeren değerleri eşzamanlı olarak toplayabilmekte ve inceleyebilmektedir. Analiz etme ve yorumlama fırsatı bulan öğrenciler, bir bilim insanı gibi araştırma yapmayı da deneyimleyebilmektedir.

Engen ve diğerleri (2017) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin beden eğitimi derslerinde ürettikleri verilerin kullanımının soyut sayıları ve rakamları daha bağlamsal ve somut hale getirmeye hizmet edip etmediğini ve matematik ve sosyal bilimleri öğrenmede motivasyon faktörü olarak işlev görüp görmediğini araştırmak amaçlanmıştır. Araştırmaya 14 yaşındaki 8 kız ve 13 erkek öğrenci katılmıştır. Öğrenciler giyilebilir teknoloji olarak akıllı saatler kullanmışlardır. Öğrenciler beden eğitimi dersi esnasında yaptıkları egzersizleri arkadaşları ile internet yoluyla paylaşabilmekte ve birbirlerini daha aktif olmaları için motive edebilmektedirler. Beden eğitimi dersinde toplanan verilerin matematik dersinde ortalamaları alınarak, sosyal bilgiler dersinde haritaları çıkarılarak disiplinler arası bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Veriler iki haftalık bir süreçte gözlem (video) ve görüşme şeklinde toplanmıştır. Giyilebilir teknoloji gibi araçların eğitimde kullanımının öğrenci motivasyonunu artırdığı, öğrenmenin her alanında motivasyonun önemli bir değişken olduğu ve öğrencilerin soyut ifadeleri somutlaştırmalarında katkıda bulunduğu, farklı disiplinlerin öğretiminde yeni yaratıcı yaklaşımlar ortaya çıkardığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Litts ve diğeri, (2017), lise öğrencilerinin elektronik tekstil ürünleriyle devre kurmayı öğrenmelerini amaçlamışlardır. Çalışma STEM seçmeli sınıfında eğitim alan 16-17 yaşları arasındaki 23 lise öğrencisiyle (19 kız ve 4 erkek) gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin giyilebilir teknoloji üretirken; devreleri nasıl kuracaklarını ve kodlamayı nasıl yapacaklarını öğrenmeleri için bir elektronik tekstil birimi kurulmuştur. Elektronik tekstil seti olarak LilyPad Arduino kullanılmıştır. Çalışmada öğrenciler giriş olarak sensörleri, çıkış olarak ise ledleri kullanmışlar, donanım bağlantıları için kablolar yerine iletken iplik kullanarak devreyi programlayıp hem kodlama hem de elektronik devre kurmayı öğrenerek giyilebilir akıllı cihazlar üretmişlerdir. Sonuç olarak giyilebilir teknolojilerle lise öğrencilerinin kodlama ve elektronik devre kurmaları öğrencilerin hem işlevsel bir devre tasarlama yeteneklerini hem de kodlanabilir bir devrenin işlevselliğini tasarlama ve anlama yeteneklerini önemli ölçüde artırdığı ifade edilmiştir.

Merkouris ve diğeri (2017) çalışmalarında giyilebilir teknoloji ve robotlar gibi gömülü platformlar ile masaüstü bilgisayar programlamasını kodlama öğrenmeye faydaları açısından karşılaştırmışlardır. Bu amaçla masaüstü, giyilebilir ve robotik olmak üzere üç farklı bilgisayar platformunda 36 öğrencinin katıldığı çalışma kapsamında benzer blok tabanlı görsel programlama ortamları kullanılmış, öğrencilerin duygu ve tutumları, bilgisayar programlama performansları ölçülmüş ve cinsiyet farklılıkları incelenmiştir. Öğrencilerin masaüstü bilgisayar platformu yerine robotikle programlama öğrenmeye daha ilgili oldukları ve robotikle programlama öğrenme niyetlerinin daha yüksek olduğu bulgularına ulaşılmıştır. Ayrıca, hem robot hem de giyilebilir gömülü platformlar, öğrencilerin temel bilişimsel kavramları (örneğin; döngü, tekrar ve karar alma) öğrenme performansını etkilememiştir. Cinsiyete göre programlama becerileri incelendiğinde, ön testte erkek öğrenciler kız öğrencilerden daha iyi olduklarını düşünmelerine rağmen, çalışma sonucunda kız öğrencilerin tüm programlama kavramları ölçütlerinde erkek öğrencilerden daha iyi performans gösterdiklerine ulaşılmıştır. Bulgular doğrultusunda bilgisayar programlamanın çocukların ilgilerini çekmek amacıyla çoklu platformlar (robotlar, akıllı telefonlar, giyilebilirler vb.) aracılığı ile tanıtılması gerektiği önerilmiştir.

Karasu (2019) tarafından yapılan çalışmada ortaokul 5., 6. ve 7. sınıf fen bilimleri kitaplarında yer alan bilim insanları deney grubu öğrencilerine “formüllü tişört yöntemi” ile kontrol grubu öğrencilerine ise herhangi bir müdahale yapılmadan öğretilmek istenmiş, deney ve kontrol gruplarının akademik başarı bakımından anlamlı olarak farklılaşp farklılaşmadığını incelemek amaçlanmıştır. Çalışmaya 6. sınıfta

öğrenim gören 27 öğrenci deney grubu olarak (tişört giyen öğrenciler) ve 49 öğrenci ise çalışmaya katılmayan okulun diğer şubesindeki öğrenciler olarak çalışma yürütülmüştür. Araştırma bulgularına göre yapılan uygulamanın deney grubu başarı son test sonuçlarına bakıldığında ve yapılan mülakatlar doğrultusunda anlamlı farklılıklar görülmektedir. Formüllü tişört yöntemiyle kazandırılmak istenilen konuların öğrenciler tarafından benimsendiği ve başarılarını artırdığı gözlemlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; zeminde insan bedenini kullanılarak tişörtlerin giyilmesi ve öğrencilerin tişörtler üzerindeki bilim insanları ile ilişkilendirilmesiyle öğrenme sağlanması görsellik ve bütünlük açısından aynı zamanda akran öğrenme, aktif öğrenme, sosyal öğrenme gibi öğrenme tekniklerine de katkı sağlamakta olduğu dile getirilmiştir.

Hébert ve Jenson (2020) K-12 sınıflarında öğrencilerin öğrenmesini desteklemek amacıyla ortaokul öğrencileriyle yaptığı çalışmada giyilebilir teknolojilerin öğrenmeye etkisini incelemişlerdir. Çalışmaya toplam 36 öğrenci katılmıştır. Veriler anket ve görüşme sorularıyla toplanmıştır. Katılımcılar okul içi ve okul dışı etkinliklerde Lilypad Arduino, sensörler ve ledler kullanarak giyilebilir proje olarak akıllı bir şapka üretmişlerdir. Uygulama sonucunda giyilebilir teknoloji geliştiren öğrencilerin kodlama ve devre bilgilerinde artış olduğu görülmüştür. Görüşme sonucunda öğrencilerin büyük bir bölümünün dikiş dikme bölümünde zorlandığı, sebeplerini “düğüm atma”, “kumaşın iletken iplikle dikilmesi”, “bağlantı noktalarının dikilmesi”, “kısa devre yapmamak için iletken ipliğin birbirine değmemesinin gerekliliği” olarak ifade ettikleri görülmüştür. Öğrenciler en çok yardıma ihtiyaç duydukları bölümün ise kodlama olduğunu, çünkü daha önce hiç giyilebilir teknoloji kodlamadıklarını dile getirmişlerdir.

Eğitim alanında giyilebilir teknolojilerin kullanımına ilişkin çalışmaların 2000 yılından sonra yapıldığı (Buechley ve Eisenberg, 2008; Nakasugi ve Yamauchi, 2002; Sezgin, 2016), ülkemizde ise çok daha yakın zamanda bu çalışmaların yapılmaya başladığı görülmektedir. Engen vd. (2017) giyilebilir teknolojilerin eğitim bağlamlarında kullanımında yaygınlığın arttığını, bununla birlikte eğitimde giyilebilir cihazların kullanımının erken bir aşamada olması sebebiyle bu cihazların potansiyelini ve zorluklarının eğitimciler tarafından incelenmesi gerektiğini ifade etmektedir. Eğitimde giyilebilir akıllı cihazların kullanımının heyecan ve ilham verici olduğu, öğrencilerin kodlama, elektronik devre kurma ve işlevsel bir devre tasarlama becerilerini, akademik başarılarını, performanslarını, teknolojik özyeterliklerini, ilgilerini, yaratıcılıklarını, motivasyonlarını artırdığı, hem erkek hem de kız öğrencileri teknoloji ve bilgisayar hakkında bilgi edinmeye motive edebildiğinden bilgisayar

bilimlerinde çalışan nüfusu artırma potansiyeline sahip olduğu, konuları daha iyi anlamalarını sağladığı, soyut ifadeleri somutlaştırmalarında katkıda bulunduğu, öğretmenlere eğitsel bir araç olarak yardımcı olabileceği, farklı disiplinlerin öğretiminde yeni yaratıcı yaklaşımlar ortaya çıkardığı sonuçlarına ulaşılmıştır (Engen vd., 2017; Lau vd., 2009; Litts vd., 2017; Liu, 2014; Norooz vd., 2015; Qiu vd., 2013). Bununla birlikte kız öğrencileri STEM alanlarına ve bilgisayar bilimlerine yönlendirme amacıyla yapılan giyilebilir teknoloji çalışmalarında, bu çalışmaların kız öğrencilerin STEM özyeterliklerini artırdığı, atölye çalışmalarında eğlendiklerini belirttikleri, projelerini zamanında ve eksiksiz tamamladıkları, algoritma, kodlamanın temelini ve akıllı giyilebilir teknolojiler geliştirmeyi öğrendikleri, giyilebilir teknolojilerin gerçek dünyada nasıl kullanılabileceği hakkında bilgi edindikleri tespit edilmiştir (Borsotti, 2017; Kaiser, 2016;)

Eğitimde Robotik Uygulamalarla İlgili Yapılan Çalışmalar

Sullivan ve Bers (2012) erken çocukluk döneminde henüz cinsiyet kalıp yargıları ortaya çıkmadan önce kızları bilim ve teknoloji alanlarıyla tanıştıran TangibleK Robotik programlama ile kızların erkeklerle eşit derecede başarılı olup olmadıklarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Uygulama üç farklı anaokulu sınıfında 53 öğrencinin katıldığı altı derslik bir robotik ve programlama öğretim programı ile gerçekleştirilmiştir. Uygulamada görevlerin yarısından fazlasında erkeklerin ortalama puanlarının kızların puanlarından daha yüksek bulunduğu fakat farklılığın çok azının istatistiksel olarak anlamlı olduğuna ulaşılmıştır. Erkekler sadece iki alanda kızlardan önemli ölçüde daha yüksek puan almışlardır. Bunlar; robotik malzemeler ekleme ve eğer döngülerini kullanarak programlama olmuştur. Genel olarak hem erkekler hem de kızlar programı başarıyla tamamlamışlardır.

Üçgül (2012) ilköğretim 6., 7. ve 8. sınıf düzeyindeki çocuklar için tasarlanan eğitsel robot kamplarının öğrenci başarısına etkisini ve başarılı bir kamp eğitimi için neler yapılabileceği incelemiştir. Çalışma nitel bir çalışmadır. Çalışma sonuçlarına göre; robot kamplarında eğitimlerde basitten karmaşığa doğru giden bir yöntem takip edilmelidir. Bununla birlikte robot kamplarında proje üretimi en beğenilen ve etkili olan çalışmadır bu sebeple robot kamplarında projeler yapmak yaygınlaştırılmalı ve bu kamplar öğrencilerin okulda öğrendiği bilgileri uygulayabilmeleri için fırsatlar oluşturmalıdır.

Kılınç (2014) fen bilimleri ders içeriği kapsamında robotik eğitim setleri ile 5E öğrenme modelinin keşfetme basamağına göre geliştirilen uygulamaların, 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, fen bilimleri eğitimine ilişkin motivasyonlarına etkisinin ve öğrenci görüşlerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Çalışmada nicel verilerin analizinde bağımlı t-testi ve bağımsız t-testi uygulanmış, nitel veriler ise içerik analizine tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda, robotik eğitim setleri ile 5E öğrenme modelinin keşfetme basamağına göre geliştirilen uygulamaların, öğrencilerin akademik başarılarına ve fen bilimleri eğitimine ilişkin motivasyonlarına anlamlı bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, öğrencilerle yapılan görüşmelerde robotik eğitim setlerinin, öğrencilerin derse olan ilgilerini, özgüvenlerini ve derse etkin katılımlarını artırdığı, inceleme yapma, anlamlı öğrenme ve farklı etkinlikler yapma fırsatı sunduğu görülmüştür.

Newley, Deniz, Kaya ve Yesilyurt (2016) Hummingbird robot setini Snap Programlama dili ile programlayarak ilk ve ortaokul öğrencilerine robotik temellerini tanıtmayı amaçlamışlardır. Öğrencilerin robotlar ve programlama dili hakkındaki bilgileri, ön test, son test ve tekrar testleri ile ölçülmüştür. Sonuçlar, öğrencilerin robotik programın sonunda robotik ve programlama dili bilgilerini geliştirdiklerini göstermiştir. Son testten iki ay sonra uygulanan tekrar testi sonuçları öğrencilerin edindikleri bilgilerin devamlılık arz ettiğini göstermiştir. Öğrencilerin gelecekte daha ileri robotik programlarına katılmaya ilgi gösterdikleri görülmüştür.

Zengin (2016) tarafından yapılan araştırmada öğrencilerin disiplinler arası öğrenme sürecinde robotik sistemleri kullanımına ilişkin görüşlerini araştırmak amaçlanmıştır. Çalışma ilkokul, ortaokul ve liseden toplam 100 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Üç gün boyunca devam eden etkinlikler robotik eğitim setleri ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; öğrencilerin robotik etkinliklerin öğretim programları içeriğinde kullanılmasından memnun oldukları, her yaş ve sınıf düzeyinden öğrencilerin robotlarla desteklenmiş disiplinler arası çalışmalara ilişkin olumlu görüşler dile getirdikleri ve robotik etkinlikler sonrasında derslere olan ilgilerinin arttığı, öğrencilerin memnuniyet ve kazanımlarının cinsiyetlerine, sınıf seviyelerine ve okullarının bağlı olduğu merciye göre anlamlı bir fark göstermediği belirlenmiştir. Öğrencilerin çoğunluğu robotik etkinliklerin başka derslerde de uygulanması gerektiği önerisinde bulunmuşlardır.

Karışan ve Yurdagül (2017) STEM alanlarının disiplinler arası şekilde öğretilmesine imkân tanınması amacı ile Ardıuno Uno ve Raspberry Pi kartları ile

geliştirilen STEM etkinlikleri hakkında bilgi vermeyi ve geliştirilen etkinliklerin altıncı sınıf öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik tutumlarına etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desende gerçekleştirilmiştir. Deney grubu öğrencileri STEM etkinlikleri ile dersleri işlemiş, kontrol grubu öğrencileri ise fen bilgisi ders kitabını takip etmiştir. Çalışma sonucunda deney grubuna uygulanan STEM etkinlikleri ile öğrencilerin STEM'e ilişkin tutumları olumlu yönde değişmiştir. 6. sınıf fen bilimleri öğretim programı etkinlikleri kontrol grubu öğrencilerinin STEM'e ilişkin tutumlarının değişiminde etkili olmamıştır. Geliştirilen STEM etkinlikleri öğrencilerin dikkatlerini çekmiş, öğrenciler benzer etkinlikler gerçekleştirmek istediklerini dile getirmişlerdir.

Atmatzidou, Demetriadis ve Nika (2018) tarafından yapılan çalışmada eğitsel robot etkinlikleri bağlamında öğrencilerin üstbilişsel ve problem çözme becerilerindeki değişim incelenmiştir. Çalışmaya 11-12 (N=30) yaşlarındaki 6. sınıf öğrencileri ile 15-16 (N=22) yaşlarındaki 10. sınıf öğrencileri katılmışlardır. Öğrencilere düzenlenen seminerlerde Lego Mindstorms NXT 2.0 eğitsel robotik aracı kullanılmıştır. Katılımcılar minimal ve güçlü düzeyde rehberlik yapılan öğrenciler olarak iki gruba ayrılmışlardır. Öğrenciler toplamda 18 saat süren eğitimde 3 ya da 4 kişilik gruplar halinde çalışmışlardır. Çalışma sonucunda eğitsel robotların öğrencilerin üstbilişsel ve problem çözme becerilerinin gelişimi için bir araç olabileceği, öğrencilerin üstbilişsel problem çözme becerilerinin geliştiği, fakat sadece güçlü düzeyde rehberlik yapılan grupta anlamlı bir farklılık ortaya çıktığı, hem kız hem de erkek öğrencilerin aynı düzeyde üstbilişsel ve problem çözme becerilerine ulaştıkları, kızların bu becerileri erkeklerden daha fazla artırdığı ancak farkın anlamlı olmadığı görülmüştür.

Akbıyık (2019) programlama eğitiminde Arduino mikro denetleyici uygulamaları gerçekleştirmenin öğrencilerin programlama özyeterliklerine ve problem çözme becerilerine etkilerini araştırmıştır. Çalışma 11. sınıfta eğitime devam eden 3 kız ve 27 erkek öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. 11 haftalık uygulama süresinde Arduino ile mikro denetleyicilerin kodlanması eğitim verilmiş, 8 tane mikro denetleyici uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonucuna göre programlama öğretiminde Arduino ile mikro denetleyici uygulamaları gerçekleştiren öğrencilerin programlama öz yeterlikleri ve problem çözme becerileri gelişmiştir. Yapılan etkinlikler öğrenciler üzerinde kalıcı öğrenme sağlamış ve olumlu etkiler bırakmıştır. Katılımcıların Arduino etkinlikleri sonucunda motivasyonlarının arttığı ve iş birliği yaparak problemleri çözdükleri belirtilmiştir.

Ling ve Wah (2019) STEM eğitiminin bir parçası olarak, derslerde Arduino uygulamalarına yer verilmesinin lisans öğrencilerinin algılarını nasıl etkilediğini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada Arduino'nun öğrencilerin STEM ilgilerini artırmada önemli bir öğretim ve öğrenim aracı olduğu, proje tabanlı öğrenmenin öğrencilerin STEM'i keşfetme motivasyon ve öğrenme istekleri üzerine uzun süreli etki sağladığı, öğrencilerin işbirliği, iletişim, yaratıcılık, eleştirel düşünme gibi becerileri kazanmalarında olumlu bir etkiye sahip olduğu, Arduino'yu öğretmen ve akademisyenlerin öğrencilerin merak, öğrenme ve keşfetme duygularını harekete geçirmek üzere kullanabilecekleri sonuçlarına ulaşılmıştır.

Rossano, Roselli ve Quercia (2020) kodlama öğretiminde ve bilişimsel düşünme becerilerini geliştirmede Arduino kartı gibi fiziksel teknolojilerin kullanımının etkili olup olmadığını doğrulamayı amaçlamıştır. Çalışmaya kodlama konusunda herhangi bir deneyimi olmayan 13 yaşındaki 25 ortaokul öğrencisi (11'i kız ve 14'ü erkek) katılmıştır. Uygulama sürecinde öğretmen 2 hafta süresince devre kurmayı ve programlamayı içeren 8 etkinliği Scratch for Arduino ve Arduino kartını kullanarak öğrencilere anlatmış, öğrenciler ilk 7 etkinliği öğretmenle birlikte yapmışlar, 8. etkinlik ise öğretmen tarafından sunulmuş, öğrenci tarafından herhangi bir işlem yapılmamıştır. Uygulama sonucunda tüm katılımcıların programlama ve devrelerle ilgili temel konuları öğrendiği, öğrenme yönteminin öğrencilerin bilgi ve becerilerini geliştirme açısından etkili olduğu doğrulanmıştır. Öğrenme etkinliklerinden sonra, tüm katılımcıların teknolojiye olan ilgilerinin arttığı, ancak kızların gelişme düzeyinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Ön test-son test sonuçları karşılaştırıldığında, kızların daha iyi notlar aldığı ortaya koyulmuştur. Kız öğrencilerin eğitim süreçleri boyunca teknolojileri öğrenmelerini sağlamak için STEM çalışmalarına katılımlarının teşvik edilmesinin çok önemli olduğu vurgulanmıştır.

Sökezoğlu Atılgan ve Gürman (2020) müzik eğitiminde öğrenmeyi kolaylaştıran görsel ve işitsel materyallerin tasarımını sağlamak amacıyla Arduino platformu kullanmışlardır. Çalışma kapsamında, ortaokul müzik ders programı incelenerek bu program doğrultusunda farklı materyaller tasarlanmış ve tasarlanan materyallere ilişkin 10 müzik öğretmeninin görüşü alınmıştır. Görüşme sonucunda hazırlanan materyallerin ders programına uygun olduğu, öğrenciler ve müzik öğretmenleri tarafından rahatlıkla kullanılabileceği ve materyallerin öğrenci başarısını olumlu olarak etkileyebileceği bulgularına ulaşılmıştır.

Çalışma kapsamında alanyazın derlendiğinde, eğitim alanında gömülü teknolojilerin kullanımına yönelik çalışmaların farklı değişkenlere göre öğrencileri ve eğitim öğretimi nasıl etkilediğine ilişkin çalışmaların 2000 yılından sonra yapıldığı ve son on yılda yoğunlukta olduğu göze çarpmaktadır (Bozkurt, 2018; El-Abd, 2017; Jamieson, 2011; Sezgin, 2016). Herhangi bir disipline ait ya da disiplinler arası çalışmalarda robotların kullanımının öğrencilerin robotik ve programlama dili bilgilerini geliştirdiği, edindikleri bilgilerin devamlılık arz ettiği, akademik başarısını ve motivasyonlarını artırdığı, gelecekte daha ileri robotik programlara katılmaya ilgi gösterdikleri, robotik sistemlerle desteklenen disiplinler arası çalışmalara ilişkin olumlu görüşler belirttikleri, bu çalışmaların derslere olan ilgilerini, özgüvenlerini, katılımlarını artırdığı, akıllı cihazların kullanıldığı STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM'e ilişkin tutumlarını olumlu olarak değiştirdiği, günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerini geliştirdiği, öğrencilerin dikkatlerini çekerek, benzer etkinlikler yapmak istedikleri, aktif katılım durumunu ve özgüveni artırdığı, gözlem yapma, anlamlı öğrenme ve çeşitli etkinlik gerçekleştirme fırsatı sunduğu, disiplinler arası proje tabanlı öğrenme etkinliklerin öğrencilerin motivasyon ve öğrenme istekleri ve kişisel gelişimlerine olumlu katkı sağladığı, akıllı cihazları öğretmen ve akademisyenlerin öğrencilerin merak, öğrenme ve keşfetme duygularını harekete geçirmek üzere kullanabilecekleri sonuçlarına ulaşılmıştır (Karışan ve Yurdagül, 2017; Kasalak, 2017; Kılınç, 2014; Ling ve Wah, 2019; Newley vd., 2016; Pekbay, 2017; Zengin, 2016).

BÖLÜM 3

YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, çalışma grubu, çalışma materyali, veri toplama araçları, deneysel işlemin uygulanması, verilerin analizi ile ilgili bilgiler verilmektedir.

Araştırma Modeli

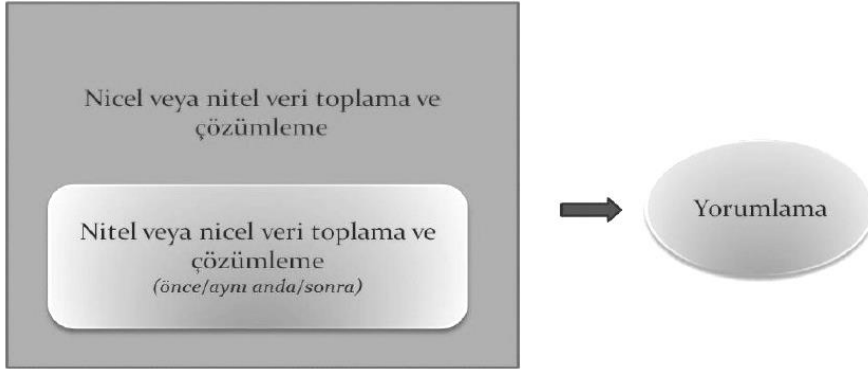
Eğitim teknolojileri, disiplinler arası bir alandır ve yapısı gereği karma yöntem araştırmaları için kapsamlı bir çerçeve sunar (Fırat, Kabakçı Yurdakul ve Ersoy, 2014). Karma yöntemler, nicel ve nitel araştırma verilerinin birleştirilmesi ya da bütünleştirilmesini gerektirmektedir ve tüm yöntemlerin ön yargı ve eksiklikler içerdiği, nitel ve nicel verilerin birleşimiyle her bir veri grubunun eksikliklerinin giderilebileceği fikrine dayanmaktadır (Creswell, 2014).

Araştırmada nitel ve nicel veri toplama tekniklerinin aynı çerçeve içerisinde kullanılması araştırma problemlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacağı için karma yöntem kullanılmıştır.

Araştırmanın bağımsız değişkeni, öğrencilerin bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde hazırladığı gömülü sistemler (Lilypad ile Geliştirilen Giyilebilir Akıllı Cihazlar ve Arduino Uno ile Geliştirilen Akıllı Cihazlar); bağımlı değişkenleri ise, öğrencilerin akademik başarıları, üstbilişsel farkındalıkları ile akıllı cihaz geliştirme süreci performanslarıdır.

Çalışmada nicel verilerin toplanması için ölçekler, dereceli puanlama anahtarı (rubrik) ve başarı testi, nitel verilerin toplanması için ise uygulama sonunda odak grup görüşme soruları sorulmuş, not tutma ve ses kaydı kullanılmıştır. Bu veriler bazen eş zamanlı bazen sıralı bir şekilde toplanmıştır. Toplanan tüm veriler ise en sonda bir araya getirilerek yorumlanmıştır. Bu bağlamda araştırma için en uygun olan yöntem iç içe karma yöntemidir. Bu desende nicel bir araştırmanın içinde nitel bir araştırma ya da nitel bir araştırmanın içinde nicel bir araştırma başlayabilir. Araştırmanın içinde başlayan diğer tür araştırma, ilk araştırmayı destekleme amacıyla gerçekleştirilebilir. Nicel ve nitel araştırmalar eş zamanlı ya da sıralı olarak gerçekleştirilebilir (Creswell, 2014).

İç içe karma desen şema olarak Şekil 4'te gösterilmektedir.



Şekil 4. İç İçe Karma Desen

Çalışmada üstbilişsel farkındalık ve akademik başarı bağımlı değişkenleri için eşitlenmemiş kontrol gruplu ön test-son test yarı deneysel desen kullanılmıştır. Yarı deneysel desende katılımcılar rastgele atanmadığından, bu işlem yarı deneysel olarak nitelendirilmektedir. Eşitlenmemiş kontrol gruplu ön test-son test yarı deneysel desende, deney ve kontrol grubundaki katılımcılar rastgele atama yapılmadan seçilir ve her gruba ön test ve son test uygulanır (Creswell, 2014). Çalışmada deney ve kontrol grubuna deneysel işlemin öncesinde ön test, deneysel işlemin sonunda ise son test uygulanmış ve iki gruptaki öğrencilerin puanları birbirleri ile ve kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Akıllı cihaz geliştirme süreci performansı bağımlı değişkeni için ise, son test denkleştirilmemiş gruplu desen kullanılmıştır. Bu desen, deneysel işlem uygulandıktan sonra kullanılır. Deneysel işlem sonunda, deney ve kontrol gruplarına son test uygulanmaktadır (Creswell, 2014). Son test denkleştirilmemiş gruplu desende hazır olan gruplar kullanılır ve gruplardan biri deney diğeri kontrol grubu olarak belirlenir. Katılımcıların gruplara seçkisiz atanması söz konusu değildir (Büyüköztürk vd., 2018). Çalışmada öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme performansı ölçülmek istenildiğinden ve deneysel işlem ile ilgili öğrencilerin öncesinde performanslarının ölçülebileceği herhangi bir ön bilgisi olmadığından gruplara ön test uygulanmamıştır. Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bilişim teknolojileri ve yazılım dersi başarı düzeyleri hakkında fikir edinmek için öğrencilerin birinci dönem notları incelenmiş ve başarıları yakın olan sınıflar karşılaştırılmıştır. Araştırmacı başarıları birbirine yakın olan sınıfları deney ve kontrol grubu olarak belirlemiştir. Kaptan (1998),

araştırmalarda iç geçerliği tehdit eden tehlikeleri önlemenin bir yolunun kontrol grupları kullanmak olduğunu belirtmektedir.

Öğrencilerin üstbilişsel farkındalık düzeylerini ölçmek için deney ve kontrol grubu öğrencilerine deneysel işlem öncesi ön test, deneysel işlem sonrası ise son test uygulanmıştır. Üstbilişsel farkındalık bağımlı değişkeni için eşitlenmemiş kontrol gruplu ön test son test desenin simgesel görünümü Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2

Üstbilişsel Farkındalık İçin Eşitlenmemiş Kontrol Gruplu Ön Test Son Test Desenin Simgesel Görünümü

Gruplar	Ön test	Deneysel İşlem	Son test
D	O1	X1	O3
K	O2	X2	O4

D: Deney Grubu

K: Kontrol Grubu

O1, O2: Ön test

X1: Lilypad ile Giyilebilir Akıllı Cihaz Geliştirme

X2: Arduino Uno İle Akıllı Cihaz Geliştirme

O3, O4: Son test

Öğrencilerin akademik başarılarını ölçmek için deney ve kontrol grubu öğrencilerine deneysel işlem öncesi ön test, deneysel işlem sonrası ise son test uygulanmıştır. Akademik başarı bağımlı değişkeni için eşitlenmemiş kontrol gruplu ön test son test desenin simgesel görünümü Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3

Akademik Başarı İçin Eşitlenmemiş Kontrol Gruplu Ön Test Son Test Desenin Simgesel Görünümü

Gruplar	Ön test	Deneysel İşlem	Son test
D	O1	X1	O3
K	O2	X2	O4

D: Deney Grubu

K: Kontrol Grubu

O1, O2: Ön test

X1: Lilypad ile Giyilebilir Akıllı Cihaz Geliştirme

X2: Arduino Uno İle Akıllı Cihaz Geliştirme

O3, O4: Son test

Öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performanslarını ölçmek için deney ve kontrol grubu öğrencilerine deneysel işlem sonrası son test uygulanmıştır. Akıllı cihaz geliştirme süreci performansı bağımlı değişkeni için son test denkleştirilmemiş gruplu desenin simgesel görünümü Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4

Akıllı Cihaz Geliştirme Performansı İçin Sontest Denkleştirilmemiş Gruplu Desenin Simgesel Görünümü

Gruplar	Deneysel İşlem	Sontest
D	X1	O1
K	X2	O2

D: Deney Grubu

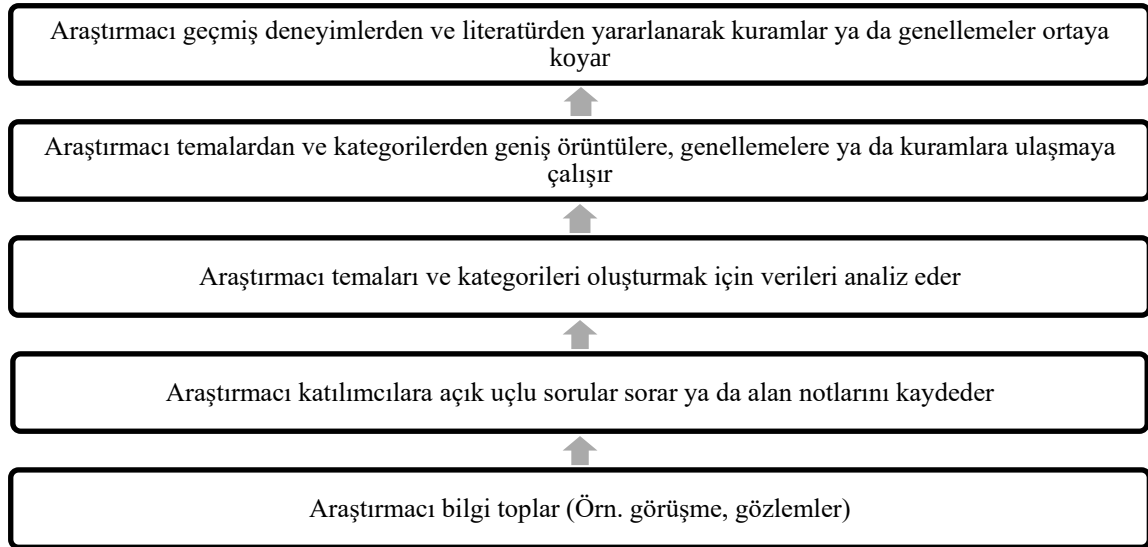
K: Kontrol Grubu

X1: Lilypad ile Giyilebilir Akıllı Cihaz Geliştirme

X2: Arduino Uno İle Akıllı Cihaz Geliştirme

O1, O2: Sontest

Nitel araştırma süreci bazı nitel araştırmalarda tümevarımsal yaklaşım mantığı ile sürdürülmektedir. Bu tümevarımsal yaklaşım mantığı Şekil 5’te gösterilmiştir.



Şekil 5. Nitel Çalışmanın Tümevarımsal Mantığı

Kaynak. Creswell, 2014

Çalışmanın nitel boyutunda tümevarımsal yaklaşım mantığı kullanılmıştır. Nitel veriler gözlemler, görüşmeler, dokümanlar, sesli-görsel materyaller ile toplanabilmektedir (Creswell, 2014). Araştırmada nitel veriler görüşme formu ile toplanmıştır. Görüşme formu yarı yapılandırılmış görüşme sorularından oluşmaktadır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler katılımcıların cevaplara evet hayır gibi cevaplar vermesinden ziyade katılımcıların açık uçlu sorularla araştırma sorularını yanıtlamasında daha esnek bir cevaplama ortamı sunmaktadır (Longhurst, 2003). Görüşmeler odak grup görüşmeleri ile araştırmacı tarafından alan notu olarak ve ses kaydı ile gerçekleştirilmiştir. Nitel verilerin analizi betimsel analiz ile gerçekleştirilmiştir. Betimsel analiz, verilerin önceden belirlenmiş temalara göre özetlenmesi ve yorumlanmasını içermektedir. Bu analiz türünde araştırmacı katılımcıların görüşlerini etkili bir biçimde yansıtabilmek amacıyla sık sık doğrudan alıntılara yer vermektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2003). Çalışma kapsamında öncelikle deneysel işlemler sonrasında odak grup görüşmelerinden elde edilen veriler değerlendirilip temalar ve kodlar oluşturularak tematik analiz yapılmış, sonrasında ise odak grup görüşmelerinden elde edilen verilerden bazı öğrenci görüşleri değiştirilmeden alıntı yapılmıştır. Böylece çalışma sonunda toplanan verilerle literatürden yararlanılarak genellemelere ulaşılmaya çalışılmıştır.

Çalışma Grubu

Uluslararası alanda yapılan ve hedef kitle olarak 8. sınıf öğrencilerinin katıldığı ICILS, 4. ve 8. sınıf öğrencilerinin katıldığı TIMSS gibi uluslararası sınav raporları yıllara göre incelendiğinde Türkiye'deki öğrencilerin elde ettiği başarı ortalamalarının katılan tüm ülke ortalamalarının altında kaldığı görülmektedir. ICILS ve TIMSS sınavları ortaokul öğrencilerini kapsadığı için ve bu sınavlarda Türkiye'deki öğrencilerin ortalamaların altında kalması, bu gibi sınavlarda sorulan soruların çoğunun STEM odaklı etkinliklerden geliştirilmesi, bilişim teknolojileri ve yazılım dersinin 5. ve 6. sınıflarda zorunlu olması ve öğretim programına uygunluğu nedeniyle çalışma grubunu 6. sınıf ortaokul öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmada uygun (elverişli) örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, araştırmacının kolaylıkla ulaşabileceği bir örneklemden verileri toplaması olarak tanımlanabilir. (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2018). Rahat ulaşılabilir olan uygun örnekleme yöntemi araştırmaya hız ve pratiklik kazandırmaktadır (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012).

Örneklem büyüklüğüne karar verilirken araştırmanın türü (nicel ve nitel), araştırma deseni, değişkenlerin sayısı, uygulanacak veri analiz yöntemleri, tahmin için kabul edilen güven düzeyi dikkate alınmıştır (Büyüköztürk vd., 2018). Araştırma, 2018-2019 Eğitim Öğretim Yılı İkinci Dönemi'nde Ankara ili Keçiören ilçesinde bulunan bir ortaokuldaki 6. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma nicel ve nitel veri toplama yöntemlerinin birlikte kullanıldığı karma yönteme göre tasarlandığı için çalışma grubu seçimi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple, araştırmanın nicel ve nitel boyutu için oluşturulan çalışma gruplarına ilişkin bilgiler çalışma grubu başlığı altında, açıklanmıştır.

Araştırmanın Nicel Boyutu İçin Oluşturulan Çalışma Grupları

6. sınıf şubeleri kontrol ve deney gruplarına rastgele seçilmiş olup, ön bilgi düzeyleri yakın olan deney ve kontrol grubu öğrencileri karşılaştırılmıştır. Çalışmada biri deney, biri kontrol grubu olmak üzere iki şube pilot çalışma için, biri deney, biri kontrol grubu olmak üzere iki şube ise asıl çalışma için kullanılmıştır. Şubeler ortalama 36 öğrenciden oluşmaktadır.

Araştırmacı tarafından geliştirilen Akıllı Cihaz Geliştirme Akademik Başarı Testinin ve Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriğinin geçerliğini ve güvenilirliğini tespit etmek amacıyla pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Akıllı Cihaz Geliştirme Akademik Başarı Testi için pilot çalışma, Lilypad ve Arduino Uno gruplarından toplam 69 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir (N=69). Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği için pilot çalışma; pilot çalışma gruplarından seçilen 36 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir (N=36).

Asıl çalışma, 2018-2019 Eğitim - Öğretim Yılı ikinci yarıyılında, yedi haftalık bir süreçte, Ankara ili Keçiören ilçesinde bulunan bir ortaokuldaki 6-B (deney) ve 6-C (kontrol) sınıfı öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Sınıfların akademik başarı ortalamalarının birbirine yakın olmasına dikkat edilmiş ve seçilen sınıfların bilişim teknolojileri ve yazılım dersleri aynı gün olduğu için uygulama süreci aynı gün yürütülmüştür. 6-B sınıfı deney, 6-C sınıfı ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Çalışma grubu, 36 deney (N=36) ve 36 kontrol grubu (N=36) öğrencisi olmak üzere toplam 72 öğrencinin katılımıyla oluşmuştur (N=72). Asıl çalışma grubu öğrencilerinin cinsiyete ve gruplara göre dağılımı Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5

Asıl Çalışma Grubu Öğrencilerinin Cinsiyete ve Gruplara Göre Dağılımları

	Kız	Erkek	Toplam
Gruplar	N	N	N
Deney	21	15	36
Kontrol	20	16	36
Toplam	41	31	72

Araştırmanın Nitel Boyutu İçin Oluşturulan Çalışma Grupları

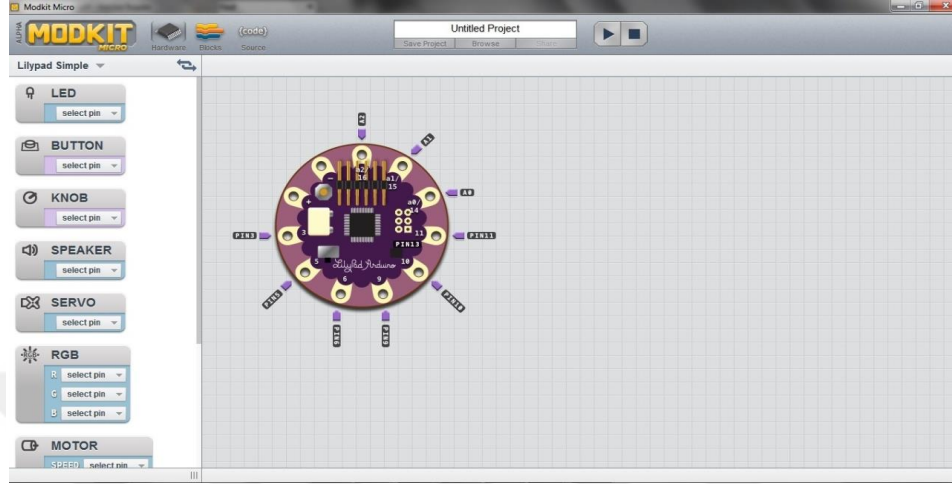
Araştırmanın nicel boyutu tamamlandıktan sonra, nitel boyutu için veriler odak grup görüşmeleri ile toplanmıştır. Odak grup görüşme sorularının açık ve anlaşılır olup olmadığını incelemek için pilot çalışma grubundan beş öğrenciye hazırlanan görüşme formu ile ilgili sorular sorulmuştur. Asıl çalışmada odak grup görüşmeleri için deney ve kontrol gruplarından rastgele öğrenciler seçilmiştir. Longhurst (2003) odak grup görüşmelerinin 6 ile 12 öğrenci arasında gerçekleştirilebileceğini belirtmektedir. Akıllı cihaz geliştirme sürecine ait odak grup görüşmeleri deney grubundan on öğrenci (N=10), kontrol grubundan on öğrenci (N=10) ve ayrıca giyilebilir akıllı cihaz geliştirmenin dikiş bölümü için deney grubundan altı öğrenci ile (N=6) gerçekleştirilmiştir.

Öğretim Materyali

Çalışmada bilişim teknolojileri ve yazılım dersi kapsamında gömülü sistem uygulaması olarak akıllı cihaz geliştirmek üzere; yazılım olarak görsel programlama dili olan Modkit, donanım olarak ise Arduino Uno seti ve Leah Buechley tarafından tasarlanan ve Sparkfun Elektronik tarafından geliştirilen Arduino LilyPad seti kullanılmıştır.

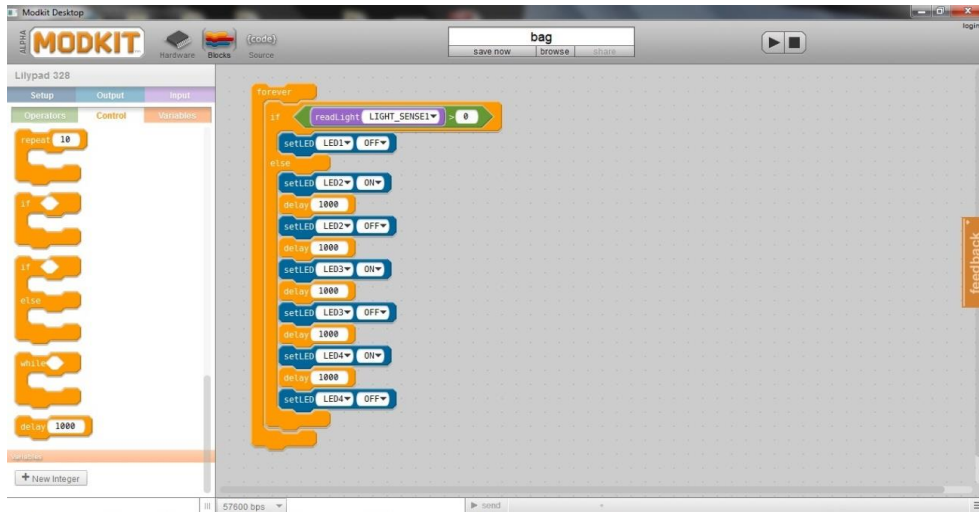
6. sınıf düzeyine uygun ve dili İngilizce olan Modkit programı <http://www.modkit.com/> web sitesinden Modkit Micro olarak ücretsiz indirilebilmekte, Mac ve Windows için sürümleri bulunmaktadır. Modkit programı LilyPad ve Arduino Uno setlerini sürükleyip bırak yöntemi ile kolaylıkla programlama fırsatı sunmaktadır. Öncelikle kullanılacak mikro denetleyici bilgisayara bağlanır, Modkit programı çalıştırılır ve Modkit programında kullanılacak olan mikro denetleyici seçilerek programa tanımlanır. Modkit programında geliştirilecek akıllı cihaz için kullanılacak

donanımlar (led, hoparlör, motor, anahtar vb.) donanım (hardware) bölümünden seçilmektedir. Modkit programına ait donanım (hardware) ekranı görüntüsü Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. Modkit Programı Donanım (Hardware) Ekranı Görüntüsü

Modkit programında donanım seçiminden sonra, bloklar (blocks) ekranına tıklayarak sürükleyip bırak yöntemiyle kodlama işlemi gerçekleştirilmektedir. Görsel programlama dili olan Modkit kod blokları, Scratch kod bloklarına benzemektedir. Modkit programına ait bloklar (blocks) ekranı görüntüsü Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Modkit Programı Bloklar (Blocks) Ekranı Görüntüsü

Modkit programında kod blokları oluşturulduktan sonra, blokların (blocks) sağ tarafında yer alan kod kaynaklarına (code source) tıklayarak kaynak kodlar görüntülenebilir. Modkit programına ait kod kaynakları (code source) ekranı görüntüsü Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Modkit Programı Kod Kaynakları (Code Source) Ekranı Görüntüsü

Araştırmada deney grubu Lilypad seti kullanarak giyilebilir akıllı cihazlar geliştirmiştir. Arduino Uno robotik kodlama atölyeleri ve sınıflarında geleneksel öğretim yöntemi haline gelmiştir. Bu nedenle deney grubunun Arduino Uno yerine günlük yaşama daha uygun olan Arduino Lilypad ile giyilebilir akıllı cihazlar geliştirmeleri sağlanmıştır. Lilypad, giyilebilir e-tekstil için Leah Buechley tarafından tasarlanmış dikilebilir bir mikro denetleyici karttır. Bu kart, giyilebilir teknolojilerin eğitimde kullanımı için maliyeti düşük ve boyutu küçük olan, iletken iplik ile kıyafet, kumaş ya da aksesuara dikilebilen, görsel programlama dilleri ile programlanabilen, yıkanabilen alternatif bir Arduino donanımı olarak karşımıza çıkmaktadır. İletken iplik sayesinde mikro denetleyici, güç kaynakları, açma kapama düğmeleri, ledler ve algılayıcılar (sensör) arasında bağlantılar kurulabilmektedir. Lilypad donanımları içinde direnç bulunduğu için akıllı cihaz geliştirirken ayrıca direnç eklenmesi gerekmemektedir.

Giyilebilir bir akıllı cihaz geliştirmek için kullanılan Lilypad donanımlarını; algılayıcılardan (sensörler) oluşan giriş donanımları (açma kapama düğmesi, ışık sensörü, sıcaklık sensörü vb.), kodların yüklendiği işlem donanımları (Lilypad

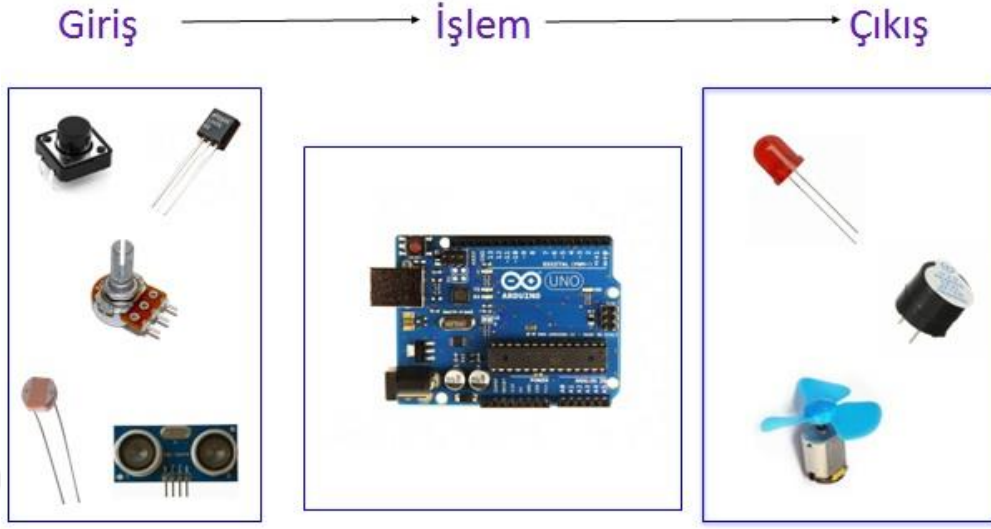
mikrodenetleyicileri) ve dış ortama bir çıkış sağlayan çıkış donanımları (ledler, Rgb ledler, titreşim motoru, hoparlör vb.) oluşturmaktadır. Şekil 9’da Lilypad seti giriş-işlem-çıkış donanımlarına örnekler verilmiştir.



Şekil 9. Lilypad Seti Giriş-İşlem-Çıkış Donanım Örnekleri

Araştırmada kontrol grubu Arduino Uno seti kullanarak akıllı cihazlar geliştirmiştir. Arduino Uno, mikrodenetleyici içeren Arduino kartlarından biridir. Fakat Lilypad gibi dikilebilir ve yıkanabilir özelliği bulunmamaktadır. Arduino Uno seti de benzer giriş-işlem-çıkış bölümlerinden oluşmaktadır. Akıllı cihaz geliştirmek için kullanılan Arduino seti donanımları; algılayıcılardan (sensörler) oluşan giriş donanımları(açma kapama düğmesi, ışık sensörü, sıcaklık sensörü, mesafe sensörü... vb.), kodların yüklendiği işlem donanımları (Arduino Uno, Arduino Mega vb. mikrodenetleyiciler) ve dış ortama bir çıkış sağlayan çıkış donanımlarından(ledler, titreşim motoru, hoparlör vb.) oluşmaktadır. Arduino Uno setine ait bazı giriş-işlem-çıkış donanımları Şekil 10’da verilmiştir.

Arduino



Şekil 10. Arduino Seti Giriş-İşlem-Çıkış Donanım Örnekleri

Verilerin Toplanması

Çalışmada nicel veriler; Karakelle ve Saraç (2007) tarafından Türkçeye uyarlanan Çocuklar İçin Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği B Formu ve araştırmacı tarafından geliştirilen Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği ve Akıllı Cihaz Geliştirme Akademik Başarı Testi ile toplanmıştır. Deneysel işlem öncesinde ve deneysel işlem sonrasında deney ve kontrol grubu öğrencilerine Çocuklar İçin Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği B Formu ve Akıllı Cihaz Geliştirme Akademik Başarı Testi uygulanarak, Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği ise deneysel işlem sonrasında uygulanarak nicel veriler toplanmıştır.

Çalışmada nitel verilerin toplanması deneysel işlem sonrasında, on deney ve on kontrol grubu öğrencileri ile akıllı cihaz geliştirme sürecine yönelik, sonrasında deney grubundaki altı öğrenci ile de giyilebilir akıllı cihaz geliştirmenin dikiş sürecine yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Nitel verilerin toplanmasında odak grup görüşmesi ve ses kaydı kullanılmıştır. Odak grup görüşmesinde, katılımcıların bir grup halinde ve birbirlerini duyabilecekleri şekilde oturmaları istenir. Odak grup görüşmesinde hedef, katılımcıların diğer katılımcıların görüşlerini duyabildiği, kendi görüşleri üzerine düşünebildiği bir ortamda, katılımcıların konu ile ilgili gerçekte ne düşündüğünü anlamaktır (Büyüköztürk vd., 2018). Çalışmada kullanılan odak grup görüşme soruları

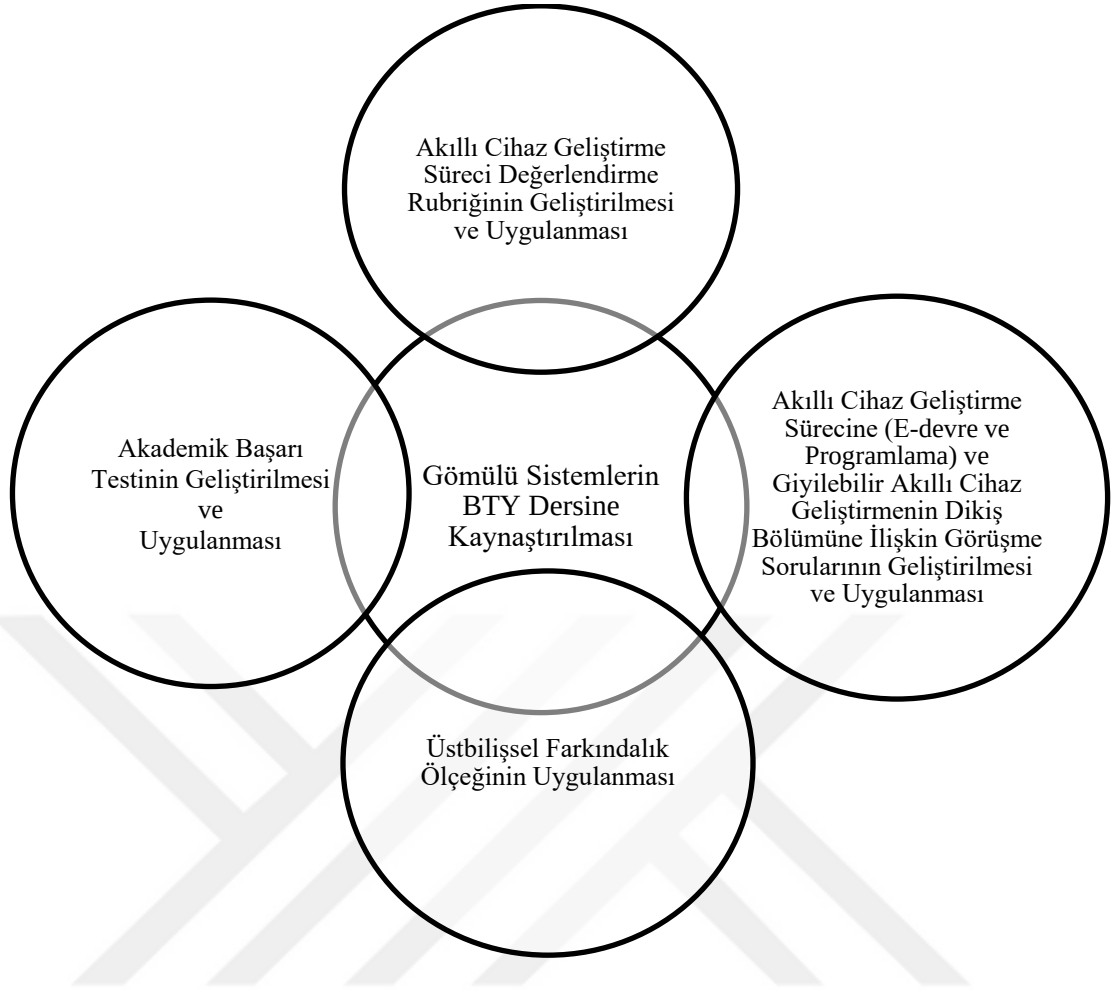
alan yazındaki çalışmalara dayalı olarak araştırmacı tarafından geliştirilmiş olup beş alan uzmanının da görüşleri alınarak gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra son haline getirilmiştir. Daha sonra pilot çalışma grubundan seçilen beş öğrenciye görüşme soruları sorularak soruların açık ve anlaşılabilirliği ile ilgili bilgi toplanmış, beş öğrenci de soruların açık ve anlaşılır olduğunu ifade etmiştir. Odak grup görüşmelerinin ilki deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde edindikleri gömülü sistem uygulama deneyimlerinin akıllı cihaz geliştirme süreci üzerindeki etkilerini ve katkılarını nasıl betimledikleri ile ilgilidir. İkincisi ise; giyilebilir teknolojiler kullanarak akıllı cihaz geliştiren deney grubu öğrencilerinin akıllı cihaz geliştirme sürecinin dikiş bölümüne ilişkin görüşlerini ortaya çıkarmak üzere gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler ses kayıt cihazına ve görüşme formuna öğrencilerin ifadeleri değiştirilmeden not alınarak kaydedilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada nicel ve nitel verileri toplamak amacıyla aşağıda belirtilen araçlar kullanılmıştır:

1. Öğrencilerin uygulama sonrasında akıllı cihaz geliştirme performanslarını ölçmek amacıyla Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği (EK 1) geliştirilmiş ve uygulanmıştır.
2. Öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında akademik başarılarını belirlemek amacıyla Akıllı Cihaz Geliştirme Akademik Başarı Testi (EK 2) geliştirilmiş ve uygulanmıştır.
3. Uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin üstbilişsel farkındalık düzeylerini belirlemek amacıyla ise Çocuklar İçin Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği – B Formu (EK 3) kullanılmıştır.
4. Akıllı cihaz geliştirme süreci ile ilgili nitel verileri toplamak için Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Görüşme Formu (EK 4) ve Giyilebilir Teknoloji Geliştirmenin Dikiş Bölümüne İlişkin Görüşme Formu (EK 5) geliştirilmiş ve uygulanmıştır.

Çalışma kapsamında geliştirilen ve kullanılan test materyallerine ait bilgi Şekil 11’de beş boyut olarak verilmiştir.



Şekil 11. Veri Toplama Test Materyalleri

Nicel ve nitel verilerin toplanması sürecinde kullanılan veri toplama test materyalleri, nicel verilerin toplanması ve nitel verilerin toplanması başlıkları altında ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Nicel Verilerin Toplanması

Çalışmada nicel verilerin toplanma sürecine yönelik deney ve kontrol gruplarına deneysel işlem öncesi ve deneysel işlem sonrası uygulanan işlemler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6

Nicel Verilerin Toplanması Sürecinde Uygulanan İşlemler

Grup Adı	Deney Öncesi	Deneysel İşlem	Deney Sonrası
Deney Grubu	Çocuklar İçin Üstbilişsel	Lilypad donanımları	Çocuklar İçin Üstbilişsel
	Farkındalık Ölçeği-B Formu	ve Modkit yazılımı	Farkındalık Ölçeği-B Formu
	Akıllı Cihaz Geliştirme	ile giyilebilir akıllı	Akıllı Cihaz Geliştirme Başarı
	Başarı Testi	cihaz geliştirme	Testi
Kontrol Grubu			Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci
			Performans Rubriği
	Çocuklar İçin Üstbilişsel	Arduino Uno	Çocuklar İçin Üstbilişsel
	Farkındalık Ölçeği-B Formu	donanımları ve	Farkındalık Ölçeği-B Formu
Deney Grubu	Akıllı Cihaz Geliştirme	Modkit yazılımı ile	Akıllı Cihaz Geliştirme Başarı
	Başarı Testi	akıllı cihaz geliştirme	Testi
			Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci
			Performans Rubriği

Çocuklar İçin Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği

Çalışmada gömülü sistem uygulamalarının öğrencilerin üstbilişsel farkındalık düzeylerine etkisini belirlemek için Sperling, Howard, Miller ve Murphy (2002) tarafından 3.- 9. sınıf seviyesindeki çocukların üstbilişsel becerilerini ölçmek amacıyla geliştirilen ve Karakelle ve Saraç (2007) tarafından Türkçeye uyarlanan üstbilişsel farkındalık ölçeği kullanılmıştır. Ölçeğin A formu 3.,4. ve 5. sınıflar için B formu ise 6., 7., 8. ve 9. sınıflar için geliştirilmiştir. Çalışmada katılımcıların 6. Sınıf öğrencileri olması nedeniyle ölçeğin B formu kullanılmıştır. Ölçeğin kullanımına ilişkin izin için araştırmacılarla iletişime geçilmiş ve ölçeğin kullanım izni alınmıştır (EK 10).

Sperling, Howard, Miller ve Murphy (2002), Schraw ve Dennison (1994) tarafından yetişkinler için geliştirilen Üstbilişsel Farkındalık Envanterini (Metacognitive Awareness Inventory-MAI) esas alarak çocukların üst bilişsel becerilerini ölçmek amacıyla bir ölçek (Jr. MAI) geliştirmişlerdir. Jr. MAI; MAI gibi üst bilişsel becerilerin düzeyini özel bir alana bağlı olmadan genel olarak ölçme amacını taşımaktadır. Bu ölçek üst bilişsel becerilerin gelişimine uygun olarak farklı yaş grupları için hazırlanmış A ve B formlarından oluşan likert tipi bir ölçme aracıdır. Üst bilişsel süreçlerin araştırılması hem araştırma amaçlı, hem de öğrencilerin öğrenirken karşılaştıkları güçlükleri belirleme ve üst bilişsel becerileri geliştirmeye yönelik öğretim programları

tasarlama açısından önemlidir. Ölçeğin Cronbach alpha güvenirlik katsayısı 0.80 olarak bulunmuştur. Bu değere göre ölçeğin güvenilir olduğu söylenebilir. Ölçeğin geçerliliğini incelemek için alt üst grup yöntemi kullanılmış ve buna göre alt ve üst dilim arasındaki farkın anlamlı olduğu bulunmuştur. Ölçek, 18 maddeden oluşan tek faktörlü bir ölçme aracıdır (Karakelle ve Saraç, 2007). Maddeler “Asla” ile “Her zaman” arasında yapılan derecelendirme ile ve 1 ile 5 arasında belirlenen puanlarla değerlendirilmiştir. Ölçeğin puanlama dağılımı Tablo 7’de gösterilmektedir.

Tablo 7

Çocuklar İçin Üstbilişsel Farkındalık Ölçeğinin Puanlama Dağılımı

1	2	3	4	5
Asla	Nadiren	Bazen	Sık sık	Her zaman

Çalışmada deneysel işlem sonrasında ölçeğin iç tutarlılığını belirlemek için yapılan analize göre Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0.83 olarak bulunmuştur. Bu durumda ölçme aracının güvenilir olduğu söylenebilir. Katılımcıların üstbilişsel farkındalık ölçeği puanlarını hesaplamak için her bir maddeye verilen yanıtların puanlarının ayrı ayrı ortalaması alınmış ve çıkan ortalamalara göre veriler analiz edilmiştir. Ortalamalar 1 ile 5 puan arasında değişmektedir.

Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği

Eğitim alanında akıllı cihaz kullanılmasına yönelik yapılacak araştırmalarda alana katkı sağlaması ve öğrencilerin uygulama sonrasında akıllı cihaz geliştirme performanslarını ölçmek amacıyla çalışma kapsamında “Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği” geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Dereceli puanlama anahtarı olarak da bilinen rubrik öğrencinin gerçekleştirdiği bir çalışmada performansı değerlendirmek için ölçütler belirlenerek puanlama yapılan bir ölçme aracıdır. Proje tabanlı STEM eğitimlerinde hem öğretmene dönüt vermeyi, hem de öğrencinin öz değerlendirme yapmasını kolaylaştırma için rubrikler önemlidir. Holistik rubrik ve analitik rubrik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Holistik rubrik sonuç değerlendirmeye, analitik rubrik ise süreç değerlendirmeye odaklanmaktadır (Bender, 2016). Çalışmada öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme sürecindeki tüm aşamalarını takip etmek önemli olduğu için

analitik rubrik geliştirilmiştir. Rubrik Andrade (2000)'in önerdiği aşağıdaki basamaklara göre hazırlanmıştır.

1. Öğrenci çalışmalarından faydalanarak, proje ile ilgili en iyi ve en kötü performansı belirleme,
2. Performansı belirlemede kullanılacak ölçütleri listeleme,
3. Performans düzeylerini belirleme ve düzey tanımlarını yapma,
4. Taslak rubriği hazırlayıp uygulama,
5. Uygulamalarda ve uzman değerlendirmesinde ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda taslak rubriği revize etme.

Andrade (2000) 'nin önerdiği aşamalar doğrultusunda rubriğin geliştirme aşamaları aşağıda açıklanmıştır.

1. Öğrenci çalışmalarından faydalanarak, en iyi ve en kötü performansın belirlenmesi

Daha önce yapılan projelerin incelenerek oluşturulacak rubrik için en iyiden en kötüye doğru beklenen öğrenci performanslarının oluşturulmasını içermektedir. Örneğin her şeyi hatalı yapan bir öğrenci ile tamamını eksiksiz yapan bir öğrenci karşılaştırılmasını içerebilir. Bu bağlamda geliştirilen rubrikler incelenmiş ve performansların iyiden kötüye nasıl sıralanacağı belirlenmiştir.

2. Performansı belirlemede kullanılacak ölçütlerin listelenmesi

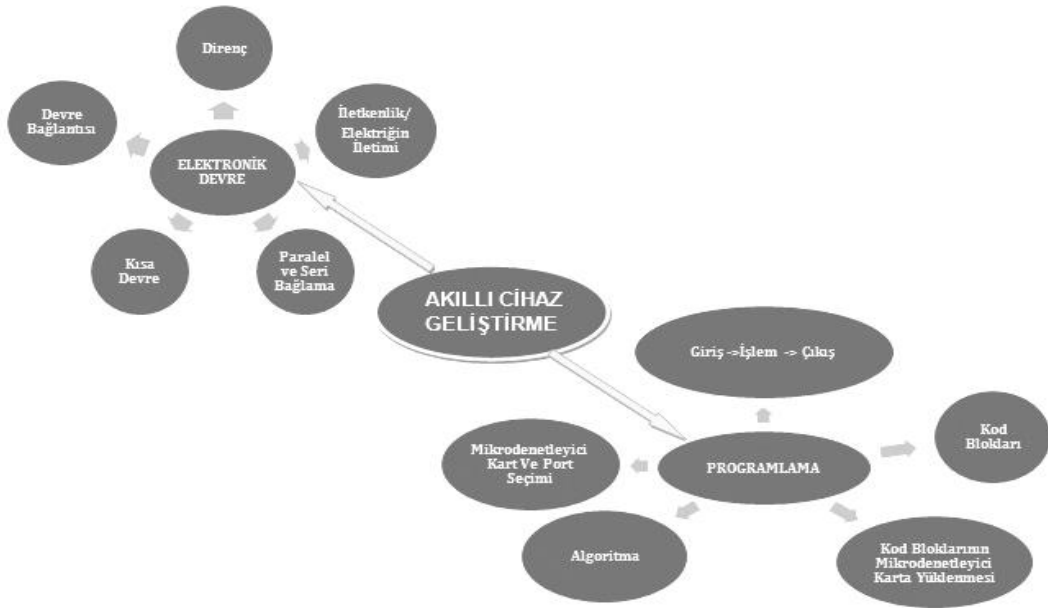
Geliştirilen ölçeğin hem deney hem de kontrol grubuna uygulanabilir olması adına rubrik maddeleri e-devre ve programlama olarak 2 boyuttan oluşmaktadır. İlk boyut 5 ölçüt, ikinci boyut 7 ölçüt olmak üzere toplam 12 maddelik bir puanlama anahtarı(rubrik) hazırlanmıştır. Akıllı cihaz geliştirme sürecinde performansı belirlemede kullanılan ölçütler Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8

Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecinde Performansı Belirlemede Kullanılan Ölçütler

ÖLÇÜTLER	
Elektronik Devre	Direnç İletkenlik/Elektriğin İletimi Paralel ve Seri Bağlama Kısa Devre Devre Bağlantısı
Programlama	Giriş İşlem Çıkış Kod Blokları Mikrodenetleyici Kart Ve Port Seçimi Algoritma Kod Bloklarının Mikrodenetleyici Karta Yüklenmesi

Bu ölçütler çalışmada öğrencinin akıllı cihaz geliştirme sürecinde yerine getirmesi istenen performanslar göz önüne alınarak belirlenmiştir. Akıllı cihaz geliştirme süreci performans rubriği geliştirme kavram haritası Şekil 12’de verilmiştir.



Şekil 12. Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği Geliştirme Kavram Haritası

3. Performans düzeylerinin belirlenmesi ve düzey tanımlarının yapılması

Dereceli puanlama anahtarı(rubrik) hazırlarken seviyenin iyi belirlenmesi performansın ölçülmesinde önemli bir etkindir. Geliştirilen rubrik 4 seviyeli olarak tasarlanmıştır. Rubrikte, seviye 4 (çok iyi), seviye 3 (iyi), seviye 2 (orta) ve seviye 1 (zayıf) olarak belirtilmiştir. Örneğin, bir öğrenci seviye 4'te istenileni eksiksiz olarak tamamlamıştır, seviye 3'te istenilenin küçük bir bölümünde hata yapmıştır, seviye 2'de büyük çoğunluğunda hata yapmıştır, seviye 1'de ise istenileni hiç yapamamıştır ya da tamamen hatalı yapmıştır.

4. Taslak rubriğin hazırlanarak uygulanması

Hazırlanan rubrik taslağı öğrencilere gösterilip, öğrencilerin yorumlaması istenmiştir. Rubrik öğrenciler tarafından yorumlandıktan sonra alan uzmanlarından, ölçme – değerlendirme ve dil konusunda çalışan uzmanlardan görüşler alınarak performans düzeyleri ve düzey tanımları gözden geçirilmiştir. Birbirini kapsayan ölçütlerin ayıklanarak her ölçütün belli bir performansı ölçmesi sağlanmıştır.

5. Rubriğin gözden geçirilmesi ve son halinin verilmesi

Uygulamalar ve uzman değerlendirmesi ile ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda taslak rubrik yeniden incelenmiş ve uzmanlarının önerileri doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılmış ve böylece rubriğin geçerlik çalışması yapılmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda yapılan düzenlemelerin ardından, rubriğe ait güvenilirlik sonuçları için farklı uzmanlarca yapılan puanlama sonuçlarının Ağırlıklı Kappa analizleri yapılmıştır. Puanlayıcılar arası uyumaya bakılarak rubriklerin güvenilirliği sağlanmaktadır (Moskal ve Leydens, 2000). Puanlama anahtarlarının Ağırlıklı Kappa (Weighted Kappa) analizleri yapılarak rubriğe ait güvenilirlik sonuçları elde edilmiştir. Ağırlıklı kappa katsayısından elde edilen veriler “zayıf uyuma =< .20; kabul edilebilir uyuma= .20-.40; orta derecede uyuma= .40-.60; iyi uyuma=.60-.80; çok iyi uyuma=.80-1.00” olarak yorumlanmaktadır (Şencan, 2005). Dereceli puanlama anahtarının boyutlarına göre puanlayıcılar arası uyuma ilişkin ağırlıklı kappa katsayısı sonuçları ve öğrenci sayıları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9

Dereceli Puanlama Anahtarı Ölçütlerine Göre Puanlayıcılar Arası Uyuma İlişkin Ağırlıklı Kappa Katsayısı Sonuçları

Ölçütler		Ağırlıklı Kappa Değeri	Öğrenci Sayısı
Elektronik Devre	Direnç	.96*	36
	İletkenlik/Elektriğin İletimi	.97*	36
	Paralel ve Seri Bağlama	.93*	36
	Kısa Devre	.92*	36
	Devre Bağlantısı	.97*	36
Programlama	Giriş	.94*	36
	İşlem	.97*	36
	Çıkış	.97*	36
	Kod Blokları	1*	36
	Mikrodenetleyici Kart Ve Port Seçimi	.98*	36
	Algoritma	.97*	36
	Kod Bloklarının Mikro denetleyici Karta Yüklenmesi	.97*	36

Tablo 9 incelendiğinde rubriğin elektronik devre ve programlama bölümlerine ait tüm ölçütlerin anlamlı olduğu ve çok iyi uyuma (Şencan, 2005) gösterdiği görülmektedir ($p<.05$).

Geliştirilen akıllı cihaz geliştirme süreci performans rubriği, 6. sınıf ortaokul öğrencilerinin akıllı cihaz geliştirme performanslarını ölçmeyi amaçlamaktadır. Rubrik, 2 boyuttan ve 12 ölçütten oluşan bir ölçme aracıdır. Ölçütler seviye 4 (çok iyi), seviye 3 (iyi), seviye 2 (orta) ve seviye 1 (zayıf) olarak belirtilmiştir ve 1 ile 4 arasında belirlenen puanlarla değerlendirilmiştir. Rubriğin puanlama dağılımı Tablo 10’da gösterilmektedir.

Tablo 10

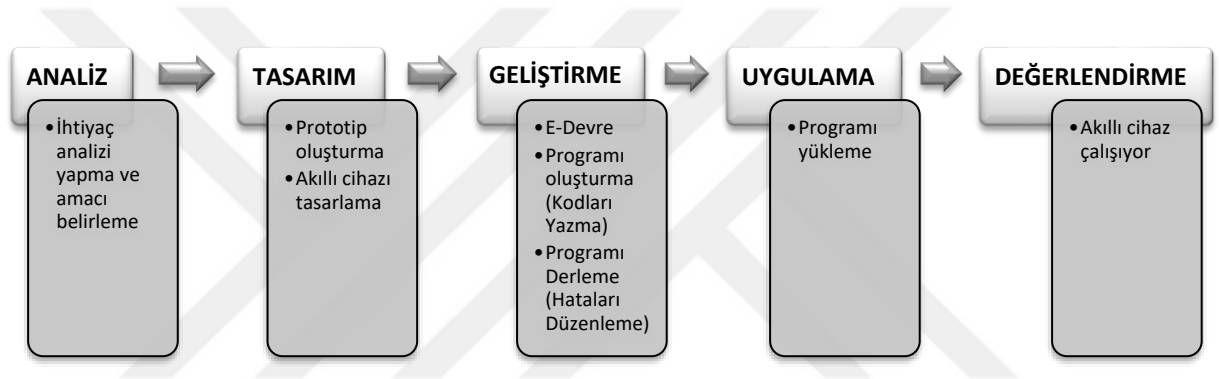
Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği Puanlama Dağılımı

4	3	2	1
Çok iyi	İyi	Orta	Zayıf

Çalışmada deneysel işlem sonrasında ölçeğin iç tutarlılığını belirlemek için yapılan analize göre Cronbach alfa katsayısı 0.90 olarak bulunmuştur. Buna ilişkin olarak 12

maddelik rubriğin performans ölçümlerinde doğru ve güvenilir ölçüm yaptığı söylenebilir. Katılımcıların akıllı cihaz geliştirme süreci performans puanlarını hesaplamak için her bir maddeye verilen yanıtların puanlarının ayrı ayrı ortalaması alınmış ve çıkan ortalamalara göre veriler analiz edilmiştir. Ortalamalar 1 ile 4 puan arasında değişmektedir.

Akıllı cihaz geliştirmeye yönelik süreç Şekil 13'te verilmiştir. Bu süreç öğretim tasarım modellerinden ADDIE'ye göre planlanmıştır. ADDIE; Analysis (Analiz), Desing (Tasarım), Development (Geliştirme), Implementation (Uygulama) ve Evaluation (Değerlendirme) aşamalarını kapsamakta ve her bir adımın çıktısı diğer adım için girdi oluşturmaktadır (Reiser ve Dempsey, 2007).



Şekil 13. Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci

Akıllı cihaz geliştirme sürecinde ilk olarak problem durumuna uygun ihtiyaç analizi yapılarak amaç belirlenir, tasarım aşamasında prototip oluşturulur ve akıllı cihaz tasarlanır, geliştirme aşamasında ilk olarak elektronik devre (e-devre) kurulur. E-devre aşamasında kullanılacak olan donanımlar (mikrodenetleyici, sensörler, ledler... vb.), uygun pinlere kablolarla ya da iletken iplik ile bağlanır, eğer gerekli ise direnç kullanılır ve sonrasında yazılan kodlar derlenir ve uygulama aşamasında derlenen kodlar kullanılacak olan teknoloji (Arduino LilyPad ve Arduino Uno Mikrodenetleyicileri) içerisine yüklendikten sonra, sistem ne için kodlandıysa o şekilde çalışır.

Ürün ve süreç/performans değerlendirmek için kullanılabilen iyi tasarlanmış bir rubriğin öğretimsel açıdan yararlı olabildiği, öğrencinin öğrenmesi ile ilgili anlamlı geri dönüşler vererek öğrenci açısından olumlu olarak algılandığı, öğrenci başarısını artırdığı

ve öğrenmeyi kolaylaştırdığı görülmektedir (Bender, 2016; Neukom, 2000; Vaughn, 2002; Tuncel, 2011). Ayrıca, rubrik ölçütleri uygulama öncesinde öğrencilere verildiğinde ölçütlerden haberdar olan öğrencilerin daha başarılı oldukları ifade edilmektedir (Martinez, 1997; Tuncel, 2011). Bu bağlamda öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performanslarının nasıl ölçüleceği ile ilgili ölçütler öğrencilere bir hafta öncesinde dağıtılmıştır. Öğrencilere dağıtılan ölçütler EK 11’de sunulmuştur.

Öğrencilerin gömülü sistem deneyimlerinin, akıllı cihaz geliştirme performanslarına olan etkileri geliştirilen rubrik ile incelenmiştir.

Wilhelm ve diğerleri (2019) proje tabanlı öğrenme sınıflarında öğrencilerin ne kadar öğrendiklerini ölçmek için yalnızca performans değerlendirmeleri değil, çoktan seçmeli testler, görüşmeler, kavram haritaları, raporlar, sunumlar ve akran değerlendirmelerinin de kullanılabileceğini belirtmektedir. Bu bağlamda çalışmada rubrikle birlikte farklı ölçme araçları da kullanılmıştır.

Akademik Başarı Testi

Çalışmada öğrencilerin akademik başarısını tespit etmek için başarı testi geliştirilmiştir. Bu başarı testi bilişim teknolojileri ve yazılım dersi konularının kapsamı dikkate alınarak hazırlanmıştır. Başarı testi çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır. Hazırlanan test maddelerinin anlaşılabilirliğinin, bilimsel bilgilerle tutarlılığının tespit edilmesinde bilişim teknolojileri ve yazılım dersi alanında uzman 5 öğretim elemanının ve dil bilgisi yönünden de 1 dil uzmanının görüşlerinden faydalanılarak test maddeleri düzenlenmiştir. Sonrasında pilot uygulama ile öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar doğrultusunda madde analizi yapılmıştır. Pilot çalışma Lilypad ve Arduino Uno gruplarından toplam 69 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir (N=69). EK 7’de verilen akıllı cihaz geliştirmeye ilişkin kazanımlara uygun olarak hazırlanan toplam 25 maddelik soru sorulmuş olup veriler TAP (Test Analysis Program) programı ile analiz edilmiştir. Başarı testinin kapsam geçerliliği için akıllı cihaz geliştirmeye ilişkin kazanımlar ve eşleştirilen sorular (EK 7) ile Bloom’un Taksonomisi bilişsel alana göre soruların dağılımını gösteren belirtke tablosu oluşturulmuş (EK 8), uzman değerlendirme formu alan uzmanlarının görüşlerine sunulmuş ve %88 oranında görüş birliğine varıldığı görülmüştür. Başarı testinin yapı geçerliliği için madde gücü ve madde ayırt ediciliği hesaplanmıştır. Tan (2005), ayırtıcılık gücü 0.20’nin altında olan maddeleri atılması gereken maddeler; 0.20-0.40 arasındaki maddeleri düzeltilmesi gereken maddeler ve

0.40'ın üzerindeki maddeleri çok iyi maddeler olarak nitelendirmektedir. Testi geliştirirken bir maddenin bilenle bilmeyeni ayırma gücünün ve madde güvenilirliğinin yüksek olması bakımından; gücü 0.50 civarı olan maddeler tercih edilir (Tan, 2005). Sorulan 25 maddelik soru içinde 5. maddenin ayırt ediciliği (0.15) 0.20'nin altında olduğu ve 4. ve 5. maddeler aynı kazanımı içerdiği için 5. madde testten çıkarılmıştır. Ortalama madde gücü 5. madde çıkarılmadan önce, 0.60, 5. madde çıkarıldıktan sonra ise 0.41 olarak hesaplanmıştır. Soruların gücünün 0.40-0.60 aralığında olması istenilen güçtür (orta düzey güç). Orta güç olması istenilen bir düzeydir ve testin güvenilirliğini artırır. Ortalama ayırt edicilik indeksi, 5. maddeyi çıkarmadan önce 0.53, çıkardıktan sonra ise 0.69 olarak hesaplanmıştır. Ayırt edicilik indeksinin 0.40 üzeri olması soruların çok iyi, kaliteli soru olduğunu göstermektedir.

Akademik başarı testinin güvenilirliğini hesaplamada KR-20 formülü kullanılmıştır. KR-20 formülü doğru cevaplandırılmış maddelere 1 puan verilip yanlış cevaplandırılmış ve boş bırakılmış maddelere ise hiç puan verilmeden puanlanan testlerde uygulanır. KR-20 güvenirlik katsayısı bir defa uygulanan bir ölçme aracının iç tutarlılığını hesaplayan bir katsayıdır. Testte her bir maddeye doğru cevap veren öğrencilerin toplam öğrencilere oranı yani güçlük derecesi hesaplanarak testin güvenilirliği hakkında tahminde bulunulmuştur (Büyüköztürk vd., 2018). Pilot çalışmada başarı testinde 5. maddeyi çıkarmadan önce KR20 değeri 0.86, 5. maddeyi çıkardıktan sonra 24 maddenin analiz sonuçlarına göre KR20 değeri 0.92 olarak hesaplanmıştır. KR20 değerinin 0.90 üzeri olması mükemmel olarak nitelendirilmektedir.

Katılımcıların akademik başarı puanlarını hesaplamak için doğru yaptıkları her soruya 1 puan, yanlış yaptıkları her soruya 0 puan verilmiştir. Katılımcılar soruları boş bırakmamışlardır. Verilen yanıtların puanlarının ayrı ayrı toplamı hesaplanmış ve çıkan ortalamalara göre veriler analiz edilmiştir. Başarı testi toplam 24 sorudan oluşmaktadır ve bir öğrencinin alabileceği en yüksek puan 24, en düşük puan 0'dır.

Nitel Verilerin Toplanması

Çalışmada nitel verilerin toplanma sürecine ilişkin deney ve kontrol grupları ile yapılan odak grup görüşmelerine ait işlemler Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11

Nitel Verilerin Toplanma Sürecine İlişkin İşlemler

Grup Adı	Deney Sonrası
Deney Grubu	Odak Grup Görüşme Soruları (Akıllı Cihaz Geliştirmeye Yönelik) Odak Grup Görüşme Soruları (Akıllı Cihaz Geliştirmenin Dikiş Bölümüne Yönelik)
Kontrol Grubu	Odak Grup Görüşme Soruları (Akıllı Cihaz Geliştirmeye Yönelik)

Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecine ve Giyilebilir Akıllı Cihaz Geliştirmenin Dikiş Bölümüne İlişkin Görüşme Sorularının Geliştirilmesi ve Uygulanması

Akıllı cihaz geliştirme sürecinde problem durumunun daha iyi anlaşılabilmesi ve nicel verilerin nitel verilerle desteklenmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme soruları geliştirilmiştir. Kontrol grubunun geliştirdiği akıllı cihaz, e-devre ve programlama aşamasından oluşurken deney grubunun geliştirdiği giyilebilir akıllı cihaz e-devre ve programlamaya ek olarak dikiş aşamasının da yer aldığı üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda iki ayrı görüşme formu oluşturulmuştur. İlk form akıllı cihaz geliştirme sürecine ilişkin görüşme sorularının yer aldığı form olup deney ve kontrol gruplarına uygulanmıştır. İkinci form ise giyilebilir akıllı cihaz geliştirmenin dikiş bölümüne ilişkin görüşme sorularının yer aldığı form olup, giyilebilir akıllı cihaz geliştiren deney grubu öğrencilerinden dikiş yapan öğrencilere uygulanmıştır. Görüşmeler odak grup görüşmeleri yapılarak ve görüşmenin ses kaydı alınarak gerçekleştirilmiştir. Odak grup görüşme formları, alan yazın taraması ve uzman görüşlerinin alınmasının ardından akıllı cihaz geliştirme sürecini değerlendiren on ve giyilebilir teknoloji geliştirmenin dikiş sürecini değerlendiren yedi açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Odak grup görüşme soruları ile ilgili uzman görüşlerine başvurulmuş, uzmanlardan gelen dönütlere göre gerekli düzenlemeler yapılmış, ardından pilot çalışma yapılan öğrencilerden beşine sorular yöneltilmiş ve öğrenciler tüm soruların anlaşılabilirdiğini belirtmişler ve bu durumu soruları yanıtlayarak doğrulamışlardır. Böylece formlara son şekilleri verilmiştir. Öğrenci görüşmeleri ses kaydı ve araştırmacı tarafından alınan notlar ile kaydedilmiştir.

Uygulama Süreci

Çalışma, 2018-2019 Eğitim Öğretim Yılı ikinci yarıyılında, Ankara ili Keçiören ilçesinde bulunan bir ortaokulda 6. sınıf öğrencilerinden oluşan deney ve kontrol grupları ile bilişim teknolojileri ve yazılım dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Proje tabanlı öğrenme sürecinde öğretmen öğrencilerin araştırmalarını desteklemek, araştırmalarına yardım etmek için gerekli her şeyi bilemeyebilir, özellikle STEM gibi disiplinler arası projelerde, farklı disiplin uzmanları ile işbirliği önemlidir. Böyle bir durumda dışarıdan uzmanlarla öğrencilerin bağlantı kurmaları sağlanabilir (Wilhelm vd., 2019). Bu bağlamda çalışmada disiplinler arası proje tabanlı öğrenme ile gömülü sistem geliştirme sürecinde bilişim teknolojileri öğretmeni proje için ihtiyaç duyulan konularda fen bilimleri öğretmenleri ve İngilizce öğretmenleri ile işbirliği içinde çalışmıştır. Buechley, Eisenberg ve Elumeze (2007) tarafından geliştirilen elektronik tekstiller için öğretim programının elektronik tekstillerin tanıtımı, elektronik ve dikişin tanıtımı, programlamanın tanıtımı, donanımın tanıtımı, çıkış aygıtlarının tanıtımı, sensörlerin tanıtımı, tasarlama, prototipleme ve ürünü inşa etme basamaklarından esinlenilerek uygulama süreci öğretim programı tasarlanmıştır. Uygulama yedi haftalık bir süreçte tamamlanmıştır. Uygulama süresince haftalık yapılan iş ve işlemlere ilişkin bilgiler Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12

Uygulama Süresince Haftalık Yapılan İş ve İşlemlerin Dağılımları

HAFTALAR	DENEY GURUBU	KONTROL GRUBU
1. HAFTA	Ön testlerin uygulanması	Ön testlerin uygulanması
2. HAFTA	Elektronik devre ve Lilypad donanımları tanıtımı	Elektronik devre ve Arduino Uno donanımları tanıtımı
3. HAFTA	Lilypad’i Modkit ile programlama	Arduino Uno’yu Modkit ile programlama
4. HAFTA	Akıllı cihaz geliştirme	Akıllı cihaz geliştirme
5. HAFTA	Akıllı cihaz geliştirme	Akıllı cihaz geliştirme
6. HAFTA	Ürünü dikme – Test etme	Akıllı cihazı test etme
7. HAFTA	Son testlerin uygulanması ve odak grup görüşmeleri	Son testlerin uygulanması ve odak grup görüşmeleri

Arduino Lilypad donanımlarını Modkit programı ile kodlayıp sonrasında donanımları kıyafet ve aksesuarlara dikerek giyilebilir akıllı cihazlar üreten deney grubu öğrencileri ile Arduino Uno donanımlarını Modkit programı ile kodlayıp akıllı cihazlar üreten kontrol grubu öğrencilerine ilişkin uygulanan işlemler aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır;

1. hafta uygulanan işlemler

Uygulama sürecinin ilk haftasında deney ve kontrol grubu öğrencilerine Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersi kapsamında akıllı cihazlar geliştirecekleri projeler yapacakları, bu bağlamda yapılacak çalışmanın etkililiğini öğrenmek için öğretimin öncesinde ve sonrasında öğrencilerin durumlarını belirlemek amacıyla başarı testi ve anket gibi ölçekler uygulanacağı ile ilgili öğrenciler bilgilendirilmiştir. Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersi 6. sınıf düzeyinde haftalık iki ders saatidir. Bilgilendirmenin ardından üstbilişsel farkındalık ölçeği ilk ders saati süresinde, akademik başarı ön testi ise ikinci ders saati süresinde katılımcılara uygulanmıştır.

2. hafta uygulanan işlemler

İkinci hafta deney ve kontrol grubu öğrencilerine bilişim teknolojileri ve yazılım dersi kapsamında akıllı cihazlar geliştirecekleri, akıllı cihazların donanımların yazılımlar ile kodlanarak oluşturulduğu ve gerçek hayatta nasıl çalıştığını keşfetme fırsatı sunduğu açıklanmıştır. Akıllı cihazlar geliştirmek üzere çeşitli platformların bulunduğu, bu platformlardan biri olan Arduino'nun farklı projeler ve uygulamalar oluşturmak için kullanımı kolay donanım ve yazılıma dayalı açık kaynaklı bir elektronik prototip platformu olduğu, ders kapsamında akıllı cihazlar geliştirirken donanım olarak Arduino'nun kullanılacağı belirtilmiştir. Arduino ile kolay bir şekilde çevresiyle etkileşime girebilen sistemler tasarlanabileceği, sensörlerden gelen veriler kullanarak dış dünyaya çıktılar (ses, ışık, hareket vs.) üretilebileceği anlatılmıştır. Kullanım amacına, boyutuna, üzerinde bulunan pin sayısına ve mikroişlemci çeşidine göre farklı tiplerde Arduino kartlarının olduğu hakkında bilgi verilmiştir. Araştırmacı deney ve kontrol grubunda donanım olarak kullanılacak olan Arduino kartlarından kaynaklı oluşabilecek farklılığı elimine etmek için deney ve kontrol grubu öğrencilerine bu kartların ortak özelliklerini, kullanım amaçlarını detaylıca anlatmıştır. Deney grubu öğrencilerinin akıllı cihazlar geliştirirken donanım olarak Arduino Lilypad, kontrol

grubu öğrencilerinin ise Arduino Uno setlerini kullanacakları, bu donanımları ise her iki grubun da görsel programlama dili olan Modkit ile kodlayacakları araştırmacı tarafından ifade edilmiştir. Hem Arduino Uno hem de Arduino Lilypad mikrodenetleyici kartları üzerinde 6'sı PWM pin çıkışı olmak üzere toplam 14 dijital giriş/çıkış pini, 6 analog giriş pini, bilgisayara bağlamak için bir USB bağlantısı (Arduino Lilypad'te FTDI ile USB bağlantısı), bir yeniden başlatma (reset) düğmesi ile güç girişi bulunduğu, ayrıca Arduino Lilypad'in dikilebilme ve yıkanabilme özellikleri ile giyilebilir projeler üretmek için tasarlandığı anlatılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kullandıkları Arduino kartlarının ortak özellikleri Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13

Arduino Uno ve Lilypad mikrodenetleyici kartlarının ortak özellikleri

Donanım Adı	Mikrokontrolörü	Dijital Giriş/Çıkış	PWM	Analog Girişler	Bilgisayara bağlanma
<i>Arduino Lilypad</i>	ATmega168V ATmega328V	14	6	6	FTDI kartı ile USB
<i>Arduino Uno</i>	ATmega328V	14	6	6	USB

Ayrıca deney ve kontrol grubu öğrencilerine akıllı cihazlarla ilgili izleyecekleri videolara benzer akıllı cihazlar tasarlayacakları açıklanmıştır. Deney grubu öğrencilerine Lilypad ile geliştirilen giyilebilir akıllı cihaz videoları, kontrol grubu öğrencilerine ise Arduino Uno ile geliştirilen akıllı cihaz videoları izletilmiştir. Deney grubu öğrencilerinin izledikleri videolardan biri Lilypad, nabız sensörü ve ledler ile insanların kalp aktivitelerinin ve endişe seviyelerinin takip edilebileceği, kalp atışı ile yanıp sönen akıllı bir tişört tasarımıdır. Öğrencilerin bu giyilebilir akıllı cihazın nasıl çalıştığını izlerken çekilen fotoğrafı Görsel 1'de verilmiştir.



Görsel 1. Öğrenciler Lilypad ve Nabız Sensörlü Giyilebilir Akıllı Cihazı İzlerken

Sonrasında deney grubu öğrencilerine elektronik devre ve Lilypad donanımları, kontrol grubuna ise elektronik devre ve Arduino Uno donanımları hakkında sunumlar yapılmıştır. Kontrol grubuna elektronik devre ve Arduino Uno donanımları hakkında bilgi verilirken çekilen fotoğraf Görsel 2’de verilmiştir.



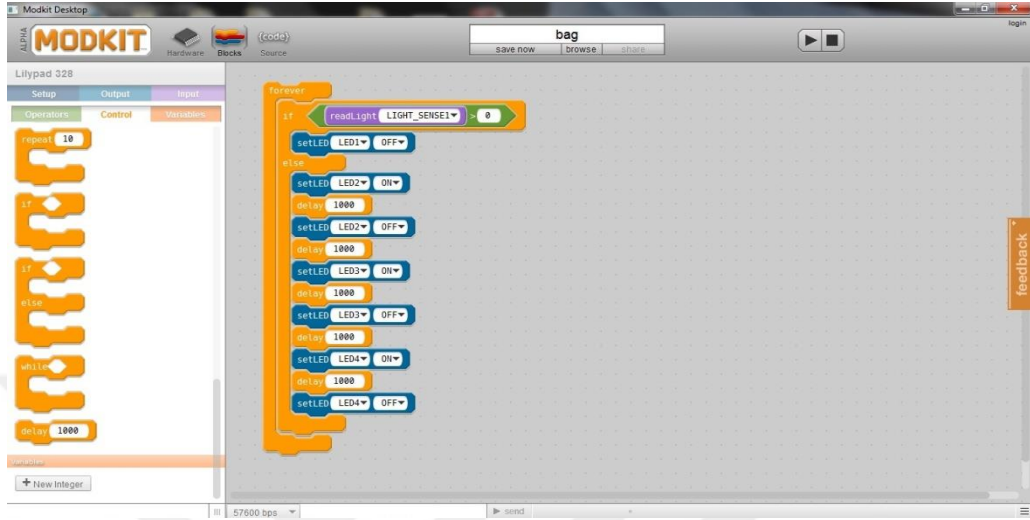
Görsel 2. Arduino Uno Seti ile Akıllı Cihaz Geliştirme Konu Anlatımı

Ders sonunda konu ile ilgili çalışma notları hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerine dağıtılmıştır. Çalışma notlarında elektronik devre ile ilgili tanımlar (direnç, kısa devre, seri bağlama, paralel bağlama gibi) yapılmış, analog, dijital ve PWM pinleri, sensörler, sensörlerin çalışma mantığı, akıllı cihaz geliştirme sürecinde kullanılan donanımlar ile bu donanımları istediğimiz şekilde programlayabileceğimiz bir görsel programlama dili olan Modkit programı hakkında bilgiler yer almaktadır.

3. hafta uygulanan işlemler

Üçüncü hafta deney grubu öğrencilerine Lilypad donanımlarını görsel bir programlama dili olan Modkit ile programlama, kontrol grubuna ise Arduino Uno donanımlarını Modkit ile programlama konuları anlatılmıştır. Öğrenciler bilişim teknolojileri ve yazılım dersi kapsamında daha önce Scratch programını öğrenmişlerdir ve Modkit programı arayüzü ve kod blokları yapısı Scratch arayüzü ve kod bloklarına benzerliği ile öne çıkmaktadır. Modkit programında hardware (donanım), blocks (bloklar) ve code source (kaynak kodlar) olmak üzere üç menü bulunmaktadır. Modkit programının dili İngilizce'dir. Hardware (donanım) menüsünde proje için kullanılacak olan donanımların seçimi yapılabilmekte ve pin bağlantılarının taslağı oluşturulabilmektedir. Modkit programında donanım seçiminden sonra, blocks (bloklar) menüsüne tıklayarak sürükleyip bırak yöntemiyle kodlama işlemi gerçekleştirilmektedir. Sürükleyip bırak yöntemi ile kod blokları oluşturulduktan sonra, blocks (bloklar) menüsünün sağ tarafında yer alan code source (kaynak kodlar) tıklanıp kaynak kodlar görüntülenebilmektedir. Problem durumuna uygun olarak istenilen şekilde Modkit programında kodlama yapılarak, program Lilypad ve Arduino Uno mikrodenetleyicilerine yüklenebilmektedir. Ders sonunda araştırmacı deney grubu öğrencileri için, Arduino Lilypad donanımları olan mikrodenetleyici, ışık sensörü ve ledleri krokodil kablo ile bağlayarak elektronik devreyi kurmuştur (prototipleme). Modkit programının donanım menüsünde Lilypad mikrodenetleyicisi, ışık sensörü ve ledleri seçerek kod blokları ile kodları oluşturmuş ve Arduino Lilypad mikrodenetleyicisine aktarmıştır. Araştırmacı kontrol grubu öğrencileri için ise Arduino Uno mikrodenetleyicisi, ledler ve ışık sensörünü jumper kablo ile bağlayarak e-devreyi oluşturmuştur. Modkit programının donanım menüsünde Arduino Uno, ışık sensörü ve ledleri seçerek kod bloklarını oluşturmuş ve Arduino Uno mikrodenetleyicisine aktarmıştır. Daha sonra araştırmacı hem deney hem de kontrol grubu öğrencileri için

benzer şekilde akıllı cihazlar geliştirebileceklerini ifade etmiştir. Işık sensörü ve ledler kullanılarak geliştirilen akıllı cihazın Modkit programında yazılan kod bloklarının ekran görüntüsü Şekil 14’te verilmiştir.

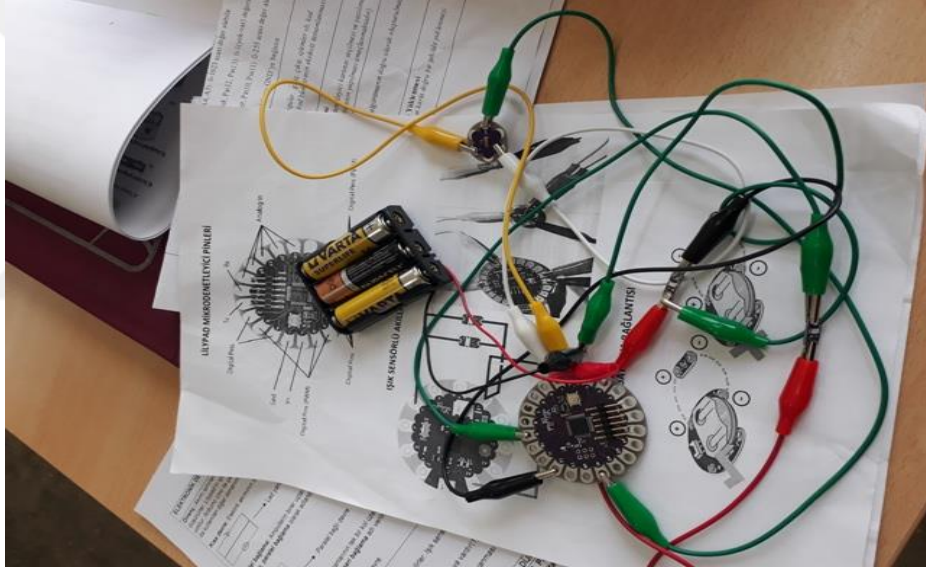


Şekil 14. Modkit Programında Yapılan Uygulamanın Kod Bloklarının Ekran Görüntüsü

4. hafta uygulanan işlemler

Dördüncü hafta deney grubu öğrencilerine problem durumlarından bahsedilmiş, probleme çözüm olacak giyilebilir akıllı cihazları nasıl geliştirecekleri ile ilgili açıklamalar yapılmış ve öğrenciler akıllı cihaz geliştirmek üzere gruplara ayrılmışlardır. Deney grubu öğrencilerinin giyilebilir akıllı cihaz geliştirme sürecinde akademik becerilerini anlamlı ve faydalı olan belirli bir içeriğe bağlamaları ve farklı bağlantılar kurarak öğrendiklerini daha geniş bir bağlamda bütünleştirmeleri için bağlamsallaştırma yöntemi ile projelerini gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Bağlamsallaştırma yöntemi ile bilgi belli bir bağlamla ilişkilendirilmiş, somut uygulamalara odaklanılmış, böylece öğrencilerin içerikleri hayatlarındaki anlamlı problemlerle, durumlarla ve gerçek dünyayla ilişkilendirmeyi öğrenmeleri amaçlanmıştır. Deney grubu öğrencilerine bağlamsallaştırma yöntemi ile proje tabanlı öğrenme uygulandığı için gerçek dünyada karşılaşılabilecekleri problemlere çözüm aramalarını sağlayacak problem durumları detaylıca açıklanmıştır. Öğrencilere iki farklı problem durumu verilmiştir (EK 13). Birinci problem durumu; “Öğrenciler kış aylarında hava karanlık iken okula gitmekte ya da okuldan dönmektedirler. Öğrencilerin güvenlikleri için, özellikle araçlar tarafından

karanlıkta fark edilmesi için nasıl bir akıllı cihaz tasarlıyorsunuz?” İkinci problem durumu ise; “Bebeklerde ve çocuklarda yüksek ateş kalıcı sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Anne ve babalar çocukların ateşini belirlemede ateş ölçer ya da ellerini kullanmaktadırlar. Çocuğun ateşinin hemen farkına varılması için nasıl bir akıllı cihaz tasarlıyorsunuz?” olarak belirlenmiştir. Deney grubu öğrencilerinin katıldığı giyilebilir akıllı cihaz üretim aşaması elektronik devre kurulumu, programlama ve dikiş olarak üç aşamadan oluşmaktadır. İlk problem durumu için, giyilebilir akıllı cihaz geliştirme sürecinde ilk olarak Arduino Lilypad donanımları olan mikrodenetleyici, ışık sensörü ve ledler krokodil kablo ile bağlanarak elektronik devre kurulmuştur (prototipleme). Deney gurubu öğrencilerinin ilk problem durumu için giyilebilir akıllı cihaz geliştirme sürecinde oluşturduğu elektronik devre prototipi Görsel 3’te verilmiştir.



Görsel 3. Lilypad İle Giyilebilir Akıllı Cihaz Prototipleme

İkinci aşamada Modkit programında hava karardığında otomatik olarak ledlerin istenilen saniye aralıklarında yanmasını sağlayan kodlar yazılmış ve mikrodenetleyiciye yüklenmiştir. Prototipleme sonrasında Modkit programı ile giyilebilir akıllı cihazı programlayan deney grubu öğrencilerinin fotoğrafı Görsel 4’te verilmiştir.



Görsel 4. Modkit Programı ile Giyilebilir Akıllı Cihazı Programlama

Üçüncü aşamada ise bir çanta, şapka ve hırka üzerine iletken iplik ile Lilypad donanımları dikilmiştir. Böylece karanlıkta çanta, şapka ve hırka üzerindeki ledler yanarak, öğrencilerin taşıtlar tarafından fark edilmesini sağlayacak giyilebilir akıllı cihazlar üretilmiştir. Görsel 5’te deney grubundan bir erkek öğrencinin Lilypad donanımlarını iletken iplikle dikerken çekilen fotoğrafı yer almaktadır.



Görsel 5. Lilypad Donanımlarının İletken İplikle Şapkaya Dikimi

Görsel 6’da deney grubu öğrencilerinin akıllı hırka geliştirme projesinde Lilypad donanımlarını iletken iplikle dikerken çekilen fotoğrafı yer almaktadır.



Görsel 6. Lilypad Donanımlarının İletken İplikle Hırkaya Dikimi

Kontrol grubu öğrencilerine ise Arduino Uno seti kullanarak öğretmen tarafından yapılan örnek uygulamaya benzer projeler geliştirebilecekleri ifade edilmiştir. Arduino Uno seti ile geliştirilecek akıllı cihaz üretim aşaması elektronik devre kurulumu ve programlama aşamalarından oluşmaktadır. Akıllı cihaz geliştirme sürecinde kontrol grubu öğrencileri ilk olarak Arduino Uno donanımları olan Arduino Uno mikrodenetleyicisi, ışık sensörü ve ledleri jumper kablo ile bağlayarak elektronik devreyi kurmuşlardır (prototipleme). Kontrol grubu öğrencilerinin Arduino Uno seti ile devre kurulumu yaparken çekilen fotoğrafı Görsel 7’de verilmiştir.



Görsel 7. Arduino Uno Seti ile Akıllı Cihaz Devre Kurulumu

Kontrol grubu öğrencileri ikinci aşamada Modkit programında hava karardığında otomatik olarak ledlerin istenilen saniye aralıklarında yanmasını sağlayan kodları yazmışlar ve mikrodenetleyiciye yüklemişlerdir. Prototipleme sonrasında Modkit programı ile akıllı cihazı programlayan kontrol grubu öğrencilerinin fotoğrafı Görsel 8’de verilmiştir.



Görsel 8. Modkit Programı İle Akıllı Cihazı Programlama

Bu haftadan itibaren sınıf mevcutlarının kalabalık olması nedeniyle ve öğrenci gruplarına birebir rehberlik edebilme adına Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi son sınıf öğrencilerinden üç öğretmen adayı araştırmacıya destek olmuşlardır. Bender (2016) proje tabanlı öğrenme sürecinde ekiplerin dört ve on öğrenci arasında değişen sayıda olabileceğini ifade etmektedir. Çalışmada proje ekipleri 6 kişilik gruplardan oluşmaktadır.

5. hafta uygulanan işlemler

Beşinci hafta ise deney grubu öğrencilerine verilen ikinci problem durumu için benzer bir süreç izlenmiş, sıcaklık sensörü kullanılarak vücut sıcaklığı normalin üzerine çıktığında ledlerle sinyal veren bir akıllı cihaz üretilmiştir. Deney grubu öğrencileri bebeğin ateşini sıcaklık sensörü ile ölçerek kırmızı led ışıklarla sinyal veren giyilebilir

akıllı bir bebek zıbını geliştirmişlerdir. Deney grubu öğrencilerinin sıcaklığa duyarlı akıllı bebek zıbını geliştiren çekilen fotoğrafı Görsel 9’da verilmiştir.



Görsel 9. Sıcaklığa Duyarlı Akıllı Zıbın Dikimi

Ayrıca dikiş yapan öğrenciler ürünlerin tasarımlarını güzelleştirmek adına boncuk ve keçe gibi renkli kumaşlarla çiçek, kalp, gemi gibi tasarımlar yaparak donanımlar üzerine bu tasarımlarını dikmişler ve ürünlerine estetik bir görünüm kazandırmışlardır. Deney grubu öğrencilerinin sıcaklığa duyarlı akıllı bebek zıbını görsel olarak iyileştirirken çekilen fotoğrafı Görsel 10’da verilmiştir.



Görsel 10. Akıllı Zıbını Görsel Olarak İyileştirme

Kontrol grubu öğrencileri ise sıcaklık sensörü ile hava sıcaklığı 37 °C derecenin üzerine çıktığında led ışıklarla sinyal veren bir akıllı cihaz üretmişlerdir. Kontrol grubu öğrencilerinin Arduino Uno seti ile sıcaklığa duyarlı akıllı cihaz geliştirirken çekilen fotoğrafı Görsel 11’de verilmiştir.



Görsel 11. Arduino Uno Seti ile Sıcaklığa Duyarlı Akıllı Cihaz Geliştirme

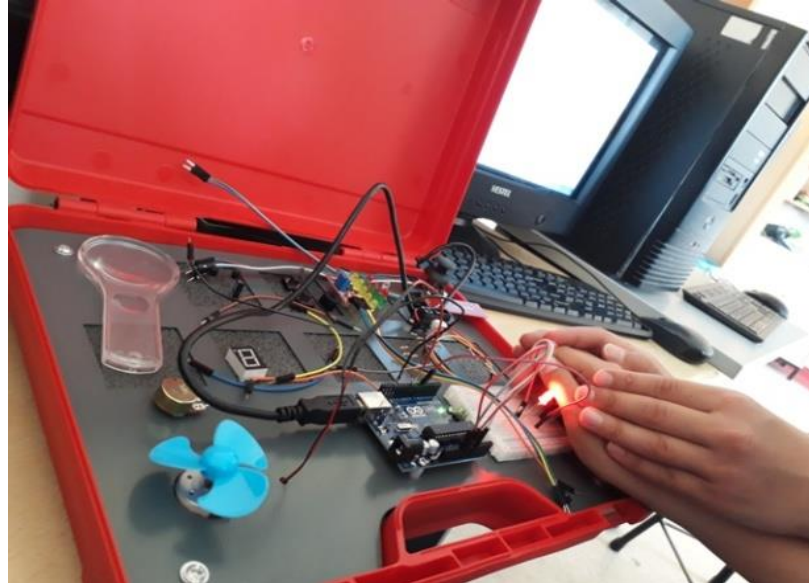
6. hafta uygulanan işlemler

Altıncı haftada geliştirilen akıllı cihazlar test edilerek son hali oluşturulmuştur. Deney grubu öğrencileri geliştirdikleri giyilebilir teknolojilerden akıllı şapka, akıllı hırka, akıllı çantayı giyerek denemişlerdir. Hava karardığında ledlerin otomatik olarak yandığı dolayısıyla geliştirdikleri giyilebilir akıllı cihazların sorunsuz çalıştığı izlenmiştir. Geliştirilen giyilebilir teknolojilerden bebek zıbınlarının ise sıcaklık değişimine göre ledlerle sinyal verdiği görülmüştür. Görsel 12’de akıllı çantayı giyen ve ışık sensörünü eliyle kapatarak akıllı çantanın çalışıp çalışmadığını test eden öğrencilerin fotoğrafı verilmiştir.



Görsel 12. Akıllı Çantayı Test Etme

Kontrol grubu öğrencileri ise akıllı cihazları geliştirdikten hemen sonra akıllı cihazlarını test ederek cihazların son halini oluşturmuşlardır. Arduino Uno seti ile geliştirilen akıllı cihaz öğrenciler tarafından test edilirken çekilen fotoğraf Görsel 13'te verilmiştir.



Görsel 13. Arduino Uno Seti ile Geliştirilen Akıllı Cihazı Test Etme

7. hafta uygulanan işlemler

Yedinci hafta ise akıllı cihaz geliştirme süreci performans rubriği, akıllı cihaz geliştirme başarı testi ve üstbilişsel farkındalık ölçeği son test olarak uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinden 10'ar öğrencinin, ayrıca deney grubunda dikiş yapan 6 öğrencinin katılımıyla odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir.

Uygulama sürecinde kazanımlara uygun olarak günlük planlar hazırlanmıştır. Uygulanan günlük plan örneği EK 12'de verilmiştir.

Verilerin Analizi

Nicel ve nitel verilerin analizine ilişkin bilgiler nicel verilerin analizi ve nitel verilerin analizi başlıkları altında açıklanmıştır.

Nicel Verilerin Analizi

Nicel verilerin analizi TAP (Test Analysis Program) ve SPSS 22 (Statistical Package for Social Sciences) programları ile $p=.05$ anlamlılık düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Nicel verilerin analizinde, varsayımların karşılanıp karşılanmamasına göre parametrik ya da parametrik olmayan (nonparametrik) testler kullanılmaktadır. Parametrik testlerin kullanılabilmesi bazı varsayımların karşılanmasına bağlıdır. Bu varsayımlar; bağımlı değişkene ait ölçümler en az aralık ölçeğindedir, puanlar bağımlı değişkende etkisi araştırılan faktörün her bir düzeyinde normal dağılım gösterir, bağımlı değişkene ait varyanslar her bir çalışma grubu için eşittir (Büyüköztürk, 2007). Kraska-Miller (2013) parametrik test varsayımlarından olan çalışma grubu büyüklüğünün 30'dan büyük olmasını yeterli sayı olarak yorumlamaktadır. Çalışmada 36'sı deney ve 36'sı kontrol grubunda olmak üzere toplam 72 öğrenci bulunmaktadır ($N=72$). Parametrik istatistikler, dağılımın normalliği varsayımını gerektirir. Dağılımın normal olduğuna dair yeterli kanıt yoksa yani dağılım çarpıksa, parametrik olmayan istatistikler kullanılmalıdır (Büyüköztürk, 2007). Verilerin normallik dağılımları; çarpıklık-basıklık (skewness-kurtosis) değerlerine, histogramlar yoluyla normal dağılım eğrilerine, grup büyüklüğünün 50'den büyük olduğu durumlarda kullanılan Kolmogorov - Smirnov (K-S) ve 50'den küçük olduğunda ise Shapiro - Wilks'in manidarlık düzeyine bakılarak incelenmektedir (Büyüköztürk,

2007). Buna göre deney ve kontrol grupları sayısının (N=36) 50'den küçük olması sebebiyle normallik dağılımları Shapiro-Wilk testi ile incelenmiş, $p>.05$ ise dağılımın normal olduğuna karar verilmiştir. $P<.05$ olduğu durumlarda çarpıklık basıklık değerleri incelenmiştir. Tabachnick ve Fidell (2013) çarpıklık basıklık değerlerinin -1.5 ile +1.5 aralığında olması, Pallant (2001) ve George ve Mallery (2010) ise çarpıklık basıklık değerlerinin -2 ile +2 arasında olması durumunda puanların normal dağılım gösterdiğini vurgulamaktadır. Ayrıca Wilcox (2005) grup büyüklükleri eşit olduğunda ANOVA'nın normallik varsayımı ihlaline karşı dirençli olduğunu belirtmektedir. Çalışmaya katılan deney ve kontrol grubu öğrencileri sayıları eşittir (N=36). Deney ve kontrol gruplarına ait testlerin çarpıklık basıklık değerleri ve Shapiro-Wilk testleri sonuçları Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14

Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Testlerin Çarpıklık –Basıklık Değerleri ve Shapiro-Wilk Testleri Sonuçları

					Shapiro-Wilk
Gruplar	Testler	N	Çarpıklık	Basıklık	P
Deney	Ön test – Başarı	36	.112	-.818	,253
	Son test – Başarı	36	-.385	-.910	,087
	Ön test – Üstbilişsel Farkındalık	36	-.659	.713	,327
	Son test – Üstbilişsel Farkındalık	36	-.358	-.507	,274
	Son test – Akıllı C. G. S. D Rubriği	36	-.085	-1.263	,011
Kontrol	Ön test – Başarı	36	.239	-.401	,357
	Son test – Başarı	36	.176	-1.234	,063
	Ön test – Üstbilişsel Farkındalık	36	.399	-.863	,204
	Son test – Üstbilişsel Farkındalık	36	-1.024	1.198	,018
	Son test – Akıllı C. G. S. D.Rubriği	36	-.764	-.548	,002

Tablo 14'te Shapiro-Wilk testi sonuçlarına bakıldığında, deney ve kontrol grubu son test akıllı cihaz geliştirme süreci değerlendirme puanlarında normal dağılımdan sapmalar olduğu görülmektedir ($p<.05$). Fakat çarpıklık ve basıklık değerlerine bakıldığında, bu değerlerin tüm puan grupları için ± 1.3 aralığında olduğu gözlenmektedir. Bu doğrultuda, normal dağılım eğrileri, Q-Q plot dağılımları da incelendikten sonra normallikten sapmaların aşırı boyutlarda olmadığı düşünülerek

dağılımın normal olduğu söylenebilir. Varyansların homojenliğini test etmek için Levene testi yapılmış ve varyansların homojen olduğu görülmüştür.

Cinsiyet gruplarına ait testlerin çarpıklık basıklık değerleri ve Shapiro-Wilk testleri sonuçları Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15

Cinsiyet Gruplarına Ait Testlerin Çarpıklık –Basıklık Değerleri ve Shapiro-Wilk Testleri Sonuçları

			Shapiro-Wilk		
Gruplar	Testler	N	Çarpıklık	Basıklık	P
Kız	Ön test – Başarı	41	-,129	-,939	,053
	Son test – Başarı	41	-,503	-,859	,026
	Ön test – Üstbilişsel Farkındalık	41	-,448	,165	,534
	Son test – Üstbilişsel Farkındalık	41	-,349	-,738	,174
	Son test – Akıllı C. G. S. D Rubriği	41	-1,354	1,923	,000
Erkek	Ön test – Başarı	31	,831	-,045	,008
	Son test – Başarı	31	,366	-,973	,071
	Ön test – Üstbilişsel Farkındalık	31	,455	,007	,501
	Son test – Üstbilişsel Farkındalık	31	-,403	-,257	,502
	Son test – Akıllı C. G. S. D.Rubriği	31	-,764	,162	,034

Tablo 15'te Shapiro-Wilk testi sonuçlarına bakıldığında, kız öğrencilerin son test başarı puanında, kız ve erkek öğrenci grubu son test akıllı cihaz geliştirme süreci değerlendirme puanlarında normal dağılımdan sapmalar olduğu görülmektedir ($p<.05$). Fakat çarpıklık ve basıklık değerlerine bakıldığında, bu değerlerin tüm puan grupları için ± 2.00 aralığında olduğu gözlenmektedir. Bu doğrultuda, normal dağılım eğrileri, Q-Q plot dağılımları da incelendikten sonra normallikten sapmaların aşırı boyutlarda olmadığı düşünülerek dağılımın normal olduğu söylenebilir. Varyansların homojenliğini test etmek için Levene testi yapılmış ve varyansların homojen olduğu görülmüştür. Nicel verilerin analizinde gerekli varsayımların karşılanması dolayısıyla çalışmada parametrik testlerin uygulanmasına karar kılınmıştır.

Bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem eğitimi alan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel farkındalıklarının ve akademik başarılarının cinsiyete ve uygulanan yöntemle göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği, karışık

ölçümler için iki faktörlü ANOVA (Split Plot ANOVA) modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analiz, işlem gruplarına bağlı olarak ilişkisiz ölçümlerin ve zamana bağlı olarak tekrarlı ölçümlerin söz konusu olduğu iki faktörlü karışık (split plot) modellerde deneysel işlemin etkililiğine yönelik satır x sütun ortak etkisini ve satır ile sütun faktörlerinin temel etkilerini test etmekte kullanılmaktadır (Büyüköztürk, 2007). Bu analiz ile grup (deney ve kontrol) temel etkisi, tekrarlı ölçümler (ön test - son test) temel etkisi ve grup - ölçüm (2x2) ortak etkisi test edilmektedir. Bu analize göre, grup - ölçüm ortak etkisinin manidar olması deneysel işlemin etkililiğini göstermektedir. Akıllı cihaz geliştirme süreci performans rubriği verileri ise; ilişkisiz örneklemeler için iki faktörlü ANOVA ile analiz edilmiştir. Bu analizin amacı, gruplar arası iki faktörün bir bağımlı değişken üzerindeki etkisini, faktörlerin temel etkilerini ve iki faktörün bağımlı değişken üzerindeki ortak etkisini aynı anda test etmektir (Büyüköztürk, 2007).

Çalışmada gruplar arası karşılaştırmalara yönelik analizlerde ilişkinin gücünü değerlendirmede kullanılan etki büyüklüğü, eta kare korelasyon katsayısı (η^2) hesaplanarak belirlenmiştir. Eta kare, bağımsız değişkenin bağımlı değişkendeki toplam varyansı ne kadar açıklayabildiğini yorumlamada kullanılmaktadır. Eta kare gruplar arası kareler toplamının toplam kareler toplamına bölünmesiyle hesaplanır ve 0 ile 1 arasında değer alabilir. Eta karenin .01, .06, .14 düzeyindeki değerleri sırasıyla küçük, orta ve geniş etki büyüklüğü olarak yorumlanmaktadır (Büyüköztürk, 2007; Cohen, 1988; Richardson, 2011).

Nitel Verilerin Analizi

Araştırmada, nitel verilerin analizinde betimsel analiz kullanılmıştır. Öncelikle odak grup görüşmelerinden elde edilen veriler değerlendirilerek temalar ve kodlar oluşturularak tematik analiz yapılmış ve odak grup görüşmelerinden elde edilen veriler değiştirilmeden alıntı yapılmıştır. Betimsel analiz, verilen bir durumu tam ve dikkatli bir şekilde tanımlamayı gerektirmekte (Büyüköztürk vd., 2018) ve böylece olayları iyi anlayabilme ve gruplayabilme imkanı vermektedir (Kaptan, 1998). Verilerin analizinde ilk olarak görüşme sorularının ölçülmek istenen davranışı yeterince yansıtıp yansıtmadığını belirlemek amacıyla görüşme soruları uzman görüşüne sunulmuş ve uzmanların görüşleri doğrultusunda görüşme sorularına son şekli verilmiştir. Böylece kapsam geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır. Görüşme soruları pilot çalışma grubundan

beş öğrenciye sorularak soruların açık ve anlaşılır olup olmadığı incelenmiş ve öğrencilerin hepsinin soruların açık ve anlaşılır olduğunu belirttikleri görülmüştür. Sonrasında asıl deney ve kontrol grubu öğrencileri ile odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiş, araştırmacı öğrenci görüşlerini not alarak ve ses kaydı ile kaydetmiş ve bilgisayar ortamına aktarmıştır. Odak grup görüşmelerinden elde edilen bulgular araştırmacı tarafından tema ve kodlar olarak gruplandırılmış ve çalışmanın güvenilirliğini sağlamak amacıyla bağımsız uzmanların değerlendirmeleri arasındaki uyum için araştırmacı ve bir alan uzmanı kodlamayı tamamladıktan sonra kodlama anahtarlarının tutarlılığı karşılaştırılmıştır. Böylece iki bağımsız incelemedeki “Görüş Birliği” ve “Görüş Ayrılığı” belirlenmeye çalışılmıştır. Daha sonra kodlamanın güvenilirliği için Miles ve Huberman’ın (1994) $\text{Güvenirlik} = \frac{\text{Görüş Birliği}}{(\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı})}$ formülünden yararlanılmıştır. Miles ve Huberman (1994), kodlamanın güvenilirliğinin en az %80 uyum düzeyinde olmasının iyi bir nitel güvenilirlik sağlayacağını belirtmiştir.

Deney grubu öğrencilerinin bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde edindikleri gömülü sistem uygulamalarına ilişkin görüşleri bağımsız iki kodlayıcı tarafından değerlendirilmiş ve Miles ve Huberman’ın (1994) görüş birliği ve görüş ayrılığına dayalı olarak kullanılan formül sonucunda kodlayıcılar arasında %91,6’lık bir güvenilirlik yüzdesine ulaşılmıştır. Deney grubu öğrencilerine ait görüşme kodlama anahtarı örneği EK 9’da verilmiştir.

Kontrol grubu öğrencilerinin bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde edindikleri gömülü sistem uygulamalarına ilişkin görüşleri bağımsız iki kodlayıcı tarafından değerlendirilmiş ve Miles ve Huberman’ın (1994) görüş birliği ve görüş ayrılığına dayalı olarak kullanılan formül sonucunda kodlayıcılar arasında %92,3’lük bir güvenilirlik yüzdesine ulaşılmıştır.

Deney grubu öğrencilerinin bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde edindikleri gömülü sistem uygulamalarının dikiş bölümüne ilişkin görüşleri bağımsız iki kodlayıcı tarafından değerlendirilmiş ve Miles ve Huberman’ın (1994) görüş birliği ve görüş ayrılığına dayalı olarak kullanılan formül sonucunda kodlayıcılar arasında %89’luk bir güvenilirlik yüzdesine ulaşılmıştır.

Yapılan odak grup görüşme verilerinin kodlama güvenilirliğinin %80 üzerinde uyum yüzdesine sahip olması sebebiyle iyi bir nitel güvenilirlik sağladığı söylenebilir.

Nitel bulguların tematik gösteriminde Maxqda programından yararlanılarak tema ve kod haritaları çıkarılmış ve her bir görüşme sorusu için bazı öğrencilerin verdikleri yanıtlar değiştirilmeden alıntı olarak verilmiştir.



BÖLÜM 4

BULGULAR VE YORUMLAR

Bu başlık altında, araştırmanın amaçları doğrultusunda, öğrencilerin üstbilişsel farkındalık ölçeğinden, akademik başarı testinden ve akıllı cihaz geliştirme süreci performans rubriğinden aldıkları puanlar arasında yönteme ve cinsiyete göre anlamlı fark olup olmadığına ve deneysel işlem sonunda yapılan odak grup görüşme sonuçlarına ilişkin bulgular sunulularak yorumlanmıştır.

Gömülü Sistem Uygulamalarının Akıllı Cihaz Geliştirme Performansına Etkisi

Bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem eğitimi alan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin akıllı cihaz geliştirme süreci performanslarının uygulanan öğretim yöntemine, cinsiyete ve yöntem ile cinsiyetin ortak etkisine göre anlamlı olup olmadığını araştırmak için ilişkisiz örneklemeler için iki faktörlü ANOVA ile veriler analiz edilmiştir. Buna göre;

1. Öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performans düzeyleri, uygulanan öğretim yöntemine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
2. Öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performans düzeyleri, cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
3. Öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performans düzeyleri, uygulanan öğretim yönteminin ve cinsiyetin ortak etkisine bağlı olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

Sorularının cevabı için öğrencilerden toplanan veriler analiz edilmiştir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulanan öğretim yöntemi ve cinsiyete göre öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performans rubriği puanlarının betimsel istatistiklerine ilişkin veriler Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 15

Öğretim Yöntemi ve Cinsiyete Göre Öğrencilerin Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği Puanlarının Betimsel İstatistikleri

	Kız			Erkek			Toplam		
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S
Deney	21	3.48	.40	15	3.22	.50	36	3.37	.46
Kontrol	20	3.29	.76	16	2.70	.95	36	3.03	.89
Toplam	41	3.39	.60	31	2.96	.80	72	3.20	.72

Not: 12 ölçütten oluşan rubrikten alınabilecek en yüksek puan ortalaması 4'tür.

Deney grubundaki öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performans puanı ortalaması $\bar{X}=3.37$ ve kontrol grubundaki öğrencilerin aynı değerlendirme ortalaması $\bar{X}=3.03$ 'tür. Tablo 16'ya göre; bu iki grubun akıllı cihaz geliştirme süreci performans puanları arasındaki fark % 95 güven aralığında anlamlıdır [$F_{(1-68)}=4.68$, $p<.05$]. Bu bulgu akıllı cihaz geliştirme süreci performansı üzerinde deney ve kontrol grubuna uygulanan yöntemin etkili olduğunu ve farklılığın deney grubu lehine olduğunu göstermektedir. Deney grubunda giyilebilir akıllı cihaz üreten öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performans puanı ortalaması, kontrol grubunda akıllı cihaz üreten öğrencilerin ortalamasından daha yüksektir.

Benzer şekilde Litts vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada, lise öğrencilerinin giyilebilir teknolojilerle elektronik devre kurmalarının ve bu teknolojileri kodlamalarının öğrencilerin hem işlevsel bir devre tasarlama becerilerini hem de kodlanabilir bir devrenin işlevselliğini tasarlama ve anlama becerilerini de önemli ölçüde artırdığı ifade edilmektedir. Amin, Inayat ve Shazad (2015) tarafından yapılan çalışmada giyilebilir teknoloji olarak akıllı saatlerin ilkökul öğrencilerinin temel dil becerilerinin gelişimi, şekil tanıma ve söyleme yetenekleri üzerindeki etkisi incelenmiştir ve çalışma sonucunda akıllı saat kullanımının öğrencilerin akademik performansı üzerinde olumlu etkisi olduğuna ulaşılmıştır. Bu durum, giyilebilir teknoloji gibi gömülü sistemlerin öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performansını artırmada etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bununla birlikte Perin (2011) öğrencilerin bir derste karşılaşacakları temel becerileri doğrudan gerçek içerik alanı uygulamalarıyla ilişkilendirmesinin, becerilerin belirli bir ortama transfer edilme olasılığını artırabileceğini, bağlamsallaştırmanın öğrenme içeriğini derinleştirerek becerilerin transferine katkı sağladığını dolayısıyla bağlamsallaştırma kullanan

uygulayıcılarda olumlu sonuçların gözlemlendiğini ifade etmektedir. Ayrıca düşük beceriye sahip öğrencilerin temel beceri öğretiminin bağlamsallaştırılmasıyla daha kolay öğrenebileceklerini, başarılarının artabileceğini ve bağlamsallaştırmanın, bağlamsallaştırılmamış uygulamalardan daha etkili olduğu belirtilmektedir..

Giyilebilir akıllı cihaz geliştiren öğrenciler öğrendikleri bilgileri gerçek dünya bağlamında karşılaştıkları problemler için hava karardığında ışık sensörü ile havanın karardığını algılayan ve karanlıkta yanıp sönen ışıklı şapka, hırka, çanta ile ve vücut sıcaklığı yükseldiğinde sıcaklık sensörü ile sıcaklığı algılayan ve ledlerle sinyal veren ışıklı bebek zıbını üreterek bağlamsallaştırmışlardır. Bu durum, bağlamsallaştırma kullanılarak geliştirilen giyilebilir akıllı cihazların, öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performansını artırmada olumlu bir etkiye sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir. Ancak Merkouris ve diğerleri (2017) tarafından yapılan çalışmada giyilebilir teknolojilerin kodlama öğrenme sürecinde öğrencilerin temel bilişimsel kavramları (örneğin; döngü, tekrar ve karar alma) öğrenme performansını etkilemediği görülmüş ve bu durum öğrencilerin programlama bilgisini tam olarak anlamaları için bir saat gibi kısa bir zamanın yeterli olmayabileceğine bağlanmıştır.

Görsel 14'te deney grubunda giyilebilir akıllı cihaz geliştirme bağlamında öğrencilerin geliştirdiği ürünlerden biri olan akıllı çanta fotoğrafı verilmiştir. Sol taraftaki fotoğraf ortam aydınlıkken çekilmiştir, sağ taraftaki fotoğrafta ise akıllı çantada yer alan ışık sensörü el ile kapatılmış böylece sensör ortamın karardığını algılamış ve ledler yanmıştır.



Görsel 14. Giyilebilir Akıllı Cihaz Geliştirme Bağlamında Öğrencilerin Geliştirdiği Akıllı Çanta

Öğretim yöntemi ve cinsiyete göre öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performans rubriği puanlarının iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16

Öğretim Yöntemi ve Cinsiyete Göre Öğrencilerin Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Puanlarının ANOVA Sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	(p)
Yöntem	2.151	1	2.151	4.68	.010
Cinsiyet	3.091	1	3.091	6.72	.034
YxC	.478	1	.478	1.04	.311
Hata	31.268	68	.460		
Toplam	36.988	72			

Tablo 16’ya göre öğrencilerin Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans puanlarının cinsiyete göre anlamlı bir farklılık gösterdiği bulunmuştur [$F_{(1-68)}=6.72$, $p<.05$]. Çalışmaya katılan kız öğrencilerin toplam ortalama puanı ($\bar{X}=3.39$), erkek öğrencilerin aynı test puanlarından ($\bar{X}=2.96$) daha yüksektir. Bu bulgu akıllı cihaz

geliştirme süreci performansı üzerinde cinsiyetin önemli bir etken olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde giyilebilir akıllı cihaz geliştiren deney grubundaki kız öğrencilerin ortalama puanları ($\bar{X}=3.48$), erkek öğrencilerin ortalama puanlarından ($\bar{X}=3.22$), Arduino Uno ile akıllı cihaz geliştiren kontrol grubundaki kız öğrencilerin ortalama puanları ($\bar{X}=3.29$), erkek öğrencilerin ortalama puanlarından ($\bar{X}=2.70$) daha yüksektir. Bu durum gömülü sistem geliştiren kız öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performanslarının erkek öğrencilerden daha yüksek olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Benzer şekilde Merkouris ve Chorianopoulos (2015) tarafından yapılan çalışmada giyilebilir teknoloji ve robotik programlama becerileri bağlamında kız öğrencilerin erkek öğrencilerden daha iyi performans sergiledikleri sonucuna ulaşılmıştır. Merkouris ve diğerleri (2017) çalışmalarında masaüstü bilgisayar platformu ile giyilebilir teknoloji ve robotlar gibi gömülü platformların cinsiyete göre programlama performanslarına etkilerini araştırmışlar ve kız öğrencilerin tüm programlama kavramları ölçütlerinde erkek öğrencilerden daha iyi performans gösterdiklerine ulaşmışlardır. Benzer şekilde alanyazında kız öğrencilerin sınıfta ya da sınıf dışı atölyelerde geliştirdikleri giyilebilir teknolojilerin giyilebilir teknoloji üretme sürecine yönelik becerilerini ve STEM becerilerini artırdığı görülmektedir (Davis, Christopher Proctor, Friend ve Blikstein, 2018; Kafai ve diğerleri, 2014a; Kafai ve diğerleri, 2014b). Bu bulgular çalışmanın bulguları ile aynı doğrultudadır.

Uygulanan yöntemin ve cinsiyetin, öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performansları üzerindeki ortak etkisinin anlamlı olmadığı bulunmuştur [$F_{(1-68)}=1.04$, $p>.05$]. Bu nedenle, kızların ve erkeklerin akıllı cihaz geliştirme süreci performansları yönetime göre farklılık göstermemektedir. Diğer bir deyişle deney grubunda giyilebilir akıllı cihaz üreten öğrenciler ile kontrol grubunda akıllı cihaz üreten öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performansları cinsiyete göre farklılık göstermemektedir.

Eta kare etki büyüklükleri hesaplandığında yöntemin öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performans puanlarına ait toplam varyansın % 6'sını açıkladığı ve orta büyüklükte bir etkiye sahip olduğu ifade edilebilir. Cinsiyetin öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performans puanlarına ait toplam varyansın %8'ini açıkladığı ve orta büyüklükte bir etkiye sahip olduğu; yöntem ve cinsiyetin ortak etkisinin ise öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performans puanlarına ait toplam varyansın %1'ini açıkladığı ve küçük bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Gömülü Sistem Uygulamalarının Üstbilişsel Farkındalığa Etkisi

Bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem eğitimi alan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel farkındalık puanlarının uygulanan yönteme ve cinsiyete göre temel etkilerinin ve ortak etkilerinin anlamlı olup olmadığını araştırmak için, işlem gruplarına bağlı olarak ilişkisiz ölçümlerin ve zamana bağlı olarak tekrarlı ölçümlerin söz edildiği karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA ile veriler analiz edilmiştir. Buna göre;

Üstbilişsel farkındalıkları;

- Uygulanan yönteme göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- Zamana bağlı tekrarlı ölçümlere göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- Yöntem ve tekrarlı ölçümler ortak etkisine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

Üstbilişsel farkındalıkları;

- Cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- Zamana bağlı tekrarlı ölçümlere göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- Cinsiyet ve tekrarlı ölçümler ortak etkisine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

Sorularının cevabı için öğrencilerden toplanan veriler analiz edilmiştir.

Gömülü Sistem Uygulamalarının Yönteme Göre Üstbilişsel Farkındalığa Etkisi

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel farkındalık ölçeğinden aldıkları öntest-sontest ortalama puan ve standart sapma değerleri Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17

Yönteme Göre Üstbilişsel Farkındalık Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Yöntem	ÖNTEST			SONTEST		
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S
Deney	36	4.10	.31	36	4.24	.47
Kontrol	36	3.99	.54	36	4.21	.45

Not: 18 maddeden oluşan ölçekten alınabilecek en yüksek puan 5’tir.

Tablo 17’de görüldüğü üzere, deney grubu öğrencilerinin öntest ortalama puanı $\bar{X}$ =4.10 iken, bu değer eğitim programı sonrasında $\bar{X}$ =4.24’e yükselmiştir, kontrol grubu öğrencilerinin öntest ortalama puanı $\bar{X}$ =3.99 iken bu değer eğitim programı sonrasında $\bar{X}$ =4.21’e yükselmiştir. Buna göre, hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilerin üstbilişsel farkındalık puanlarında gömülü sistem öğretim programı sonrası bir artış gözlemlendiği söylenebilir.

İki ayrı deneysel işlem uygulanan kontrol ve deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel farkındalık puanlarında deney öncesine göre deney sonrasında gözlenen değişimlerin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18
Yönteme Göre Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Öntest-Sontest Puanlarının ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Gruplar arası	10.888	71			
Yöntem (Deney/Kontrol)	.083	1	.083	.54	.465
Hata	10.805	70	.154		
Gruplar içi	8.162	72			
Ölçüm (Öntest-Sontest)	1.155	1	1.155	11.65	.001
Grup - Ölçüm	.072	1	.072	.73	.396
Hata	6.935	70	.099		
Toplam	19.050	143			

Tablo 18’e göre deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel farkındalık düzeylerinin deney öncesinden sonrasına anlamlı bir fark göstermediği, yani yöntemin tekrarlı ölçümler faktörlerinin üstbilişsel farkındalık üzerindeki ortak etkisinin anlamlı olmadığı gözlenmiştir ($F_{(1-70)} = .73$, $P > .05$). Başka bir ifade ile bu araştırmada elde edilen verilere göre yöntemin ve tekrarlı ölçümlerin öğrencilerin üstbilişsel farkındalığını artırmada önemli bir etkisi yoktur. Çalışmada hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilerin üstbilişsel farkındalık puanlarında gömülü sistem öğretim programı sonrası bir artış görülse de bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir. Benzer şekilde McWhorter (2008) tarafından yapılan çalışmada da deney ve kontrol gruplarında yapılan eğitsel robot etkinlikleri üstbilişsel yeteneklerin gelişimini olumlu yönde etkilerken, bu etki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 18’de paylaşılan ANOVA sonuçları ile deney ve kontrol grubu öğrencilerinin deney öncesinde ve sonrasında ölçümlenen toplam üstbilişsel farkındalık puanları arasında anlamlı bir fark yoktur ($F_{(1-70)} = .54$, $p > .05$). Bu bulgu, yöntemin toplam üstbilişsel farkındalık puanına etkisi bulunmamaktadır şeklinde yorumlanabilir.

Ölçüm temel etkisiyle ilgili olarak, yöntem ayrımı yapmaksızın araştırmada yer alan bireylerin deney öncesinden deney sonrasına üstbilişsel farkındalık testi puanları ortalamaları arasında anlamlı farkın olduğu söylenebilir ($F_{(1-70)} = 11.65$, $P < .05$). Başka bir deyişle uygulanan öğretim programı öğrencilerin üstbilişsel farkındalık puanlarını anlamlı olarak artırmıştır.

Eta kare etki büyüklüğü hesaplandığında yöntemin öğrencilerin üstbilişsel farkındalık puanlarına ait toplam varyansın % 57’sini açıkladığı ve çok büyük bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Ölçüm temel etkisiyle ilgili olarak, yöntem ayrımı yapmaksızın araştırmada yer alan bireylerin deney öncesinden deney sonrasına üstbilişsel farkındalık testi puanları ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür. Yani gömülü sistemler öğrencilerin üstbilişsel farkındalık düzeylerini artırmıştır. Benzer şekilde Lo Ting-kau (1992), Keren ve Fridin (2014) ve Atmatzidou ve diğerleri, (2018) tarafından yapılan çalışmalarda da robotik öğrenme ortamlarının üstbilişsel farkındalığı artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte PTÖ aracılığıyla üst düzey bilişsel becerilerin öğrenilmesinin, öğrencilerin bu öğrenmeleri yeni problem çözme bağlamlarında uygulama konusunda kabiliyetlerinin artmasıyla ilişkili olduğu belirtilmektedir (Thomas, 2000). Çalışmada proje tabanlı öğrenme yaklaşımı ile gerçekleştirilen gömülü sistem uygulamalarının üstbilişsel farkındalığı artırmış olabileceği söylenebilir.

Gömülü Sistem Uygulamalarının Cinsiyete Göre Üstbilişsel Farkındalığa Etkisi

Öğrencilerin cinsiyete göre üstbilişsel farkındalık ölçeğinden aldıkları ön test - son test ortalama puan ve standart sapma değerleri Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19

Cinsiyete Göre Üstbilişsel Farkındalık Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Cinsiyet	ÖNTEST			SONTEST		
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S
Kız	41	4.13	.40	41	4.36	.36
Erkek	31	3.94	.47	31	4.05	.51

Not: 18 maddeden oluşan ölçekten alınabilecek en yüksek puan 5'tir.

Tablo 19'da görüldüğü üzere, kız öğrencilerin ön test ortalama puanı $\bar{X}$ =4.13 iken, bu değer eğitim programı sonrasında $\bar{X}$ =4.36'ya yükselmiştir, erkek öğrencilerin ön test ortalama puanı $\bar{X}$ =3.94 iken bu değer eğitim programı sonrasında $\bar{X}$ =4.05'e yükselmiştir. Buna göre, hem kız hem de erkek öğrencilerin üstbilişsel farkındalık puanlarında gömülü sistem eğitim programı sonrası bir artış gözlemlendiği söylenebilir. Ayrıca kız öğrencilerin hem ön test hem de son test üstbilişsel farkındalık düzeylerinin erkek öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Cinsiyete göre kız ve erkek öğrencilerin üstbilişsel farkındalıklarının deney öncesine göre deney sonrasında gözlenen değişimlerin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20

Cinsiyete Göre Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Ön test-Son test Puanlarının ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Gruplar arası	10.888	71			
Grup (Kız/Erkek)	1.152	1	1.152	8.29	.005
Hata	9.736	70	.139		
Gruplar içi	8.038	72			
Ölçüm (Öntest-Sontest)	1.030	1	1.030	10.48	.002
Grup - Ölçüm	.126	1	.126	1.28	.262
Hata	6.882	70	.098		
Toplam	18.926	143			

Tablo 20'ye göre kız ve erkek öğrencilerin üstbilişsel farkındalık düzeylerinin deney öncesinden sonrasına anlamlı bir fark göstermediği, yani cinsiyetin tekrarlı

ölçümler faktörlerinin üstbilişsel farkındalık üzerindeki ortak etkisinin anlamlı olmadığı gözlenmiştir [$F_{(1-70)} = 1.28, P > .05$]. Başka bir ifade ile bu araştırmada elde edilen verilere göre cinsiyetin ve tekrarlı ölçümlerin öğrencilerin üstbilişsel farkındalığını artırmada önemli bir etkisi görülmemiştir.

Tablo 20’de paylaşılan ANOVA sonuçları ile kız ve erkek öğrencilerin deney öncesinde ve sonrasında ölçümlenen toplam üstbilişsel farkındalık puanları arasında anlamlı bir fark vardır [$F_{(1-70)} = 8.29, p < .05$]. Bu bulgu, cinsiyetin toplam üstbilişsel farkındalık puanına etkisi bulunmaktadır şeklinde yorumlanabilir.

Ölçüm temel etkisiyle ilgili olarak, grup ayrımı yapmaksızın araştırmada yer alan bireylerin deney öncesinden deney sonrasına üstbilişsel farkındalık testi puanlarının ortalamaları arasında anlamlı farkın olduğu söylenebilir [$F_{(1-70)} = 10.48, P < .05$]. Başka bir deyişle uygulanan öğretim programı öğrencilerin üstbilişsel farkındalığını anlamlı olarak artırmıştır.

Eta kare etki büyüklüğü hesaplandığında cinsiyetin öğrencilerin üstbilişsel farkındalık puanlarına ait toplam varyansın % 58’ini açıkladığı ve çok büyük bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Cinsiyete göre; kız ve erkek öğrencilerin deney öncesinde ve sonrasında ölçümlenen toplam üstbilişsel farkındalık puanları arasında ve ölçüm temel etkisiyle ilgili olarak, grup ayrımı yapmaksızın araştırmada yer alan bireylerin deney öncesinden deney sonrasına üstbilişsel farkındalık testi puanlarının ortalamaları arasında anlamlı farkın olduğu gözlenmiştir. Hem kız hem de erkek öğrencilerin üstbilişsel farkındalık puanları ortalamasında gömülü sistem eğitim programı sonrası bir artış görülmüştür. Ayrıca kız öğrencilerin hem ön test hem de son test üstbilişsel farkındalık ortalamalarının erkek öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Atmatzidou ve diğerleri (2018) tarafından yapılan çalışma da bu bulguyu destekler niteliktedir. Çalışma sürecinde öğrenciler ilgilerini çeken gerçek dünya problemlerine robotları kodlayarak çözüm üretmişlerdir. Çalışma sonucunda kız öğrencilerin üstbilişsel farkındalık düzeyleri daha fazla bir artış gösterse de erkeklerden anlamlı olarak farklı çıkmamıştır.

Cinsiyetin ve tekrarlı ölçümler faktörlerinin üstbilişsel farkındalık üzerindeki ortak etkisinin anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Yine benzer olarak Solmaz (2014) tarafından yapılan çalışmada da deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin üst bilişsel farkındalık düzeylerinin deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık göstermediği, kullanılan programlama ortamının üst bilişsel farkındalık düzeyi üzerinde anlamlı bir etki yaratmadığı bulunmuştur. Bu durumun, değişkenlerin kısa bir süreçte değişmeyebilecek

üst düzey beceriler olmasından kaynaklanmış olabileceği vurgulanmıştır. Benzer şekilde bu çalışmada da uygulama sürecinde değişmeyebilecek üst düzey becerilerden kaynaklı olarak üstbilişsel farkındalığın değişmemiş olabileceği söylenebilir.

Gömülü Sistem Uygulamalarının Akademik Başarıya Etkisi

Bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem eğitimi alan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarılarının uygulanan yöntem ve cinsiyete göre temel etkilerinin ve ortak etkilerinin anlamlı olup olmadığını araştırmak için, işlem gruplarına bağlı olarak ilişkisiz ölçümlerin ve zamana bağlı olarak tekrarlı ölçümlerin söz edildiği karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA ile veriler analiz edilmiştir. Buna göre;

Akademik başarıları;

- Uygulanan yöntem ve cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- Zamana bağlı tekrarlı ölçümlere göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- Yöntem ve tekrarlı ölçümler ortak etkisine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

Akademik başarıları;

- Cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- Zamana bağlı tekrarlı ölçümlere göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- Cinsiyet ve tekrarlı ölçümler ortak etkisine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

Sorularının cevabı için öğrencilerden toplanan veriler analiz edilmiştir.

Gömülü Sistem Uygulamalarının Yöntem ve Cinsiyete Göre Akademik Başarıya Etkisi

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarı testinden aldıkları ön test-son test ortalama puan ve standart sapma değerleri Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21

Yönteme Göre Akademik Başarı Testi Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Yöntem	ÖN TEST			SON TEST		
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S
Deney	36	10.33	4.28	36	16.64	4.75
Kontrol	36	8.97	3.39	36	13.11	4.93

Not: 24 sorudan oluşan başarı testinden alınabilecek en yüksek puan 24'tür.

Tablo 21'de görüldüğü üzere, deney grubu öğrencilerinin ön test ortalama puanı $\bar{X}=10.33$ iken, bu değer eğitim programı sonrasında $\bar{X}=16.64$ 'e yükselmiştir, kontrol grubu öğrencilerinin ön test ortalama puanı 8.97 iken bu değer eğitim programı sonrasında $\bar{X}=13.11$ 'e yükselmiştir. Bu testten alınabilecek en yüksek ortalama puanın 24 olduğu dikkate alındığında; hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilerin gömülü sistem eğitim programı sonrası akademik başarı testi puan ortalamalarında son test lehine bir artış olduğu söylenebilir.

İki ayrı deneysel işlem uygulanan kontrol ve deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarında deney öncesine göre deney sonrasında gözlenen değişimlerin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22

Yönteme Göre Akademik Başarı Testi Ön test-Son test Puanlarının ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Gruplar arası	2409.972	71			
Yöntem (Deney/Kontrol)	215.111	1	215.111	6.86	.011
Hata	2194.861	70	31.355		
Gruplar içi	1512.000	72			
Ölçüm (Ön test-Son test)	981.778	1	981.778	140.84	.000
Grup - Ölçüm	42.250	1	42.250	6.06	.016
Hata	487.972	70	6.971		
Toplam	3921.972	143			

Tablo 22'ye göre deney ve kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarı düzeylerinin deney öncesinden sonrasına anlamlı bir fark gösterdiği, yani uygulanan yöntemin tekrarlı ölçümler faktörlerinin akademik başarı üzerindeki ortak etkisinin anlamlı olduğu gözlenmiştir [$F_{(1-70)} = 6.06$, $P < .05$]. Karışık desenlerde uygulanan deneysel işlemin, bağımlı değişken üzerindeki etkisinin anlamlı olup olmadığına grup x ölçüm ortak etkisine bakılarak karar verilir (Büyüköztürk, 2007). Bu sonuç deney ve kontrol gruplarında bulunan katılımcıların akademik başarı testinden elde ettikleri puanların farklılaştığını göstermektedir. Başka bir ifade ile bu araştırmada elde edilen verilere göre yöntemin öğrencilerin akademik başarısını artırmada önemli bir etkisi vardır, yani akademik başarı puanlarında deney öncesine göre daha fazla artış görülen deney grubunda yapılan öğretimin, kontrol grubunda yapılan öğretim yöntemine göre, öğrencilerin akademik başarılarını artırmada daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca bu duruma ölçmenin etkisinin de neden olabileceği söylenebilir. Dolayısıyla deneysel işlem sonucunda giyilebilir akıllı cihazlar geliştiren deney grubu öğrencileri, akıllı cihaz geliştiren kontrol grubu öğrencilerinden daha başarılı olmuşlardır.

Tablo 22'de paylaşılan ANOVA sonuçları ile deney ve kontrol grubu öğrencilerinin deney öncesinde ve sonrasında ölçümlenen toplam akademik başarı puanları arasında anlamlı bir fark vardır [$F_{(1-70)} = 6.86$, $p < .05$]. Bu bulgu, uygulanan yöntemin toplam akademik başarı puanına etkisi bulunmaktadır şeklinde yorumlanabilir. Bununla birlikte deney grubu öğrencilerinin toplam akademik başarılarının kontrol grubu öğrencilerinden yüksek olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla giyilebilir akıllı cihazlar geliştiren deney grubu öğrencilerinin toplam akademik başarıya göre daha başarılı olduğu söylenebilir.

Ölçüm temel etkisiyle ilgili olarak, grup ayrımı yapmaksızın araştırmada yer alan bireylerin deney öncesinden deney sonrasına akademik başarı testi puanlarının ortalamaları arasında anlamlı farkın olduğu söylenebilir [$F_{(1-70)} = 140.84$, $P < .05$]. Başka bir deyişle uygulanan gömülü sistem uygulamaları öğrencilerin akademik başarı puanlarını anlamlı olarak artırmıştır.

Eta kare etki büyüklüğü hesaplandığında yöntemin öğrencilerin akademik başarı puanlarına ait toplam varyansın % 61'ini açıkladığı ve çok büyük bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Bu bulgu, uygulanan yöntemin toplam akademik başarı puanına etkisi bulunmaktadır şeklinde yorumlanabilir.

Benzer şekilde Hébert ve Jenson (2020) K-12 sınıflarında öğrencilerin öğrenmesini desteklemek amacıyla ortaokul öğrencileriyle yaptığı çalışmada giyilebilir teknolojilerin

öğrenmeye etkisini incelemişlerdir. Uygulama sonucunda giyilebilir teknoloji geliştiren öğrencilerin kodlama ve devre bilgilerinde artış olduğu görülmüştür. Nugent ve diğerleri (2015) tarafından yapılan çalışmada giyilebilir teknolojilerin STEM öğrenim ve öğretimindeki etkileri araştırılmıştır. Katılımcıların çoğunu 5. ve 6. sınıf öğrencilerinin, kalanını ise 4., 7., ve 8. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu çalışma sonucunda öğrencilerin programlama, elektronik devre ve mühendislik tasarımı bilgilerinin arttığı ve programlama bilgilerindeki artışın anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buechley vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada Lilypad ile giyilebilir teknolojiler üreten lise öğrencilerinin temel elektronik devre ve programlama bilgilerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Nugent, Barker, Lester, Grandgenett ve Valentine (2019)'in çoğunluğunu 5. sınıf öğrencileri, 4. ve 6. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu çalışmasının sonucunda giyilebilir teknolojinin mühendislik, bilgi işlem ve estetik olarak kaynaştırılmasının öğrencilerin STEM öğrenimini desteklemek için mükemmel bir disiplinler arası bağlam olduğunu dile getirmiştir. Giyilebilir teknolojiler, öğrencilere STEAM kavramlarını gerçek dünya problemlerine işlevsel çözümler olarak öğretme fırsatı sunmaktadır (Barker ve diğerleri, 2018). Çalışmada deney ve kontrol gruplarına problem durumları verilmiş ve bu problem durumlarına disiplinler arası proje tabanlı öğrenme yaklaşımıyla gömülü sistem uygulamaları ile çözüm bulmaları beklenmiştir. Deney grubu öğrencileri bu problemlere gerçek dünyada karşılaştıklarında kullanabilecekleri şapka, çanta, hırka, bebek zıbını gibi giyilebilir akıllı cihazlar geliştirerek çözüm üretmişler ve öğrendikleri bilgileri bağlamsallaştırmışlardır. Bağlamsallaştırma yönteminin, başarıyı artırma potansiyeline sahip olduğu, öğrencilerin ilgilerini çektiği, öğrenme içeriğini derinleştirdiği (Perin, 2011), akademik yeterliklerini bir üst düzeye çıkarmaya aracı olduğu (Berns ve Erickson, 2001), öğrencilerin daha etkili öğrenmelerine yardımcı olmak üzere, konu içeriğini yaşamlarıyla ilgili anlamlı durumlarla ilişkilendiren, gerçek hayatta kullanabilecekleri içeriği öğrenmelerine yardım eden bir yaklaşıma dayandığı ifade edilmektedir (Baker vd., 2009). Bununla birlikte Perin (2011) düşük beceriye sahip öğrencilerin, öğretiminin bağlamsallaştırılmasıyla daha kolay öğrenebileceğini, başarılarının artabileceğini ve bağlamsallaştırmanın, bağlamsallaştırılmamış uygulamalardan daha etkili olduğunu dile getirmiştir. Bilişim teknolojileri (BİT) eğitiminde bağlamsallaştırma, öğrencilerin bilgiyi korumasını kolaylaştırır, çünkü onlara öğrenme süreçlerini etkileyen ve öğrenmeyi mevcut zihinsel modelleri ile ilişkilendiren modeller sağlar. BİT eğitimi planlarken ve uygularken yerel çevreyi

dikkate almanın bir yoludur. Toplumun ihtiyaçlarını karşılamak için ihtiyaç temelli bir yaklaşımdır (Vesisenaho, 2010). Benzer şekilde Bower ve Sturman (2015) çalışmalarında giyilebilir teknolojilerin ihtiyaca yönelik yerinde bağlamsal bilgi sağlamasına, bağlama dayalı geri bildirim sağlama gibi yeteneklerine, daha ilgi çekici eğitim deneyimleri sağlayarak daha doğal yollarla öğrenmeye izin verdiğine dikkat çekmektedir. Benzer şekilde Kuzu Demir ve Demir (2016) de giyilebilir teknolojilerin öğrencilere bağlamsal fırsatlar sunarak gerektiği anda destek almalarını sağlayabileceğini ifade etmektedir. Emrahoğlu ve Mengi (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada sekizinci sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi konularını günlük hayat bağlamında problem çözümlerine transferleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin başarı ile transfer testinden aldıkları puanlar arasındaki ilişkinin pozitif yönde, orta düzeyde ve anlamlı olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Çalışma bağlamında transferlerin düzeyi, sıfır, eksik ve tam transfer olmak üzere kategorilere ayrılmıştır. Öğrencilerin fen ve teknoloji konu içeriğini günlük hayat bağlamına tam transferinin çok düşük düzeyde olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte öğrencilerin sıfır transferle birlikte büyük ölçüde eksik transfer gerçekleştirdikleri ifade edilmiştir. Bu bağlamda bir disipline ait ya da disiplinler arası bir çalışma yaparken öğrencilerin edindikleri teorik bilgilerin gerçek dünyada karşılaşılabilecekleri problemleri ya da durumları çözebilmelerinde gerçek dünya uygulamaları yapmalarının oldukça önem arz ettiği söylenebilir. Engen ve diğerleri (2017) tarafından yapılan çalışmada, öğrenciler giyilebilir teknoloji olarak akıllı saatler kullanmışlar ve giyilebilir teknoloji gibi araçların eğitimde kullanımının öğrencilerin soyut ifadeleri somutlaştırmalarında katkıda bulunduğu, farklı disiplinlerin öğretiminde yeni yaratıcı yaklaşımlar ortaya çıkardığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Benzer şekilde Numanoğlu ve Keser (2017) de çalışmalarında robotların programlama öğretiminde kullanımının öğrencilerin soyut kavramları kolayca somutlaştırabilmesini ve yazdığı programın etkisini anında gözlemleyebilmesini sağlayacağı, böylece öğrencilerin gerçek yaşam durumları arasında daha güçlü bağlantılar kurabileceklerini ve programlama derslerinin bağlamsallığının artırılması noktasında oldukça etkili olabileceğini ifade etmiştir. Bu çalışma kapsamında deney grubu öğrencileri ile yapılan görüşmelerde de öğrenciler “Hayatta karşılaşılabileceğim sorunlara çözüm bulmamı sağladı”, “Teknoloji ile daha yakın olmamı, e-devreyi öğrenmemi sağladı”, “Lilypad gibi yeni teknolojileri öğrendik”, “Eğitime katkı sağladı, e-devreyi öğrendim, fen ve teknoloji dersimde de kullanabiliyorum” yanıtlarını vermişlerdir. Bu bulgular, bağlamsallaştırma yöntemi ile

giyilebilir akıllı cihazlar geliştiren deney grubu öğrencilerinin başarı puanlarının kontrol grubu öğrencilerinden daha yüksek çıkmış olduğu bulgusunu desteklemektedir. Ayrıca Lilypad gibi giyilebilir teknolojilerin modüler hayata dönük olması da bu duruma etki etmiş olabilir.

Görsel 15'te deney grubunda giyilebilir akıllı cihaz geliştirme bağlamında öğrencilerin geliştirdiği ürünlerden olan akıllı şapka ve akıllı bebek zıbınlarının fotoğrafı yer almaktadır.



Görsel 15. Giyilebilir Akıllı Cihaz Geliştirme Bağlamında Öğrencilerin Geliştirdiği Akıllı Şapka Ve Bebek Zıbınları

Ölçüm temel etkisiyle ilgili olarak, yöntem ayrımı yapmaksızın araştırmada yer alan bireylerin deney öncesinden deney sonrasına akademik başarı testi puanlarının ortalamaları arasında anlamlı farkın olduğu görülmüştür. Başka bir deyişle gömülü sistem uygulamaları öğrencilerin akademik başarı puanlarını anlamlı olarak artırmıştır. Liu (2014) tarafından yapılan çalışmada geleneksel açık hava oyunları ile giyilebilir teknoloji bir araya getirilerek ilkökul öğrencilerinin matematik öğrenmeleri incelenmiş ve çalışma sonucunda ön test son test sonuçları arasında anlamlı bir fark olduğu, açık hava oyunlarını ve giyilebilir teknolojiyi birleştiren oyun temelli öğrenme ortamının öğrencilerin matematik öğrenmesini artırdığı tespit edilmiştir. Newley ve diğerleri

(2016)'un ilk ve ortaokul öğrencilerinin robotlar ve programlama dili hakkındaki bilgilerini ölçtüğü çalışmada, öğrenciler Hummingbird robot setini Snap Programlama dili ile programlamışlardır. Robot geliştirme süreci sonunda öğrencilerin robotik ve programlama dili bilgilerini artırdıkları sonucuna ulaşılmıştır. Son testten iki ay sonra uygulanan tekrar testi sonuçları öğrencilerin edindikleri bilgilerin devamlılık arz ettiğini göstermiştir. Rossano ve diğerleri (2020) Arduino kartı gibi fiziksel teknolojilerin kodlama öğretiminde kullanımının etkili olup olmadığını incelemişler ve uygulama sonucunda tüm katılımcıların programlama ve devrelerle ilgili temel konuları öğrendiği, öğrenme yönteminin öğrencilerin bilgi ve becerilerini geliştirme açısından etkili olduğu doğrulanmıştır. Benzer şekilde Kılınç (2014) fen ve teknoloji dersi konuları kapsamında robotik eğitim setleriyle zenginleştirilmiş 5E öğrenme modeli keşfetme basamağına uygun olarak geliştirilen etkinliklerin, ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisini araştırmış ve çalışma sonucunda, bu etkinliklerin öğrencilerin akademik başarısına anlamlı bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca Horzum ve Alper (2006) öğrenci merkezli yapılandırmacı yaklaşım modellerine ağırlık vermenin öğrenci başarısını artırabildiğini, Bender (2016) öğrencilerin STEM ve proje tabanlı öğrenme kullanarak bir şeyler inşa ederlerken daha çok öğrendiklerini, Hattie (2012) işbirliği içinde çalışarak öğrenmenin geleneksel ve bireysel öğretime kıyasla başarıyı artırmada önemli bir faktör olduğunu ifade etmişlerdir. STEM'in öğrencilerin hatalarından, başarısızlıklarından ve hatalı/çalışmayan hipotezlerden öğrenmelerini sağladığı, başarısızlığın STEM sınıflarında çözümü keşfetmede ve tasarlamada olumlu bir adım olarak kabul edildiği dile getirilmektedir (Bender, 2016; Jolly, 2014). Öğrenciler giyilebilir teknolojiler geliştirirken dikiş, e-devre ve kodlama ile ilgili hataları ayıklayarak yinelemeli olarak test eder ve ürünü son aşamaya getirir (Kafai vd., 2014a). Benzer şekilde Chou (2018) robotik eğitim programındaki hata ayıklama işlemlerinin derinlemesine öğrenmeyi sağlayacağını belirtmektedir. Bu bulgular bu çalışmada öğrencilerin disiplinler arası proje tabanlı öğrenme yaklaşımı ile işbirliği içinde akıllı cihaz ve giyilebilir akıllı cihaz gibi gömülü sistem projeleri geliştirmelerinin akademik başarıyı artırdığı bulgusunu desteklemektedir. Bununla birlikte Dewaters ve Powers (2006) STEAM uygulamalarının öğrencilerin günlük yaşam problemlerini çözmelerinde yardımcı olduğunu ifade etmektedir. Arduino'nun öğrencilerin STEM ilgileri ve başarılarının artmasında, önemli bir öğretim ve öğrenme aracı olduğu, proje tabanlı öğrenme ile öğrencilerin motivasyonlarında ve öğrenmelerinde uzun süreli etki sağlandığı ve öğrencilerin Arduino öğrenme

deneyimlerinin olumlu olduğu belirtilmektedir (Ling ve Wah, 2019). Köse (2020) çalışmasında ülkemizde STEM eğitiminin doğa bilimleri, matematik ve okuma becerilerinin gelişimi için çok önemli olduğunu, bu iddiayı destekleyen en önemli kanıtı, STEM eğitiminin uygulandığı İngiltere, Finlandiya, Güney Kore, Çin ve Almanya'nın yüksek uluslararası PISA sınav puanlarına sahip olması şeklinde açıklamıştır. PISA 2018 Türkiye Ön Raporu incelendiğinde teknolojinin gelişiminin ve internetin yaygınlaşmasının öğrencilerin çevrimiçi ortamda geçirdikleri zamanı artırdığı, dijital arama motorları ile cevabını aradıkları sorularla ilgili bireylere milyonlarca cevap sunulduğu, bu cevapların hangisinin doğru ve bilimsel olduğunu anlamının artık bireyin kendisine bağlı olduğu belirtilmektedir (MEB, 2019). Bu durum ile birlikte öğretim programlarına STEM eğitiminin eklenmesinin, Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersleri ile ortaokul düzeyinde kodlamanın öğretilmesinin, akıllı cihazlar geliştirmeye yönelik çalıştaylar ve yarışmalar düzenlenmesinin Türkiye'nin son yıllarda PISA başarısını yükseltmesine katkı sağladığı düşünülebilir. Herdem ve Ünal (2018) tarafından yapılan çalışmada STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı ifade edilmiştir. Özer (2019) tarafından yapılan çalışmada blok tabanlı robotik programlama eğitimi alan öğrencilerin programlama başarısı blok tabanlı programlama eğitimi alan öğrencilere göre daha yüksek çıkmıştır. Karasu (2019) çalışmasında 6. sınıfta öğrenim gören giyilebilir teknoloji (formüllü tişört) kullanan deney grubu öğrencileri ile herhangi bir müdahalede bulunulmayan kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarı puanlarını karşılaştırmış ve deney grubu lehine anlamlı farklılıklar tespit etmiştir. Bu durum, arduino uno ve lilypad kullanılan gömülü sistem uygulamalarının ve proje tabanlı öğretimle yapılan STEAM eğitiminin öğrencilerin başarısını artırmış olabileceği şeklinde yorumlanabilir. Nitekim bu çalışmadaki deney ve kontrol grubu öğrencilerinin görüşleri de

“Teknoloji ile daha yakın olmamı, e-devreyi öğrenmemi sağladı” (Deney grubu-Ö4).

“Lilypad gibi yeni teknolojileri öğrendik” (Deney grubu - Ö6)

“Eğitime katkı sağladı, e-devreyi öğrendim, fen ve teknoloji dersimde de kullanabiliyorum” (Deney grubu - Ö8)

“Modkit Scratch’e benzediği için Scratch'i pekiştirmemizi sağladı”(Kontrol grubu - Ö5)

“Kodlama bilgimizi pekiştirdi” (Kontrol grubu - Ö8)

“Bilgilerimizi pekiştirdik” (Kontrol grubu - Ö1, Ö2, Ö4, Ö9, Ö10)
çalışmanın nicel bulgularını desteklemektedir.

Gömülü Sistem Uygulamalarının Cinsiyete Göre Akademik Başarıya Etkisi

Öğrencilerin cinsiyete göre akademik başarı testinden aldıkları ön test - son test ortalama puan ve standart sapma değerleri Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23

Cinsiyete Göre Akademik Başarı Testi Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Cinsiyet	ÖN TEST			SON TEST		
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S
Kız	41	9.51	3.94	41	15.83	5.19
Erkek	31	9.84	3.89	31	13.61	4.83

Not: 24 sorudan oluşan başarı testinden alınabilecek en yüksek puan 24'tür.

Tablo 23'te görüldüğü üzere, kız öğrencilerin ön test ortalama puanı $\bar{X}=9.51$ iken, bu değer eğitim programı sonrasında $\bar{X}=15.83$ 'e yükselmiştir, erkek öğrencilerin ön test ortalama puanı $\bar{X}=9.84$ iken bu değer eğitim programı sonrasında $\bar{X}=13.61$ 'e yükselmiştir. Buna göre, hem kız hem de erkek öğrencilerin puanlarında gömülü sistem eğitim programı sonrası bir artış gözlemlendiği söylenebilir.

Cinsiyete göre kız ve erkek öğrencilerin akademik başarılarında deney öncesine göre deney sonrasında gözlenen değişimlerin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 24

Cinsiyete Göre Akademik Başarıya İlişkin Ön test-Son test Puanları ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Gruplar arası	2409.972	71			
Grup (Kız/Erkek)	31.524	1	31.524	0.93	.339
Hata	2378.448	70	33.978		
Gruplar içi	1429.047	72			
Ölçüm (Ön test-Son test)	898.824	1	898.824	132.98	.000
Grup - Ölçüm	57.074	1	57.074	8.44	.005
Hata	473.149	70	6.759		
Toplam	3839.019	143			

Tablo 24'te göre kız ve erkek öğrencilerin akademik başarı düzeylerinin deney öncesinden sonrasına anlamlı bir fark gösterdiği, yani cinsiyetin tekrarlı ölçümler faktörlerinin akademik başarı üzerindeki ortak etkisinin anlamlı olduğu gözlemlenmiştir [$F_{(1-70)} = 8.44$, $P < .05$]. Başka bir ifade ile bu araştırmada elde edilen verilere göre cinsiyetin öğrencilerin akademik başarısını artırmada önemli bir etkisi vardır ve kız öğrenciler daha başarılıdır. Ayrıca bu duruma ölçmenin etkisinin de neden olabileceği söylenebilir.

Tablo 24'te paylaşılan ANOVA sonuçları ile kız ve erkek öğrencilerin deney öncesinde ve sonrasında ölçümlenen toplam akademik başarı puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir fark yoktur [$F_{(1-70)} = .93$, $p > .05$]. Bu bulgu, cinsiyetin toplam akademik başarı puanına etkisi bulunmamaktadır şeklinde yorumlanabilir.

Ölçüm temel etkisiyle ilgili olarak, grup ayrımı yapmaksızın araştırmada yer alan bireylerin deney öncesinden deney sonrasına akademik başarı testi puanlarının ortalamaları arasında anlamlı farkın olduğu söylenebilir [$F_{(1-70)} = 132.98$, $P < .05$]. Başka bir deyişle uygulanan eğitim programı yani gömülü sistem uygulamaları öğrencilerin akademik başarılarını anlamlı olarak artırmıştır.

Eta kare etki büyüklüğü hesaplandığında cinsiyetin öğrencilerin akademik başarı puanlarına ait toplam varyansın % 63'ünü açıkladığı ve çok büyük bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Benzer şekilde Borsotti (2017) tarafından yapılan çalışmada da, Lilypad Protosnap Geliştirme kartı ve Arduino yazılımı kullanarak lise düzeyinde kız öğrencilerin giyilebilir teknoloji etkinlikleri yapmalarının amaçlandığı STEAM atölyesi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; öğrencilerin algoritma ve kodlamanın temelini öğrendikleri, mikro denetleyici, giriş ve çıkış aygıtlarının rolü, giyilebilir teknolojilerin gerçek dünyada nasıl kullanılabileceği hakkında bilgi edindikleri, Arduino yazılımı, ledler ve ışık sensörü kullanarak etkileşimli giyilebilir teknolojiler geliştirdikleri ifade edilmiştir. Giyilebilir teknoloji geliştiren kız öğrencilerin daha başarılı olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Merkouris ve diğerleri (2017) çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin giyilebilir teknoloji ve robotlar gibi gömülü platformlar ile masaüstü bilgisayar programlamasını kodlama öğrenmeye faydaları açısından karşılaştırmışlardır. Cinsiyete göre programlama becerileri incelendiğinde, ön testte erkek öğrenciler kız öğrencilerden daha iyi olduklarını düşünmelerine rağmen, çalışma sonucunda kız öğrencilerin tüm programlama kavramları ölçütlerinde erkek öğrencilerden daha başarılı olduklarına ulaşılmıştır. Rossano ve diğerleri (2020)

Arduino kartı gibi fiziksel teknolojilerin ortaokul öğrencilerinin kodlama öğretiminde kullanılmasının etkili olup olmadığını incelemişler ve uygulama sonucunda kızların gelişme düzeyinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Ön test ve son test sonuçları karşılaştırıldığında, kızların daha iyi notlar aldığı tespit edilmiştir. Kız öğrencilerin eğitim süreçleri boyunca teknolojileri öğrenmelerini sağlamak için STEM çalışmalarına katılımlarının teşvik edilmesinin çok önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu bulgular çalışmanın bulgularını destekler niteliktedir. Ancak Sullivan ve Bers (2012) tarafından yapılan çalışmada farklı bir sonuca ulaşılmıştır. Sullivan ve Bers (2012) erken çocukluk döneminde henüz cinsiyet kalıp yargıları ortaya çıkmadan önce kızları bilim ve teknoloji alanlarıyla tanıştıran TangibleK Robotik programlama ile kızların erkeklerle eşit derecede başarılı olup olmadıklarını araştırmışlardır. Üç farklı anaokulu sınıfında 53 öğrencinin katıldığı altı derslik bir robotik ve programlama öğretim programı ile gerçekleştirilen uygulamada görevlerin yarısından fazlasında erkeklerin ortalama puanları kızların puanlarından daha yüksek olmasına rağmen bu farklılıkların çok azı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Genel olarak hem erkek hem de kız öğrenciler programı başarıyla tamamlamışlardır. Rolka ve Remshagen (2015) bağlamsallaştırma ile robot kullanımının sınıf atmosferi üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu, cinsiyetin öğrenci performansında doğrudan bir etkisi olmadığını, fakat öğrencinin derse katılımıyla ilgili olarak cinsiyetin performans üzerinde dolaylı bir etkisi olduğunu, yani öğrenci devamlılığının önemini ve öğrencinin derse katılımının öğrenci başarısının güçlü bir yordayıcısı olduğunu dile getirmişlerdir. Doerschuk, Liu ve Mann (2007) erkek ve kız öğrenciler arasındaki bilgisayar bilimi ilgisindeki cinsiyet farkının ortaokul kadar erken bir zamanda ortaya çıkmakta olduğunu dile getirmişlerdir. Genel olarak bu bulgulardan yola çıkılarak araştırmada hem kız hem de erkek öğrencilerin başarılarının artmasında gömülü sistemlerin etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca yaş grubuna bağlı olarak da öğrenci başarılarının cinsiyete göre değişebileceği düşünülebilir.

Nitel Analiz Verilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde edindikleri gömülü sistem uygulamalarına ilişkin görüşlerini betimlemek ve nicel verileri desteklemek amacıyla yapılan odak grup görüşmelerinden elde edilen bulgular tema ve kodlar olarak gruplandırılmış ve her bir soru için öğrencilerin verdikleri yanıtlar değiştirilmeden alıntı olarak verilmiştir. Buna göre “*Deney ve kontrol grubundaki*

öğrenciler bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem uygulamalarında edindikleri deneyimleri nasıl betimlemektedir?” alt problem durumu altında aşağıdaki sorulara yanıtlar aranmıştır:

- 1) Deney grubu öğrencileri akıllı cihaz geliştirme deneyimlerini nasıl betimlemektedir?
- 2) Kontrol grubu öğrencileri akıllı cihaz geliştirme deneyimlerini nasıl betimlemektedir?
- 3) Deney grubu öğrencileri akıllı cihaz geliştirmenin dikiş bölümüne ilişkin deneyimlerini nasıl betimlemektedir?

Problem durumlarına ilişkin bulgular tematik analiz ile ve öğrenci görüşmelerinden alınan notlar ve ses kayıtları incelenerek öğrencilerin verdiği yanıtlar değiştirilmeden sunulmuştur. Görüşleri verilen öğrencilerin isimleri yerine kodlar (Ö1, Ö2 Ö10) verilerek öğrenci görüşleri aktarılmıştır.

1) Deney grubu öğrencileri akıllı cihaz geliştirme deneyimlerini nasıl betimlemektedir?

Giyilebilir akıllı cihazlar geliştiren deney grubu öğrencilerinin bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde edindikleri gömülü sistem uygulamalarına ilişkin görüşlerini betimlemek için gönüllü olarak seçilen 10 öğrenci ile yapılan odak grup görüşmelerinden elde edilen bulgular tema ve kodlar olarak gruplandırılmış ve her soru için öğrencilerin verdikleri yanıtlardan bazıları değiştirilmeden alıntı olarak verilmiştir. Öğrencilerin altısı kız, dördü erkektir. Öğrenciler gönüllülük esasına göre seçilmiştir.

“Akıllı cihaz geliştirme ile ilgili gerçekleştirdiğiniz projede size en fazla keyif veren neydi?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 15’te gösterilmiştir.



Şekil 15. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecinde En Fazla Keyif Veren Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 15’te görüldüğü üzere öğrencilere akıllı cihaz geliştirme sürecinde en fazla keyif veren bölümler kodlama, e-devre oluşturma, dikiş dikme, toplumsal fayda sağlaması ve çalıştığını görmek olarak tespit edilmiştir. Akıllı cihaz geliştirme sürecinde en fazla keyif veren bölümlere yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Dikiş dikmek, benim için eğlenceliydi, dikiş dikmeyi seviyorum” (Ö1, Ö7).

“Kodlama daha kolay geldi, fiziksel iş çok gerekmiyor” (Ö4).

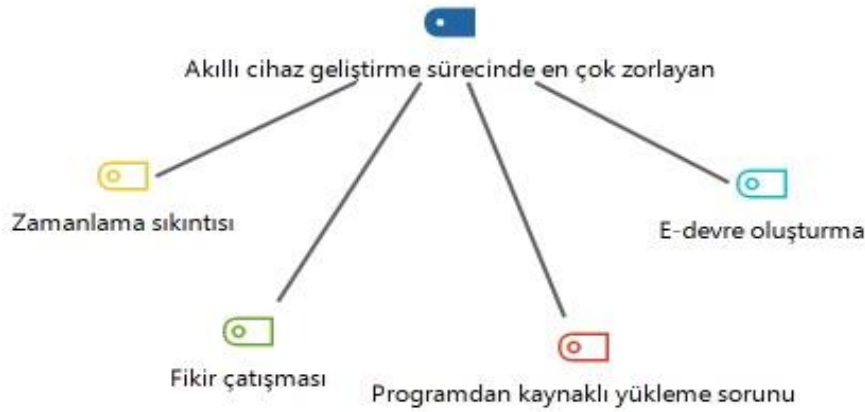
“Kodlama ile farklı çözüm yolları bulabiliyoruz” (Ö10).

“Kabloları bağlama, e-devreyi kurma (prototipleme) daha çok hoşuma gitti” (Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö9).

“Tüm işleri bitirdikten sonra ürünün çalıştığını görmek hoşuma gitti, toplumsal faydası olması, yararlı olması çok hoşuma gitti” (Ö8).

Benzer şekilde Kim ve Searle (2017) tarafından yapılan çalışmada öğrenciler giyilebilir teknolojiler ile öğrenmenin eğlenceli olduğunu ifade etmişlerdir. Giyilebilir teknolojileri eğitime kaynaştırmanın öğrencilerin kodlama, elektronik devre ve devre kurulumu konularını eğlenerek öğrenmesini sağlayabileceği söylenebilir.

“Akıllı cihaz geliştirme ile ilgili gerçekleştirdiğiniz projenizde en çok sizi ne zorladı? (Zaman, materyal, ekip çalışması... vb.)” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 16’da gösterilmiştir.



Şekil 16. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecinde En Çok Zorlayan Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 16’da görüldüğü üzere öğrencileri akıllı cihaz geliştirme sürecinde en çok zorlayan bölümler zamanlama sıkıntısı, fikir çatışması, programdan kaynaklı yükleme

sorunu ve e-devre oluşturma olarak tespit edilmiştir. Akıllı cihaz geliştirme sürecinde en çok zorlayan bölümlere yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Ekip çalışması esnasında kafam karıştı, zaman sorunu oldu, yetiştirmede zorlandık” (Ö1).

“İlk öğrendiğimde giriş ve çıkış donanımlarında kafam karıştı” (Ö2).

“E-devrede pinleri bağlamada, prototiplemede zorlandım” (Ö5).

“Prototiplemede, kablolar elimden kaydı” (Ö6).

“Programdan kaynaklanan yükleme sorunu nedeniyle sıkıntı yaşadım” (Ö9).

“E-devrede pinleri bağlamada, prototiplemede zorlandım” (Ö10).

Öğrenci görüşleri incelendiğinde öğrencilerin en çok prototipleme esnasında zorlandıkları görülmüştür. Bunun nedeninin öğrencilerin de ifade ettiği gibi kabloları pinlere bağlamada yaşadıkları sorunlar olduğu söylenebilir. Thomas (2000) öğrencilerin karmaşık projelerde zorluklarla karşılaşabileceğini, bu zorlukların; araştırmayı başlatmak, araştırmayı yönlendirmek, zamanı yönetmek ve teknolojiyi verimli kullanmak olabileceğini dile getirmiştir. Humes (2013), disiplinler arası projelerin ortaokul ders saatlerinden daha uzun zaman alabileceği için zaman engelinin ortaya çıkabileceğini belirtmiştir. Perin (2011) ise bağlamsallaştırma ile disiplinler arası bir öğretim yapmak için önemli bir zaman gerekeceğini ifade etmektedir.

“Geliştirdiğiniz akıllı cihaz hangi konuda, nasıl bir fayda sağlamaktadır?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 17’de gösterilmiştir.



Şekil 17. Geliştirilen Akıllı Cihazların Fayda Sağladığı Alanlar Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 17’de görüldüğü üzere geliştirilen akıllı cihazların fayda sağladığı alanlar güvenlik, sağlık, toplumsal alanlar ve günlük yaşam olarak tespit edilmiştir. Geliştirilen akıllı cihazların fayda sağladığı alanlara yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“İnsanların sağlığı için faydalı olabilir, mesela titreşimli patik ayağa masaj yapar”(Ö3).

“Bunlar dışında başka akıllı cihazlar geliştirebiliriz, örneğin; sabah uyanmamızı sağlayan, güneş doğduğunda titreyen bir akıllı cihaz geliştirebiliriz”(Ö4).

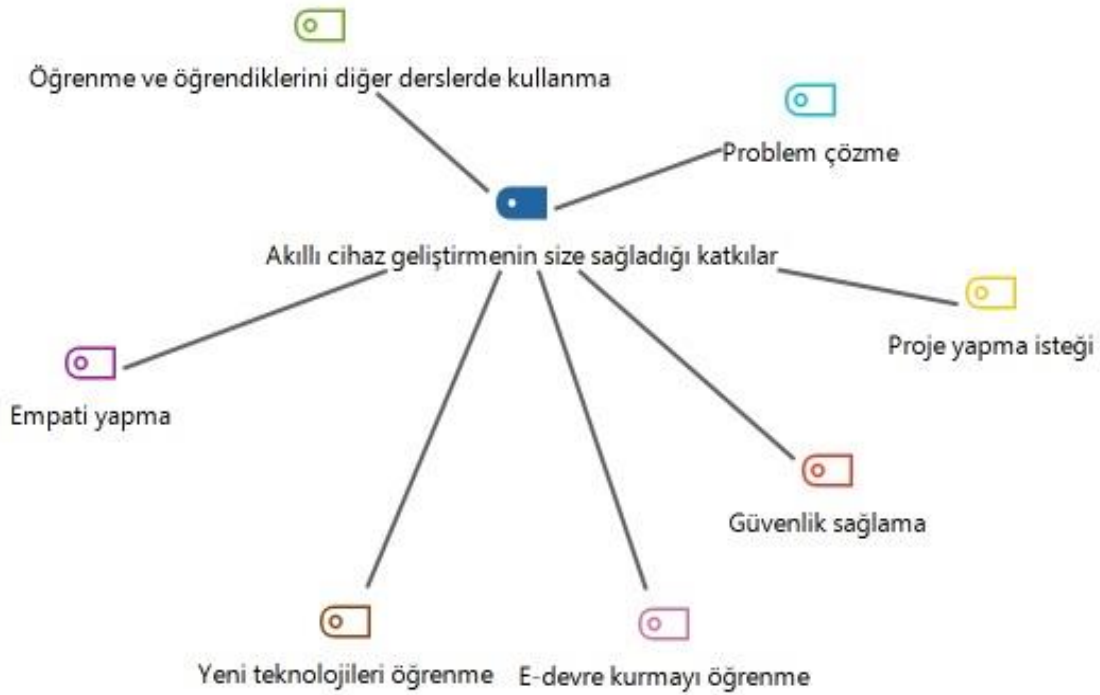
“Benzer şekilde titreşim yerine ses kullanarak, insana fayda sağlayacak akıllı cihazlar geliştirebiliriz”(Ö5).

“Kendimi korumak için, tişörtüme ışık sensörü dikerdim ki karanlıkta arabalar beni farketirsin”(Ö7).

“Anne tv izlerken bebek altını pislettiyse ledler ile anne farkedebilir, trafik kazalarını önlemek için şoför dışarıdaki sesleri alarm, ışıklar ile görebilir, kolay farkedebilir”(Ö8).

“Şapkamıza sıcaklık sensör dikeriz, yazın çok sıcak olduğunda titrer ya da kırmızı led yanar, soğuksa mavi led yanar”(Ö9).

“Akıllı cihaz geliştirmenin size sağladığı katkılar nelerdir?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 18’de gösterilmiştir.



Şekil 18. Akıllı Cihaz Geliştirmenin Size Sağladığı Katkılar Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 18’de görüldüğü üzere akıllı cihaz geliştirmenin size sağladığı katkılar temasına ait kodlar öğrenme ve öğrendiklerini diğer derslerde kullanma, problem çözme, proje yapma isteği, güvenlik sağlama, e-devre kurmayı öğrenme, yeni

teknolojileri öğrenme, empati yapma olarak tespit edilmiştir. Akıllı cihaz geliştirmenin size sağladığı katkılar sorusuna yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Hayatta karşılaşılabileceğim sorunlara çözüm bulmamı sağladı” (Ö1).

“İleride de bu gibi projeler yapmakta istek uyandırdı, daha rahat bir şekilde korunabilmemi sağladı” (Ö2).

“Teknoloji ile daha yakın olmamı, e-devreyi öğrenmemi sağladı” (Ö4).

“Lilypad gibi yeni teknolojileri öğrendik” (Ö6).

“Sağlığımı güvence altına almamı sağlıyor” (Ö7).

“Eğitimime katkı sağladı, e-devreyi öğrendim, fen ve teknoloji dersimde de kullanabiliyorum” (Ö8).

“Daha çok empati yapmamı sağladı, diğer insanların karşılaştığı problemleri düşündüm” (Ö10).

Benzer şekilde Hébert ve Jenson (2020) tarafından yapılan çalışmada öğrenci görüşleri incelendiğinde, “öğrencilerin bir devrenin nasıl çalıştığını, nasıl kodlayacağımı öğrendim”, “daha iyi dikiş yapmayı öğrendim” gibi cevaplar verdiği görülmüştür. Bağlamsallaştırma, öğretimde kullanılan materyal ve yöntemlerin öğrencilerin deneyimleri ve çevreleriyle bağlantılı olması durumunda gerçekleşmektedir. Öğrencinin hayatıyla ilgili bağlamı kullanması dersi öğrencilerin gözünde anlamlı kılar (Reyes, Insorio, Ingreso, Hilario ve Gutierrez, 2019), öğrencilerin çalışmalarına devam etmeleri için motive kalmalarına yardımcı olabilecek kariyer ve eğitim hedeflerine doğrudan bir uygulama sağlar (Kalchick ve Oertle, 2010). Öğrencilerin kariyerle ilgili gelişimlerini ve akademik yeterliklerini bir üst düzeye çıkarmaya aracı olur (Berns ve Erickson, 2001). Bu bulgular öğrenci görüşlerini desteklemektedir.

Önümüzdeki yıllarda bu konu ile ilgili neler yapmayı planlıyorsunuz?

- Yeni projeler yapmak ister misiniz?
- Bu alanda yeni dersler almak ister misiniz?
- Okul ortamınız uygun mu?

Sorusuna ve sonda sorulara ait tema ve kodlar Şekil 19’da gösterilmiştir.



Şekil 19. Akıllı Cihaz Geliştirme ile İlgili Planlar Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 19’da görüldüğü üzere akıllı cihaz geliştirme ile ilgili planlar temasına ait kodlar projeler yapmak, ders almak, sınıf mevcutları azalmalı, bireysel çalışma ve uygun sınıf/atölye oluşturulmalı olarak tespit edilmiştir. Odak grup görüşmesine katılan on öğrenciden biri yeni projeler yapmak istemediğini, ikisi bu alanda yeni dersler almak istemediklerini ve öğrencilerin tamamı ise okul ortamının uygun olmadığını ifade etmişlerdir. Akıllı cihaz geliştirme ile ilgili planlara yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Yeni projeler yapmak isterim, bu alanda ders almak kesinlikle isterim, veli görüşme odası giyilebilir teknoloji odası olabilir” (Ö2).

“Yeni projeler yapmak isterim ama ders almak istemem, sıkıcı, okul uygun değil” (Ö3).

“Farklı akıllı cihazlar geliştirmek isterim, ders almak isterim, okul uygun değil, gruplara ayrılıyor, bireysel çalışılsa daha iyi olur” (Ö4).

“Yeni projeler yapmak isterim, eğlenceli, ders almak isterim, okul uygun değil, çok kalabalığız, daha az öğrenci ya da daha fazla öğretmen olmalı” (Ö5).

“Yeni projeler yapmak isterim, malzemeleri devlet karşılasa iyi olur, müdüre talep edeceğim, eğlenceli, ders almak isterim, ilmime katkı sağlıyor” (Ö8).

“Yeni projeler yapmak istemem, onun yerine matematik kursunu tercih ederim, bilgiler yabancı geldi, uygulama öncesi bir şey anlamadım, uygulama ile anlayabildim. Ders almak istemem, hayır, yeni bir sınıf yapılabilir” (Ö9).

“Çalışmanız sonunda ne tür deneyimler kazandınız?(Bilimsel araştırma süreci, proje yönetimi)” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 20’de gösterilmiştir.



Şekil 20. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecinde Kazanılan Deneyimler Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 20’de görüldüğü üzere akıllı cihaz geliştirme sürecinde kazanılan deneyimler temasına ait kodlar proje geliştirme, toplumsal fayda, bilimsel araştırma sürecini öğrenme, işbirliği yapma, sorumluluk alma, programlama ve e-devre kurmayı öğrenme, algoritma geliştirme ve problem çözme olarak tespit edilmiştir. Akıllı cihaz geliştirme sürecinde kazanılan deneyimlere yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Grup çalışmasını öğrendim, bilişim teknolojileri ve yazılım dersini daha çok sevdim. İngilizce kodlamayı öğrendim” (Ö2).

“Grup çalışması, grup yönetimini kazandım, e-devreleri daha iyi öğrendim, İngilizce kodlamayı öğrendim” (Ö4).

“Proje yapmayı öğrendim, sorumluluk almayı öğrendim. Modkit’i, yeni bir programlama ortamını öğrendik”(Ö6).

Proje yapmayı öğrendim, sorumluluk almayı öğrendim. Adım adım ilerlemeyi öğrendim (Ö7).

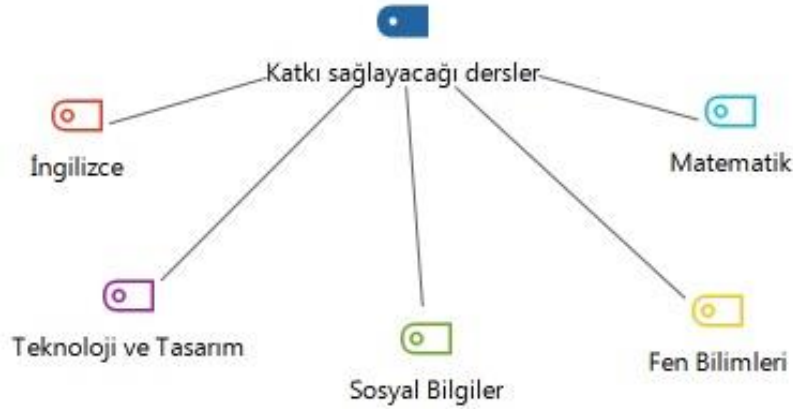
“Teknolojinin insana zararından ziyade, topluma yararının çok daha fazla olduğunu öğrendim. Algoritma yapmayı daha detaylı öğrendim. Bilimsel araştırma sürecinde ne gibi işlemlerin gerçekleştiğini anladım. Proje yönetiminde ise, gruplaşarak yapılan bir işin görev dağılımı yapılırken düzenin daha iyi ve kolay olduğunu anladım. Sorumluluk duygumu geliştirdim, planlı programlı çalışmanın ne kadar önemli olduğunu anladım”(Ö8).

“Teknolojinin insana fayda sağlayacağını deneyimledim”(Ö10).

Merkouris ve diğerleri (2017) öğrenme süreçlerinde giyilebilir teknolojinin kullanımı yoluyla öğrencilerin bilgilerini yapılandırıldığını ifade etmiştir. Kim ve Searle (2017) e-tekstil ile öğrenmenin işbirlikli öğrenme deneyimleri için potansiyel bir araç

olduğunu, Shadieff, Hwang ve Liu (2018) giyilebilir teknolojilerin öğrenciden öğrenciye iletişimi geliştirerek, öğrenciler arasında işbirliği sağlayacağını ifade etmektedirler. Benzer şekilde Jones, Nabil, McLeod ve Girouard (2020) çalışmalarında dikiş, donanım veya yazılım becerilerine sahip olmayan kullanıcıların ortak tasarım yapmalarını sağlayan Giyilebilir Parçalar (Wearable Bits) adlı giyilebilir e tekstil prototipini oluşturmak için bir araç seti geliştirmişlerdir. Araç setini tasarlama sırasında işbirliğine dayalı yaklaşım içinde ekiple çalışmanın prototipi geliştirirken farklı bakış açıları ile değerlendirmeler sağlamanın süreç boyunca değerli bileşen olduğunu ifade etmişlerdir. Bender (2016) proje tabanlı öğrenmenin öğrenciye sağladığı katkılarını; duygusal zekânın, öğrencilerin hayatta başarılı olmasına yardımcı olacak çeşitli insanı özelliklerin öğretilmesi olarak ifade etmiştir. Kocaçıl (2020) programlanabilir robotların işbirliği, somutlaştırma, öğrenmeyi eğlenceli hale getirme ve kolaylaştırma, yaparak yaşayarak öğrenme ve etkinliklere katılmaya istek duyma gibi öğrenim sürecine katkılar sağladığını belirtmiştir. Myers ve Berkowicz (2015) ise duygusal zekânın bütün proje tabanlı öğrenme ve STEM sınıflarında vurgulanması gerektiğini çünkü bu becerilerin bir öğrencinin hayatındaki tüm başarılarını önemli ölçüde etkileyeceğini dile getirmiştir. Çalışma kapsamında öğrencilerin görüş bildirdiği toplumsal fayda sağlama, işbirliği içinde çalışma becerisi kazanma, empati yapma, sorumluluk alma gibi alanlarda duygusal zeka kavramının ön plana çıktığı görülmektedir. Bu bulgular öğrenci görüşlerini desteklemektedir.

“Akıllı cihaz geliştirme projesi boyunca öğrendikleriniz, diğer derslerinize nasıl katkı sağlayabilir?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 21’de gösterilmiştir.



Şekil 21. Projenin Katkı Sağlayacağı Diğer Dersler Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 21’de görüldüğü üzere projenin katkı sağlayacağı diğer dersler temasına ait kodlar İngilizce, matematik, teknoloji ve tasarım, sosyal bilgiler ve fen bilimleri olarak tespit edilmiştir. Projenin bilişim teknolojileri ve yazılım dersi dışında katkı sağlayacağı diğer derslere yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“İşlemler matematik dersine, e-devre fen bilimleri dersine, projenin toplumsal fayda sağlaması sosyal bilgiler dersine, devreleri bağlama ve donanımları dikme teknoloji ve tasarım dersine, Modkit programı ise İngilizce dersine katkı sağlamaktadır” (Ö1).

“Fen bilimleri ve matematik derslerime katkı sağladı, bildiklerimi pekiştirdim, bilmediklerimi öğrendim” (Ö6).

“Fen bilimleri, İngilizce ve matematik derslerime katkı sağladı, Modkit programında kodlama ile kod bloklarının İngilizce karşılığını öğrendim” (Ö7).

Benzer şekilde Nugent ve diğerleri (2019) 4., 5. ve 6. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu çalışmasının sonucunda giyilebilir teknolojinin STEM eğitimini desteklemek için mükemmel bir disiplinler arası bağlam olduğunu ifade etmişlerdir. Schnugg (2019) bağlamsallaştırmanın, temel olarak, disiplinler arası uzlaşmaya, farklı disiplinlerden gelen bilgilerin teknolojik, sosyal ve kültürel ortamlara ve gerçek dünyaya nasıl bağlandığını anlamaya yardımcı olduğu için karmaşık konular hakkında zengin bir tablo oluşturmaya yardımcı olacağını ifade etmiştir. Disiplinler arası programlara katılan öğrencilerin, tek bir disiplinden elde edilen içeriğe özgü bilgilerden ziyade bütünlük bakış açıları ve çözüm odaklı stratejiler edinmeleri daha muhtemeldir. Disiplinler arası çalışmaların beklenen öğrenme çıktıları, üstbilişsel becerilerde ve eleştirel düşünmede genel bir ilerlemeyi içermektedir. Edinilen bu öğrenme çıktıları başka bağlamlara, sorunlara ve konulara bilginin transferini sağlamada katkıda bulunur (Ivanitskaya vd., 2002). Engen ve diğerleri (2017) tarafından yapılan çalışmada da

giyilebilir teknoloji gibi araçların eğitimde bağlamsallaştırma ile kullanımının farklı disiplinlerin öğretiminde yeni yaratıcı yaklaşımlar ortaya çıkardığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu çalışmada da öğrenciler yaptıkları projelerin farklı disiplinlere katkı sağladığını yani disiplinler arası bir çalışma olduğunu ve benzer yeni projeler yapabileceklerini dile getirmişlerdir.

“Bu projeye benzer başka ne tür projeler yapılabilir? Siz bunlara katkı sağlamak ister misiniz? Neden?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 22’de gösterilmiştir.



Şekil 22. Yapılabilecek Benzer Projeler Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 22’de görüldüğü üzere yapılabilecek benzer projeler temasına ait kodlar engellilere ve hastalara yönelik bir akıllı cihaz, uyanmayı sağlayan bir akıllı cihaz, ayaklara masaj yapan akıllı cihaz, topluma yarar sağlayan, bizi koruyan bir akıllı cihaz ve hırsızlara karşı akıllı cihaz olarak tespit edilmiştir. Öğrencilerin tamamı benzer projelere katkı sağlamak istediklerini ifade etmişlerdir. Yapılabilecek benzer projelere yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Evet benzer projelere katkı sağlamak isterim. Topluma yarar sağlamak için, bizi koruyabilir, güvenliğimizi sağlar” (Ö1).

“Kesinlikle evet. Sporcular koşup yorulduktan sonra ayakkabının içine titreşim motoru koyularak ayağa masaj yapar” (Ö2).

“Kesinlikle evet. Sabah uyanmamı sağlamak için bir titreşim motoru olabilir. Hırsızlara karşı önlem almak için cebe titreşim motoru dikilebilir” (Ö4).

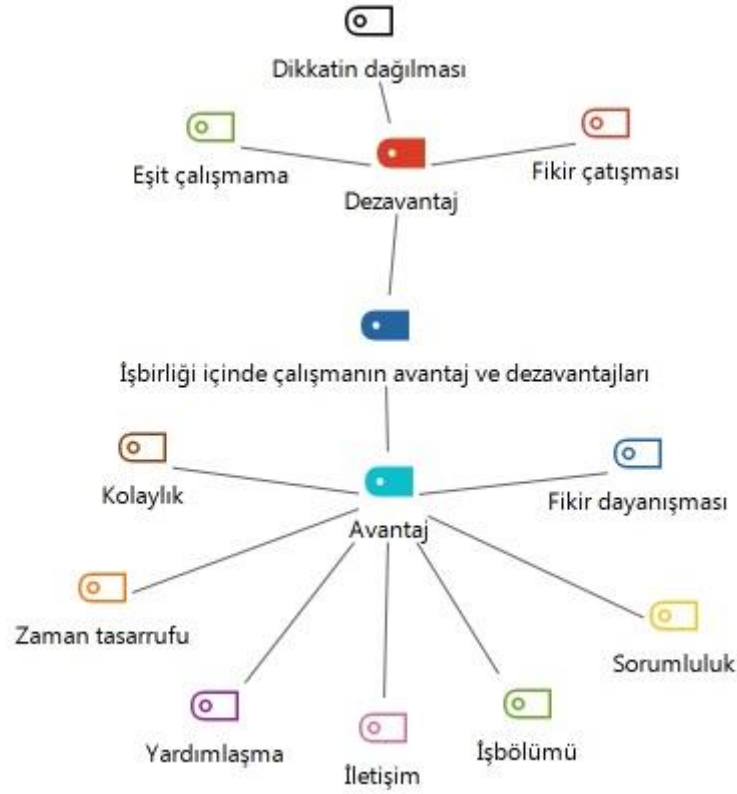
“Evet. Engellilere yönelik akıllı cihaz tasarlayabiliriz. Örneğin; görme engelli birisi için mesafe sensörü ile yaklaşınca titreyen bir eldiven, ilaç saatlerini bildiren titreşimli bir akıllı cihaz yapılabilir” (Ö6).

“Evet. İnsanlara yararlı olmak için, işitme engelliler için zil çaldığında yanan led ya da titreşimli bir teknoloji” (E7).

“Evet. Toplumumuza ve kendimize fayda sağlıyor. Yürüme engellilerin ilaçlarını alabilmesi için bir akıllı cihaz olabilir, akıllı cihazın üstünde ekran altında ilaçların geleceği bir bölme olur, kişi istediği ilacı ekrana yazacak ve ilaç hemen temin edilecek, paralar para kasasından düşecek” (Ö8).

Alanyazında engellilere yönelik giyilebilir teknolojilerin geliştirildiği çalışmalar yer almaktadır. Uzun, Yaman, Tekkanat ve İşler (2017), tarafından yapılan çalışmada görme engellilere yardımcı uzaklık ölçümlerini veren bir bileklik tasarlanmıştır. Engeller Arduino mikrodenetleyici kartına bağlı ultrasonik mesafe sensörü yardımıyla tespit edilmiş ve kullanıcıların ihtiyaçları göz önünde bulundurularak, eve veya dış ortama uygun ve sadece titreşim, sadece ses ya da ikisi birlikte olacak şekilde uyarlanabilir bir tasarım gerçekleştirilmiştir. Çıklaçandır ve İşler (2017) tarafından yapılan çalışmada ise kaza sonucu el ve kol hareketlerinde kayıplar yaşayan kişiler için rehabilitasyon evresini takip edilebilen, hastanın eğlenerek elini hareket ettirmesi ve rehabilitasyon evresinde egzersizleri yapabileceği bir sistem tasarlanmıştır. Kablosuz haberleşme Xbee modülü, kontrol devreleri ise Arduino ile geliştirilmiştir. Hastadan iki eksenli çizme mekanizmasına sahip giyilebilen elektronik eldiven ile çizici mekanizmanın altına konulan bir resmi takip etmesi ve elindeki eldivenle kalemi yönlendirerek resmi çizmesi istenmektedir. Vesisenaho (2010) bilişim teknolojileri (BİT) eğitiminde bağlamsallaştırmanın, öğrencilerin bilgiyi korumasını kolaylaştıracağını, çünkü onlara öğrenme süreçlerini etkileyen ve öğrenmeyi mevcut zihinsel modelleri ile ilişkilendiren modeller sağlayacağını, BİT eğitimi planlarken ve uygularken yerel çevreyi dikkate almanın bir yolu olduğunu, toplumun ihtiyaçlarını karşılamak için ihtiyaç temelli bir yaklaşım olduğunu dile getirmiştir. Berns ve Erickson (2011) öğretim süreçlerinin disiplinler arasında genişletilerek bağlamsallaştırılmasıyla öğrencilerin gerçek hayattan bakış açısı kazanacaklarını, böylece bilgi ve becerilerinin şimdi ya da gelecekte hayatlarıyla nasıl ilişkili olduğunu göreceklərini belirtmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada öğrenciler bağlamsallaştırma kullanarak geliştirdikleri giyilebilir akıllı cihazlardan yola çıkarak yerel çevreyi dikkate alan, toplumun ihtiyaçları karşılayan, toplumsal fayda sağlayan proje fikirlerini paylaşmışlar ve bu projelerle engellilere, topluma, kendilerine fayda sağlamak istediklerini ifade etmişlerdir.

“Akıllı cihaz geliştirirken işbirliği içinde çalışmanın sağladığı avantaj ve dezavantajlarla ilgili ne düşünüyorsunuz?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 23’te gösterilmiştir.



Şekil 23. İşbirliği İçinde Çalışmanın Avantaj ve Dezavantajları Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 23’te görüldüğü üzere işbirliği içinde çalışmanın avantaj ve dezavantajları temasına ait kodlar avantaj alt teması altında kolaylık, zaman tasarrufu, yardımlaşma, iletişim, işbölümü, sorumluluk ve fikir dayanışması olarak; dezavantaj alt teması altında ise eşit çalışmama, fikir çatışması ve dikkatin dağılması olarak tespit edilmiştir. İşbirliği içinde çalışmanın avantaj ve dezavantajlarına yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Avantajı, sorumluluk, saygı, dayanışmayı sağlar. Dezavantajı yok” (Ö1).

“Avantajı, işbirliği içinde çalışmayı öğrendim, bilen bilmeyene yardım etti, fikir alıp verdik. Dezavantajı, herkesin aklından bir şeyler çıktığı için karışıklık çıktı” (Ö2).

“Avantajı, birlikte çalışmayı öğrendim, iş bölümü yapmayı öğrendim. Dezavantajı, herkes düşündüğünü gerçekleştiremeyebiliyor, bazıları daha fazla bazıları daha az çalışabiliyor, her zaman istendiği gibi olmayabiliyor” (Ö4).

“Avantajı, dayanışma ve arkadaşlık ilişkimizi artırdı, sorumluluk duygusunun önemini anladım. Daha çok fikir çıkıyor, kolay bitmesini sağlıyor, daha güzel bir proje ortaya çıkıyor. Dezavantajı, fikir çatışması” (Ö8).

“Avantajı, birbirimizle daha iyi anlaşmamızı sağlar. Dezavantajı, fikir çatışması, uzlaşma sağlanmayabiliyor” (Ö9).

Kim ve Searle (2017) tarafından yapılan çalışmada giyilebilir teknolojinin işbirlikli öğrenme deneyimleri için potansiyel bir araç olduğu vurgulanmıştır. Bower ve Sturman (2015) çalışmalarında giyilebilir teknolojilerin öğrencilerin projelerde birlikte çalışması yoluyla iletişimlerine katkı sağlayacağını belirtmişlerdir. Bell (2010) ve Capraro vd., (2013) grup çalışması, öğrencilerin katılımını, etkileşimini ve işbirliği içinde çalışmalarını destekleyen bir strateji olduğunu, gruplar içindeki etkileşimin öğrencilerin etkili iletişim becerileri ve profesyonel ekip çalışma becerilerini geliştirmeye yardım ettiğini, işbirlikli çalışma ortamının öğrencilere birbirlerinin görüşlerini eleştirmek ve kendi fikirlerini özgürce ifade etmeleri için fırsat sağladığını, ortaokulda PTÖ uygulamaları ile gerçek yaşam problemlerine çözüm bulmanın öğrenciler için oldukça motive edici ve ilham verici olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada da benzer bulgulara ulaşılmıştır.

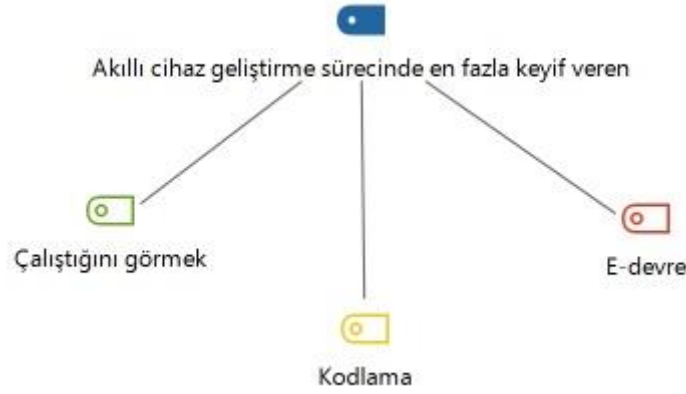
Proje ile ilgili belirtmek istediğiniz başka görüş ve önerileriniz var mı? Sorusuna bir öğrenci görüş bildirmiştir.

“İleride böyle bir meslek olursa çalışmak isterim. Eğlenceli geliyor, tasarlamayı istiyorum. Doktor ya da resim öğretmeni olmak istiyordum ama bu alan da ilgimi çekti” (Ö2).

2) Kontrol grubu öğrencileri akıllı cihaz geliştirme deneyimlerini nasıl betimlemektedir?

Kontrol grubu öğrencilerinin bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde edindikleri gömülü sistem uygulamalarına ilişkin görüşlerini betimlemek için gönüllü olarak seçilen 10 öğrenci ile yapılan odak grup görüşmelerinden elde edilen bulgular tema ve kodlar olarak gruplandırılmış ve her soru için öğrencilerin verdikleri yanıtlardan bazıları değiştirilmeden alıntı olarak verilmiştir. Öğrencilerin sekizi kız, ikisi erkektir. Öğrenciler gönüllülük esasına göre seçilmiştir.

“Akıllı cihaz geliştirme ile ilgili gerçekleştirdiğiniz projede size en fazla keyif veren neydi?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 24’te gösterilmiştir.



Şekil 24. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecinde En Fazla Keyif Veren Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 24’te görüldüğü üzere öğrencilere akıllı cihaz geliştirme sürecinde en fazla keyif veren bölümler kodlama, e-devre ve çalıştığını görmek olarak tespit edilmiştir. Akıllı cihaz geliştirme sürecinde en fazla keyif veren bölümlere yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Kodlama, basit geldi, eğlenceliydi” (Ö1).

“En çok e-devre ve çalıştığını görmekten keyif aldım” (Ö3).

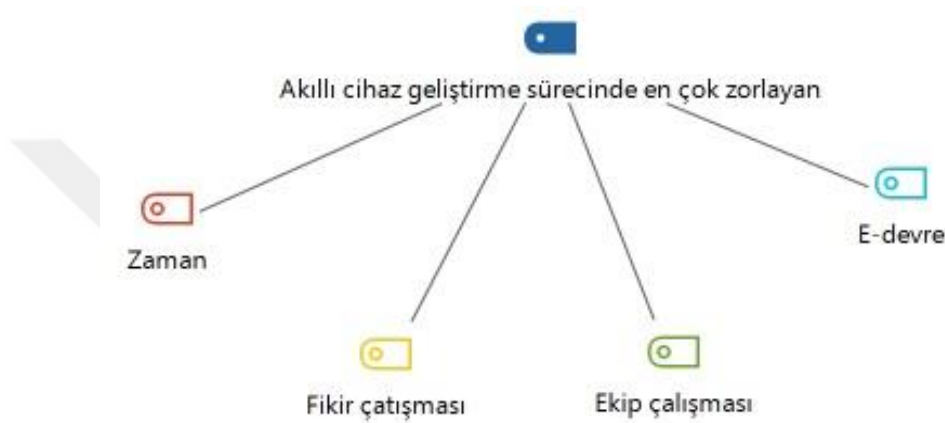
“Son aşamada ürünün çalıştığını görmekten en fazla keyif aldım” (Ö9).

“En fazla donanımları yerleştirmekten(e-devre) keyif aldım” (Ö10).

Yoder (2015) tarafından yapılan çalışmada da benzer öğrenci görüşleri yer almaktadır. Öğrenciler elektronik devre ve mikroişlemciler ile çalışmanın çok eğlenceli olduğunu, aldıkları kursun en sevdikleri kurs olduğunu ifade etmişlerdir. Kasalak (2017) tarafından yapılan çalışmada ise Scratch for Arduino programı kullanılarak gerçekleştirilen robotik kodlama etkinliklerinin somut etkinliklerle oldukça fazla sensör ve aktüatör aracılığıyla öğrencilerin hayal dünyalarında yer alan birçok hayali gerçekleştirmelerine fırsat oluşturduğu, çok daha fazla eğlenmelerini, etkinlikleri gerçekleştirme yönünde istekli olmalarını sağladığı ve etkinliklerin kişisel gelişimlerine faydalı olduğu dile getirilmiştir. Bender (2016), proje tabanlı öğrenme kapsamındaki çalışmaların en son ve en önemli eserinin projenin son aşaması olduğunu belirtmektedir. Bu bağlamda bazı öğrenciler için ürünün çalıştığını görmek en keyif veren bölüm olarak tanımlanmış olabilir. Gardiner (2014), kodlamanın STEM sınıflarında güçlü bir motivasyon aracı olabileceği, öğrenci ilgilerini artırabileceğini ve özellikle kız

öğrencilerin sandıklarından daha çok eğlendiklerini belirttiklerini ifade etmektedir. Schwartz (2014), öğrencilerin genel olarak robotik derslerinden keyif aldıklarını, ders bitmesine rağmen derse devam etmek istediklerini ifade etmiştir. Bu bulgular çalışmanın bulgularını desteklemektedir.

“Akıllı cihaz geliştirme ile ilgili gerçekleştirdiğiniz projenizde en çok sizi ne zorladı? (Zaman, materyal, ekip çalışması... vb.)” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 25’te gösterilmiştir.



Şekil 25. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecinde En Çok Zorlayan Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 25’te görüldüğü üzere öğrencileri akıllı cihaz geliştirme sürecinde en çok zorlayan bölümler zaman, fikir çatışması, ekip çalışması ve e-devre olarak tespit edilmiştir. Akıllı cihaz geliştirme sürecinde en çok zorlayan bölümlere yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“En çok e-devre, kablo bağlantılarını kurmada zorlandım” (Ö1).

“Ekip çalışması esnasında fikir çatışması oldu, en çok bu konuda zorlandım” (Ö8).

“Zamanı yetiştirmek sıkıntıydı” (Ö9).

“E-devre zor oldu, ilk kez denemek heyecanlıydı” (Ö10).

Benzer bir sonucu da Thomas (2000) proje tabanlı öğrenme sürecinde öğrencilerin teknoloji kullanırken zaman yönetimi ile ilgili, iş bölümü yapmadıklarında ve çalışmalarındaki hataları ayıklamadıklarında sıkıntı yaşayabilecekleri şeklinde dile getirmiştir.

“Geliştirdiğiniz akıllı cihaz hangi konuda, nasıl bir fayda sağlamaktadır?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 26’da gösterilmiştir.



Şekil 26. Geliştirilen Akıllı Cihazların Fayda Sağladığı Alanlar Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 26’da görüldüğü üzere geliştirilen akıllı cihazların fayda sağladığı alanlar güvenlik, e-devre kurma, tedbir alma ve bilgileri pekiştirme olarak tespit edilmiştir. Geliştirilen akıllı cihazların fayda sağladığı alanlara yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Güvenlik sağlıyor, tedbir almayı sağlıyor, ön hazırlık gibi” (Ö3).

“Modkit Scratch’e benzediği için Scratch’i pekiştirmemizi sağladı” (Ö5).

“Kodlama bilgimizi pekiştirdi” (Ö8).

“Bilgilerimizi pekiştirdik” (Ö1, Ö2, Ö4, Ö9, Ö10).

Ling ve Wah (2019)’ın çalışmaları bu çalışmanın bulgularını desteklemektedir. Ling ve Wah (2019) Arduino’nun öğrencilerin STEM ilgilerini artırmada önemli bir öğretim ve öğrenim aracı olduğunu, proje tabanlı öğrenmenin öğrencilerin STEM’i keşfetme ve öğrenme istekleri üzerine uzun süreli etki sağladığını ifade etmişlerdir.

“Akıllı cihaz geliştirmenin size sağladığı katkılar nelerdir?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 27’de gösterilmiştir.



Şekil 27. Akıllı Cihaz Geliştirmenin Size Sağladığı Katkılar Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 27’de görüldüğü üzere akıllı cihaz geliştirmenin size sağladığı katkılar temasına ait kodlar ürün geliştirme, derslere katkı, meslek edinme, ev hanımlarına yardım, problem çözme olarak tespit edilmiştir. Akıllı cihaz geliştirmenin size sağladığı katkılar sorusuna yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Teknoloji tasarım dersine katkı sağlayabilir” (Ö1).

“Mesleki hayatımıza yardımcı olur” (Ö2, Ö6, Ö9, Ö10).

“Ev hanımlarına yardım edebilecek bir akıllı cihaz geliştirebilirim” (Ö3, Ö4, Ö5).

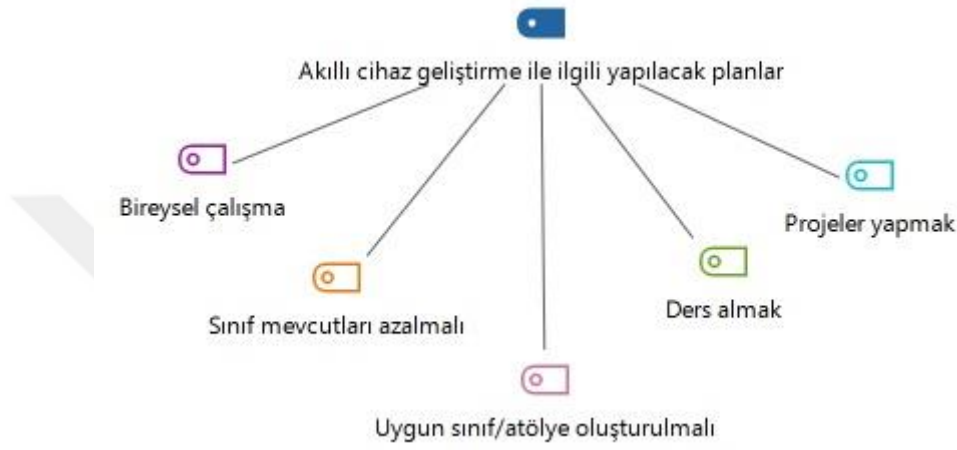
“Bir problemle karşılaştığımızda dışarıdan bir cihaz alacağımıza bunu kendimiz yapabilir, probleme kendimiz çözüm yolu bulabiliriz” (Ö7, Ö8).

Ling ve Wah (2019)’ın çalışmaları bu çalışmanın bulgularını desteklemektedir. Ling ve Wah (2019) çalışmalarında Arduino’nun öğrencilerin STEM ilgilerini artırmada önemli bir öğretim ve öğrenim aracı olduğunu, proje tabanlı öğrenmenin öğrencilerin STEM’i keşfetme ve öğrenme istekleri üzerine uzun süreli etki sağladığını, öğrencilerin yaratıcılık, eleştirel düşünme gibi becerileri kazanmalarında olumlu bir etkiye sahip olduğunu dile getirmişlerdir. Christensen, Knezek ve Tyler-Wood (2015) STEM uygulamalarının gerçek dünya ile ilgili olduğunda, öğrencilerin STEM içeriğine ve STEM kariyerlerine olumlu etki yapacağını dile getirmişlerdir. Bu çalışmada ifade edilen görüşlerden akıllı cihazlar geliştirmenin bir öğrenim aracı olarak derslere, mesleki hayata katkı sağlayacağı, ayrıca öğrencilerin yeni problemlere çözüm yolları bulmaya çalışarak yaratıcılıklarında ve eleştirel düşünme becerileri kazanmalarında olumlu etkileri olacağı söylenebilir.

Önümüzdeki yıllarda bu konu ile ilgili neler yapmayı planlıyorsunuz?

- *Yeni projeler yapmak ister misiniz?*
- *Bu alanda yeni dersler almak ister misiniz?*
- *Okul ortamınız uygun mu?*

Sorusuna ve sonda sorulara ait tema ve kodlar Şekil 28’de gösterilmiştir.



Şekil 28. Akıllı Cihaz Geliştirme ile İlgili Yapılacak Planlar Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 28’de görüldüğü üzere akıllı cihaz geliştirme ile ilgili planlar temasına ait kodlar projeler yapmak, ders almak, sınıf mevcutları azalmalı, bireysel çalışma, uygun sınıf/atölye oluşturulmalı olarak tespit edilmiştir. Odak grup görüşmesine katılan on öğrencinin tamamı yeni projeler yapmak, bu alanda yeni dersler almak istediklerini ve okul ortamının bunun için uygun olmadığını ifade etmişlerdir. Akıllı cihaz geliştirme ile ilgili planlara yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Yeni projeler yapmak ve bu alanda ders almak isterim. Hem yeni sınıf açılabilir, hem de sınıflar 3-4’e bölünebilirse daha iyi olur” (Ö1).

“Yeni projeler yapmak ve bu alanda ders almak isterim. Okulda 2 ders zamanı kısıtlı, daha fazla ders olmalı” (Ö4).

“Yeni projeler yapmak ve bu alanda ders almak isterim. Sınıf uygun hale getirilmeli, ortada büyük bir masa, etrafında bilgisayarlar olabilir, önce ortada e-devre kurulur, sonra programlar bilgisayarda yapılır. E-devre ve programlama grupları oluşturulabilir, kim hangi alanda daha başarılı ise o gruba katılır” (Ö5).

“Yeni projeler yapmak ve bu alanda ders almak isterim. Grup çalışmasında adaptasyon zor olabiliyor, bireysel çalışmak daha iyi olabilir” (Ö8).

“Yeni projeler yapmak ve bu alanda ders almak isterim. Okul uygun değil, daha az kişi ile çalışılabilir, akıllı cihaz sınıfı oluşturulabilir” (Ö10).

“Çalışmanız sonunda ne tür deneyimler kazandınız?(Bilimsel araştırma süreci, proje yönetimi)” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 29’da gösterilmiştir.



Şekil 29. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecinde Kazanılan Deneyimler Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 29’da görüldüğü üzere akıllı cihaz geliştirme sürecinde kazanılan deneyimler temasına ait kodlar zaman yönetimi, yeni bilgiler öğrenme, işbirliği, akıllı cihaz geliştirme, problem çözme olarak tespit edilmiştir. Akıllı cihaz geliştirme sürecinde kazanılan deneyimlere yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Başka problemlere çözüm yolları bulabilirim” (Ö1).

“Ekip çalışmasına katkı sağladı” (Ö3).

“Alanla ilgili yarışmalar, afişler yapılabilir, ileride karşılaşacağımız problemlere çözüm bulabiliriz” (Ö5).

“Deneyim kazanmamı sağladı, bilmediğimiz şeyleri öğrendik, bundan sonra akıllı cihaz geliştirebilirim” (Ö6).

“E-devreyi öğrenmemi sağladı” (Ö7).

“Zaman yönetimini daha iyi yapmamı sağladı” (Ö8).

Ling ve Wah (2019) çalışmalarında derslerde STEM eğitiminin bir parçası olarak proje tabanlı Arduino uygulamaları geliştirmenin öğrencilerin motivasyonları ve öğrenme istekleri üzerinde uzun süreli etkide bulunduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Bununla birlikte öğrencilerin işbirliği, iletişim, yaratıcılık gibi becerileri kazanmalarında olumlu bir etkiye sahip olduğu bulguları da bu çalışmadaki akıllı cihaz geliştirme sürecinde kazanılan deneyimlere yönelik öğrenci görüşlerine dair bulguları destekler niteliktedir.

“Akıllı cihaz geliştirme projesi boyunca öğrendikleriniz, diğer derslerinize nasıl katkı sağlayabilir?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 30’da gösterilmiştir.



Şekil 30. Projenin Katkı Sağlayacağı Diğer Dersler Temasına Ait Kod Haritası

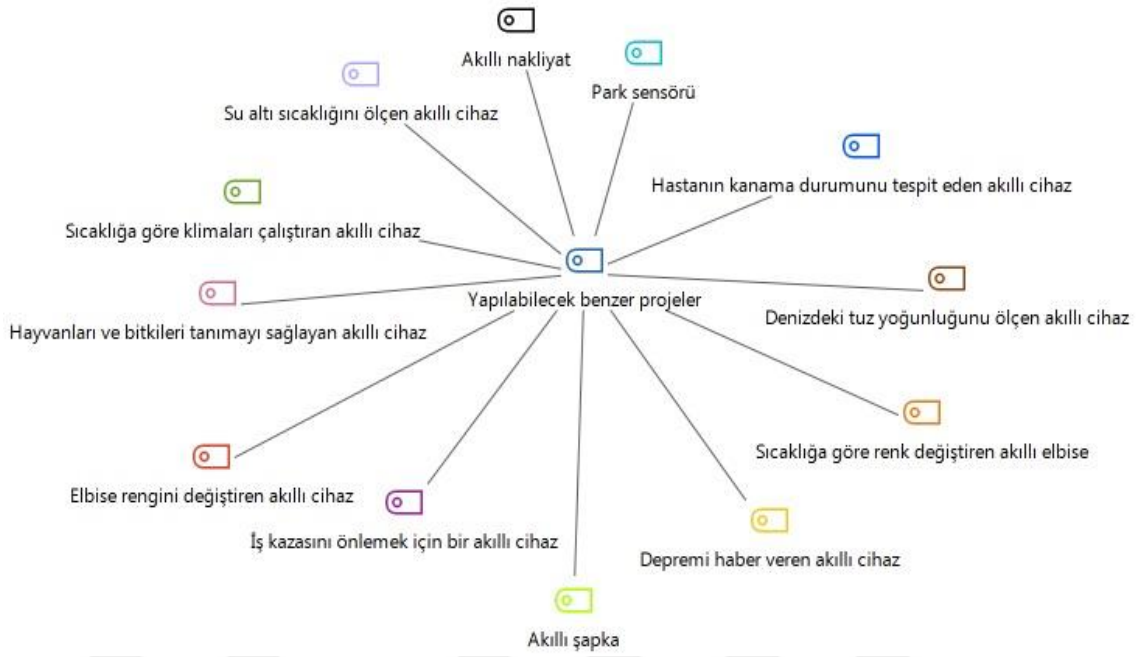
Şekil 30’da görüldüğü üzere projenin katkı sağlayacağı diğer dersler temasına ait kodlar İngilizce, matematik, teknoloji ve tasarım ve fen bilimleri olarak tespit edilmiştir. Projenin bilişim teknolojileri ve yazılım dersi dışında katkı sağlayacağı diğer derslere yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“İşlemlerden dolayı matematik dersine, e-devre oluşturduğumuz için fen bilimleri dersine, kodlama dili İngilizce olduğu için İngilizce dersine katkı sağladı, ayrıca ileride teknoloji ve tasarım dersine katkı sağlayabilir” (Ö1, Ö7).

“İşlemlerden dolayı matematik dersine, e-devre oluşturduğumuz için fen bilimleri dersine, kodlama dili İngilizce olduğu için İngilizce dersine katkı sağladı” (Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10).

Benzer şekilde Ling ve Wah (2019) STEM eğitiminin bir parçası olarak, derslerde Arduino uygulamalarına yer verilmesinin öğrencilerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinden oluşan STEM ilgilerini artıracak, STEM’i keşfetmelerinde önemli bir öğretim ve öğrenim aracı olduğu sonuçlarına ulaşmışlardır. Bu bağlamda bu çalışmanın öğrencilere disiplinler arası bir katkı sağladığı söylenebilir.

“Bu projeye benzer başka ne tür projeler yapılabilir? Siz bunlara katkı sağlamak ister misiniz? Neden?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 31’de gösterilmiştir.



Şekil 31. Yapılabilecek Benzer Projeler Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 31’de görüldüğü üzere yapılabilecek benzer projeler temasına ait kodlar sıcaklığa göre klimaları çalıştıran akıllı cihaz, sualtı sıcaklığını ölçen akıllı cihaz, akıllı nakliyat, park sensörü, hastanın kanama durumunu tespit eden akıllı cihaz, denizdeki tuz yoğunluğunu ölçen akıllı cihaz, sıcaklığa göre renk değiştiren akıllı elbise, depremi haber veren akıllı cihaz, akıllı şapka, iş kazasını önlemek için bir akıllı cihaz, elbise rengini değiştiren akıllı cihaz, hayvanları ve bitkileri tanımayı sağlayan akıllı cihaz olarak tespit edilmiştir. Öğrencilerin tamamı benzer projelere katkı sağlamak istediklerini ifade etmişlerdir. Yapılabilecek benzer projelere yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Hareket sensörü ile depremi haber veren bir akıllı cihaz yapılabilir” (Ö3).

“Sıcaklık sensörünün kullanıldığı bir akıllı şapka yapılabilir” (Ö4).

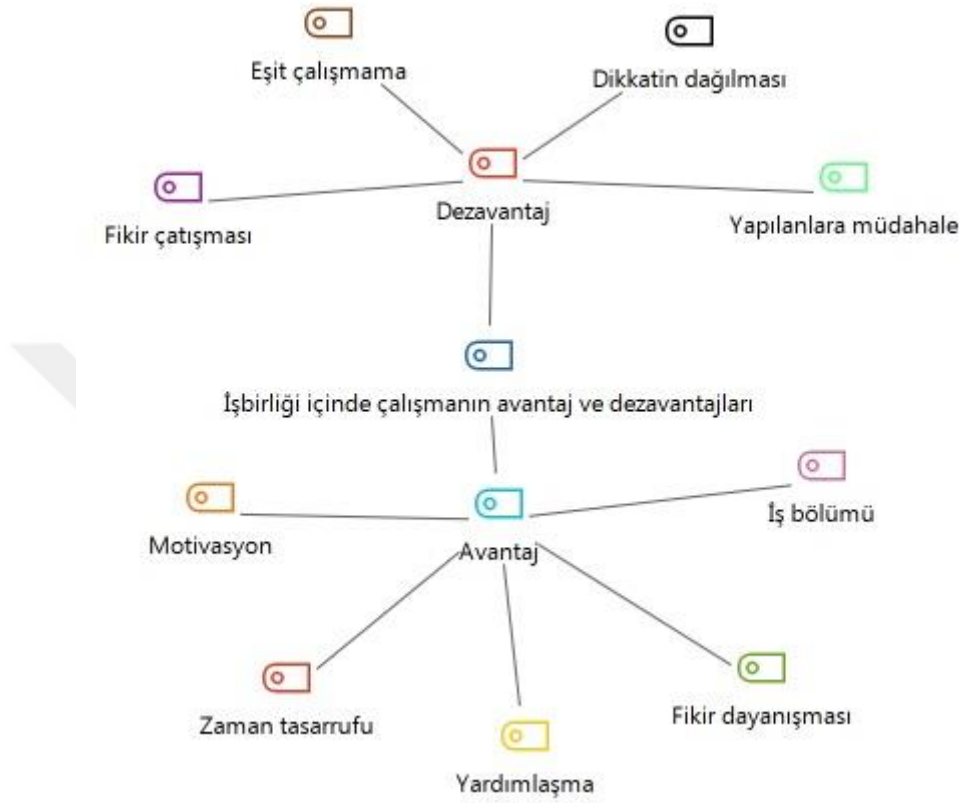
“Uzaktan müdahale ile elbise rengi değişebilir; hayvanları, bitkileri tanımayı sağlayan bir akıllı cihaz yapılabilir” (Ö5).

“Marangoz bir şeyi keserken daha dikkatli olması için sinyal veren bir cihaz ve sıcaklığa göre renk değiştiren bir elbise yapılabilir” (Ö6).

“Denizdeki tuz yoğunluğunu ölçen bir akıllı cihaz ve hastanın kanama durumu için bir akıllı cihaz yapılabilir” (Ö7).

“Ev taşırken vincin eşyaları dikkatli, düşürmeden taşınması için bir akıllı cihaz yapılabilir” (Ö10).

“Akıllı cihaz geliştirirken işbirliği içinde çalışmanın sağladığı avantaj ve dezavantajlarla ilgili ne düşünüyorsunuz?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 32’de gösterilmiştir.



Şekil 32. İşbirliği İçinde Çalışmanın Avantaj ve Dezavantajları Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 32’de görüldüğü üzere işbirliği içinde çalışmanın avantaj ve dezavantajları temasına ait kodlar avantaj alt teması altında motivasyon, zaman tasarrufu, yardımlaşma, fikir dayanışması, iş bölümü olarak; dezavantaj alt teması altında ise fikir çatışması, eşit çalışmama, dikkatin dağılması, yapılanlara müdahale olarak tespit edilmiştir. İşbirliği içinde çalışmanın avantaj ve dezavantajlarına yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Avantajı, fikir dayanışması yapabiliyoruz. Dezavantajı yok” (Ö1).

“Avantajı, bilen bilmeyene yardım eder. Dezavantajı, birinin doğru yaptığını, diğeri bozabiliyor” (Ö2).

“Avantajı, istediğimiz kişi ile çalışırsak enerjimiz daha iyi olur, bizi motive eder. Dezavantajı, herkesten başka bir laf çıkıyor, çatışma oluyor” (Ö3).

“Avantajı, motivasyon sağlar, bilmediğimizi arkadaşımızdan öğrenebiliriz, iş bölümü ile çabuk biter. Dezavantajı, gruptaki herkes sorumluluk almayabilir, eşit çalışmayabilir, fikir karışıklığı olabiliyor o nedenle yalnız yapmak iyi olabilir” (Ö5).

“Avantajı, yardımlaşma, dayanışma değerlerini kazanıyoruz. Dezavantajı, fikir çatışması olabiliyor” (Ö8).

“Avantajı, tek başına yapmak yorucu, o nedenle yardımlaşmak güzel. Dezavantajı, çok konuşma sebebiyle konu dağılabiliyor” (Ö10).

Öğrenciler işbirliği içinde çalışmanın avantajının motivasyon, zaman tasarrufu, yardımlaşma, fikir dayanışması, iş bölümü olduğunu dile getirmişlerdir. Benzer şekilde Bender (2016) işbirlikli çalışmanın proje tabanlı öğrenme sürecinde öğretim için mükemmel bir süreç olduğunu, gerçek dünya ile geleneksel öğretime kıyasla daha fazla paralellik gösterdiğini ve akademik başarının artmasını sağlayabileceğini, Benedict ve Briggs (2019) ekiple çalışma becerisi kazandırdığını, öğrencilerin akranlarıyla iletişim becerilerini geliştirdiklerini belirtmektedir. Benedict ve Briggs (2019) ortaokul matematik dersinde robot uygulamalarının öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırdığını, ekiple çalışma becerisi kazandırdığını, akranlarıyla iletişim becerilerini geliştirdiklerini ifade etmektedirler. Öğrenciler işbirliği içinde çalışmanın dezavantajının ise; fikir çatışması, eşit çalışmama, dikkatin dağılması, yapılanlara müdahale olduğunu ifade etmişlerdir. Bu durumu ise Thomas (2000) öğrencilerin başkalarıyla çalışmaya alışkın olduğunu, fakat bazen işbirliği yapmadan, geri bildirim vermeden çalıştıklarını ve işleri kendi başlarına eşit bir şekilde dağıtmada başarısız olabileceklerini dile getirmektedir. Ayrıca bazı öğrenciler bu alana özgü bir ders, sınıf/atölye olması gerektiğini, daha fazla ders almak istediklerini, haftada 2 ders saatinin yeterli olmadığını, öğrenci başına daha fazla öğretmenin daha iyi olacağını belirtmişlerdir. Bender (2016) de benzer olarak kodlama ve robotik öğretimine ilişkin olumsuzluğun bu ürünlerin pahalı olmasına ilişkin olduğunu, bu durumun da pek çok öğrencinin ve okulun bütçesini oldukça aşacağını dile getirmektedir.

Proje ile ilgili belirtmek istediğiniz başka görüş ve önerileriniz var mı? Sorusuna üç öğrenci görüş bildirmiştir.

“Bu alana özgü bir ders, sınıf olması gerek, daha fazla ders almalıyız, haftada 2 ders yeterli değil” (Ö5).

“Öğrenci başına daha fazla öğretmen daha iyi olur” (Ö6, Ö7).

3) Deney grubu öğrencileri akıllı cihaz geliştirmenin dikiş bölümüne ilişkin deneyimlerini nasıl betimlemektedir?

Deney grubu öğrencilerinin bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde edindikleri gömülü sistem uygulamalarında geliştirdikleri giyilebilir akıllı cihazların dikiş bölümüne ilişkin görüşlerini betimlemek için gönüllü olarak seçilen altı öğrenci ile yapılan odak grup görüşmelerinden elde edilen bulgular tema ve kodlar olarak gruplandırılmıştır. Görüşme yapılan öğrencilerin 5'i kız ve 1'i erkek öğrencidir. Öğrenciler gönüllülük esasına ve dikiş dikmeyi bilme durumlarına göre seçilmiştir. Her soru için öğrencilerin verdikleri yanıtlardan bazıları değiştirilmeden alıntı olarak verilmiştir.

“Hayalindeki bir tasarımı gerçekleştirmek için kumaşları kesip, dikerek tasarımına uygun bir şekilde ürün ortaya çıkarabileceğini düşünüyor musunuz? Bunun için neler yaparsınız?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 33’te gösterilmiştir.



Şekil 33. Hayalindeki Tasarıma Uygun Bir Ürün Ortaya Çıkarma Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 33’te görüldüğü üzere hayalindeki tasarıma uygun bir ürün ortaya çıkarma temasına ait kodlar algoritma, araştırma, kıyafetleri ve fotoğrafları inceleme ve kes, yapıştır, dik olarak tespit edilmiştir. Öğrencilerin tamamı hayallerindeki bir tasarımı gerçekleştirmek için kumaşları kesip, dikerek tasarımına uygun bir şekilde ürün ortaya çıkarabileceğini belirtmişlerdir. Hayalindeki tasarıma uygun bir ürün ortaya çıkarmaya yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Öncelikle hayalimdeki ürün için araştırma yaparım, internete ya da anneme danışırım. Mağaza ve evimdeki kıyafetleri incelerim. Perdelere dikip, elektrik kesildiğinde devreye giren bir akıllı cihaz yapabiliriz” (Ö1).

“İnternetteki fotoğraflardan yardım alarak tasarlayıp dikerim” (Ö3).

“Bir algoritma izlerim. Önce kafamdakini kağıda çizerim, akrabalarımın ve internetten yardım alarak tasarlarım, sonra tasarladığım ürünü dikerim” (Ö4).

Lilypad’in dikilebileceği kumaşlar, kıyafetler ya da aksesuarlar hakkında ne düşünüyorsunuz?

- *Kumaşın, kıyafetin ya da aksesuarın kalitesi ve uygunluğu önemli midir?*
- *Kalitesini ve uygun olup olmadığını nasıl anlarsınız?*

Sorusuna ve sonda sorulara ait tema ve kodlar Şekil 34’te gösterilmiştir.



Şekil 34. Giyilebilir Teknolojinin Nereye Dikilebileceği Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 34’te görüldüğü üzere giyilebilir teknolojinin nereye dikilebileceği temasına ait kodlar uygun özellikte kumaş, uygun büyüklükte kumaş ve uygun fiyatlı kumaş olarak tespit edilmiştir. Öğrencilerin tamamı giyilebilir teknolojinin dikileceği kumaşın, kıyafet ya da aksesuarın kalitesi ve uygunluğunun önemli olduğunu belirtmişlerdir. Lilypad’in dikilebileceği kumaşın, kıyafetin ya da aksesuarın kalitesi ve uygunluğuna yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Kumaşın dikilebilir olması ve dikeceğimiz alanın yeterli genişlikte olması önemli. Daha sağlam, yırtılmayacak ve kaliteli kumaş olması gerek. Anneme sorarım. Kumaşın çok esnek, delikli, ince olmamasına dikkat ederim, yoksa kısa devre olabilir” (Ö1).

“Kumaşın dikilebilir olması ve dikeceğimiz alanın yeterli genişlikte olması önemli. Daha sağlam, yırtılmayacak ve kaliteli kumaş olması gerek. Deneme yaparım, iğne içinden geçiyor mu dikiyecek miyim, benim için dikmek kolay mı ona bakarak karar veririm” (Ö2).

“Dokunurum, kalınlığını, inceliğini incelerim, kumaşın büyüklüğüne bakarım, alanın uygunluğunu kontrol ederim” (Ö3).

“İnternette kumaşın, kıyafetin ya da aksesuarın fiyatını araştırırım. Fiyat olarak uygun ve kalite olarak iyi olanı seçerim” (Ö4).

“Dokunurum, kalınlığına, büyüklüğüne bakarım, yırtılıp yırtılmayacağına ve kalitesine bakarım” (Ö6).

Hébert ve Jenson (2020) ortaokul öğrencileriyle yaptığı çalışmasında katılımcılar giyilebilir akıllı şapka üretmişlerdir. Katılımcılar ile görüşme sonucunda öğrencilerin büyük bir bölümünün dikiş dikme bölümünde zorlandığı, sebeplerini “düğüm atma”, “kumaşın iletken iplikle dikilmesi”, “bağlantı noktalarının dikilmesi”, “kısa devre yapmamak için iletken ipliğin birbirine değmemesinin gerekliliği” olarak ifade ettikleri görülmüştür. Bu bulgular bu çalışmanın bulguları ile tutarlıdır.

“Tasarlayacağınız giyilebilir teknolojinin görüntüsünü estetik olarak en iyi hale getirmek için neler yaparsınız?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 35’te gösterilmiştir.



Şekil 35. Estetik Bir Giyilebilir Teknoloji Üretme Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 35’te görüldüğü üzere estetik bir giyilebilir teknoloji üretme temasına ait kodlar evdeki malzemeleri geri dönüştürme, araştırma, uyumlu iplik rengi seçme ve keçe, rozet, boncuk, sim gibi ek materyaller kullanma olarak tespit edilmiştir. Estetik bir giyilebilir teknoloji üretmeye yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Lilypad donanımlarının dikeceğim kumaş ya da aksesuarda görünmemesi için üzerini keçe ya da rozet gibi şeylerle kapatıp daha estetik görünmesini sağlayabilirim. Lilypad donanımlarını, aksesuarın dekoratif bir parçası (çiçek, göz vb.) olarak dikebiliriz” (Ö1).

“İplikleri kumaşa uygun seçerim, evdeki kullanılmayan (geri dönüşüm) malzemelerden kullanarak iletken ipliğin geçtiği yerleri kapatırım” (Ö3).

“İnternette insanlar nasıl yapmış bakarım, onlardan fikir alırım” (Ö4).

“İplikleri kumaşa uygun seçerim, iletken ipliklerin kapanması için keçe gibi kumaşlar kullanırım, keçeye şekiller verip keserek dikeceğim ürünümü güzelleştiririm” (Ö5).

“Evde artan kumaşlardan yararlanırım, gerekirse kumaş alırım, boncuk, süs, sim alırım” (Ö6).

Buechley vd. (2008) çalışmalarında e-tekstil gibi gömülü sistemlerin programlama ve elektrik mühendisliğini sanat ve zanaat araçları olarak sunarak, sanat, tasarım ve mühendisliğin bütünleşik keşfini teşvik edeceğine, estetiği mühendislikle bütünleştirerek öğrenci yaratıcılığını teşvik edeceğine, e-tekstil faaliyetlerinin yeni ve farklı bir grup insanı bu alanlara çekebileceğine inandıklarını, ayrıca çalışmalarında kızların derslere başarıyla ve heyecanla katıldıklarını dile getirmişlerdir. Bu bağlamda giyilebilir teknolojiler geliştirmenin öğrencilerin yaratıcılığını artırabileceği, giyilebilir akıllı cihaz geliştirmenin dikiş bölümüne ilişkin deneyimlerini paylaşan öğrencilerden beşinin kız birinin erkek olması dolayısıyla kız öğrencilerin giyilebilir teknolojiye katılımını artırabileceği söylenebilir.

“Giyilebilir bir akıllı cihaz üretirken, teknolojiyi bir kumaş, kıyafet ya da aksesuara dikmenin avantajları sizce nelerdir?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 36’da gösterilmiştir.



Şekil 36. Giyilebilir Teknolojinin Dikiş Bölümüne Yönelik Avantaj Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 36’da görüldüğü üzere giyilebilir teknolojinin dikiş bölümüne yönelik avantaj temasına ait kodlar dikkat çekme, toplumsal fayda, kolaylık sağlama, can güvenliği sağlama, bilgi sağlama, estetik görünüm ve taşınabilirlik olarak tespit edilmiştir. Giyilebilir bir akıllı cihaz üretirken, teknolojiyi bir kumaş, kıyafet ya da aksesuara dikmenin avantajlarına yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Dikkat çekiyor, kıyafetin daha güzel, estetik görünmesini sağlıyor. Topluma fayda sağlıyor, mesela bizim güvenliğimizi, araçların da bizi görmesini sağlıyor” (Ö1).

“Hayatımıza kolaylık sağlıyor, hediye edebileceğimiz kişiyi daha çok mutlu edebilir. Eldivene ledler dikilerek kaybolan şeyler daha kolay bulunabilir” (Ö2).

“Kıyafetler daha güzel görünüyor. Taşınabilir bir teknoloji haline getiriyor” (Ö3).

“Bebeklerin sağlık durumlarını öğrenmemizi sağlıyor” (Ö4).

“Toplumsal faydası var, can güvenliğimizi sağlıyor” (Ö6).

“Lilypad donanımlarını bir kumaş, kıyafet ya da aksesuara dikerken ne tür zorluklarla karşılaştınız?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 37’de gösterilmiştir.



Şekil 37. Giyilebilir Teknoloji Dikmedeki Zorluklar Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 37’de görüldüğü üzere giyilebilir teknoloji dikmedeki zorluklar temasına ait kodlar algoritma, araştırma, kıyafetleri ve fotoğrafları inceleme ve kes, yapıştır, dik olarak tespit edilmiştir. Lilypad donanımlarını bir kumaş, kıyafet ya da aksesuara dikerken karşılaşılan zorluklara yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Kısa devre yapmaması için uğraştım ama kasnak olmasından dolayı dikmek kolaylaştı” (Ö1,Ö2).

“Dikerken yırtılabilir, kısa devre olabiliyor, dikerken zor olabiliyor, bazen donanımlar bozuk çıkabiliyor, çalışmama durumu olabiliyor” (Ö3).

“Dikerken kısa devre yapmaması ve yırtılmaması için uğraştım” (Ö5).

“Zorlanmadım, çok eğlendim, dikmeyi zaten biliyordum” (Ö6).

Benzer şekilde Hébert ve Jenson (2020) tarafından yapılan çalışmada öğrenci görüşleri incelendiğinde, öğrencilerden birinin giyilebilir teknoloji geliştirmenin en zor bölümünün dikiş olduğunu çünkü hiçbir iletken ipin birbirine dokunmaması gerektiği, dokunursa kısa devre olabileceğini söylediği, bir diğer öğrencinin ise devrenin dikilmesinde zorlandığını, bir başka öğrencinin de dikiş dikmekte iyi değilken daha iyi dikiş dikmeyi öğrendiğini dile getirdiği görülmüştür. Bu bulgular bu çalışmanın bulgularını destekler niteliktedir.

Üretim aşamalarınızdan / sürecinizden bahseder misiniz?

- *Sizce üretim aşamanızın en önemli bileşenleri nelerdir?*

Sorusuna ve sonda soruya ait tema ve kodlar Şekil 38’de gösterilmiştir.



Şekil 38. Giyilebilir Teknoloji Üretim Süreci Bileşenleri Temasına Ait Kod Haritası

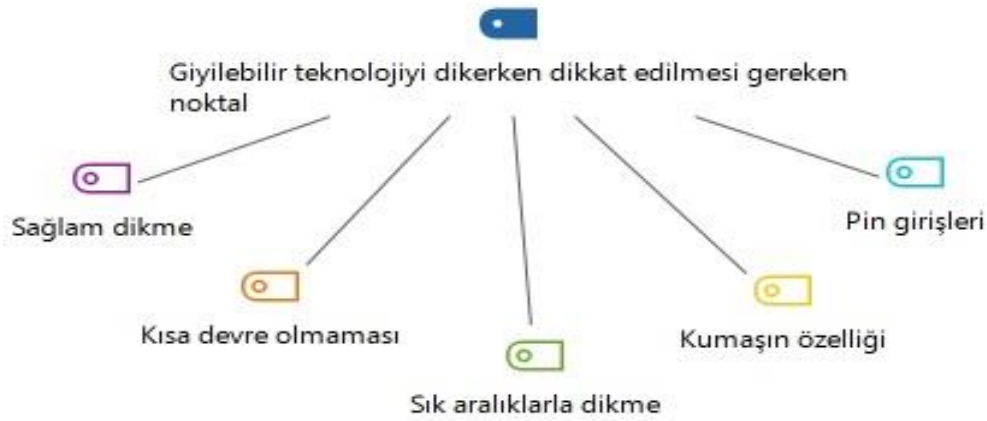
Şekil 38’de görüldüğü üzere giyilebilir teknoloji üretim süreci bileşenleri temasına ait kodlar özenli olma, kısa devre olmaması için dikkat etme, dikiş dikmeyi bilme olarak tespit edilmiştir. Öğrencilerin tamamı dikiş dikmeyi bilmeyi giyilebilir teknoloji üretmenin en önemli bileşeni olarak ifade etmişlerdir. Giyilebilir teknoloji üretim aşamalarına yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

- “Kısa devre olmaması için uğraştık” (Ö1).
- “Dikişi bilmek en önemli bileşendi, dikmeyi bilmesem canım yanabilirdi” (Ö2).
- “Dikiş, çünkü çalışmama ihtimali var, daha fazla özen göstermek gerekiyor” (Ö3).
- “Dikiş, çünkü hatayı düzeltmek dikişte biraz daha zor” (Ö4).
- “Dikerken daha fazla özenmek gerekiyor” (Ö5).

“Dikiş. Çünkü dikince son ürün ortaya çıkıyor, o nedenle özenli olmak gerekiyor” (Ö6).

Benzer şekilde Coyle, Morris, Lau, Diamond ve Moyna (2009) tarafından yapılan çalışmada da giyilebilir teknoloji üretirken kumaşların hareket etmesi ve katlanması nedeni ile kısa devrelerin oluşmamasını sağlamanın hayati önem taşıdığı ve bağlantıların uygun bir şekilde yalıtılmasının zorunlu olduğu ifade edilmiştir. Ngai ve diğerleri (2009) de zaman içinde iletken ipliğin aşınmasının da kısa devreye neden olabileceğini dile getirmişlerdir. Bu bulgular çalışmanın bulgularını desteklemektedir.

“Giyilebilir bir akıllı cihaz üretim aşamasında, Lilypad donanımlarını dikerken dikkat edilmesi gereken noktalar nelerdir?” sorusuna ait tema ve kodlar Şekil 39’da gösterilmiştir.



Şekil 39. Giyilebilir Teknolojiyi Dikerken Dikkat Edilmesi Gereken Nokta Temasına Ait Kod Haritası

Şekil 39’da görüldüğü üzere giyilebilir teknolojiyi dikerken dikkat edilmesi gereken nokta temasına ait kodlar sağlam dikme, kısa devre olmaması, sık aralıklarla dikme, kumaşın özelliği, pin girişleri olarak tespit edilmiştir. Giyilebilir bir akıllı cihaz üretim aşamasında, Lilypad donanımlarını dikerken dikkat edilmesi gereken noktalara yönelik bazı öğrenci görüşleri şu şekildedir:

“Pin girişlerine dikkat etmek gerekiyor. Dikerken daha sık ve dikkatli dikmek gerekli” (Ö1).

“Kumaşın özelliği önemli, diktikten sonra kumaşın duruşuna göre belki kısa devre yapabilir” (Ö2).

“Kısa devre yapılmaması gerekiyor, hem pinlerden hem kumaştan geçirmemiz ve çıkmamasını sağlamak gerekiyor” (Ö3, Ö4, Ö5, Ö6).



BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu başlık altında, araştırma bulgularına dayalı olarak ulaşılan sonuçlara ve geliştirilen önerilere yer verilmiştir.

Sonuçlar

Bu araştırma, öğrencilerin bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem uygulamalarında edindikleri deneyimlerin, akıllı cihaz geliştirme performansları, akademik başarıları ile üstbilişsel farkındalık düzeyleri üzerindeki etkisini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda sonuçlar, elde edilen bulgular yorumlanarak her bir araştırma sorusuna yönelik başlıklar halinde sunulmuştur.

Gömülü Sistem Uygulamalarının Öğrencilerin Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performanslarına Etkisi

Bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem eğitimi alan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin akıllı cihaz geliştirme süreci performans düzeylerinin, uygulanan öğretim yöntemine ve cinsiyete göre anlamlı bir farklılık gösterdiği, yöntem ve cinsiyetin ortak etkisinin ise anlamlı olmadığı, uygulanan yöntemlere göre deney grubu öğrencilerinin puanlarının daha yüksek olduğu, cinsiyete göre ise kız öğrencilerin puanlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Sonuç olarak gömülü sistem uygulamaları bağlamında çalışmaya katılan tüm kız öğrencilerin performansları ve giyilebilir teknoloji geliştiren deney grubu öğrencilerinin performansları daha yüksektir.

Gömülü Sistem Uygulamalarının Öğrencilerin Üstbilişsel Farkındalıklarına Etkisi

Bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem eğitimi alan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel farkındalıklarının, yöntem ve cinsiyete göre değişimleri ayrı ayrı ele alınmıştır.

Gömülü sistem uygulamalarının uygulanan öğretim yöntemine göre üstbilişsel farkındalığa etkisi

Yönteme göre; deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel farkındalık düzeylerinin deney öncesinden sonrasına anlamlı bir fark göstermediği, yani yöntemin tekrarlı ölçümler faktörlerinin üstbilişsel farkındalık üzerindeki ortak etkisinin anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Başka bir ifade ile bu araştırmada elde edilen verilere göre yöntemin ve tekrarlı ölçümlerin öğrencilerin üstbilişsel farkındalığını artırmada önemli bir etkisi yoktur. Çalışmada hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilerin üstbilişsel farkındalık puanlarında gömülü sistem öğretim programı sonrası bir artış görülse de bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Ölçüm temel etkisiyle ilgili olarak, yöntem ayrımı yapmaksızın araştırmada yer alan bireylerin deney öncesinden deney sonrasına üstbilişsel farkındalık testi puanları ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür. Yani gömülü sistemler öğrencilerin üstbilişsel farkındalık düzeylerini artırmıştır.

Gömülü sistem uygulamalarının cinsiyete göre üstbilişsel farkındalığa etkisi

Cinsiyetin ve tekrarlı ölçümler faktörlerinin üstbilişsel farkındalık üzerindeki ortak etkisinin anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Başka bir ifade ile bu araştırmada elde edilen verilere göre cinsiyetin ve tekrarlı ölçümlerin öğrencilerin üstbilişsel farkındalığını artırmada önemli bir etkisi görülmemiştir.

Ölçüm temel etkisiyle ilgili olarak, grup ayrımı yapmaksızın araştırmada yer alan bireylerin deney öncesinden deney sonrasına üstbilişsel farkındalık testi puanlarının ortalamaları arasında anlamlı farkın olduğu gözlenmiştir. Hem kız hem de erkek öğrencilerin üstbilişsel farkındalık puanları ortalamasında gömülü sistem eğitim programı sonrası bir artış görülmüştür. Ayrıca kız öğrencilerin hem ön test hem de son test üstbilişsel farkındalık ortalamalarının erkek öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Gömülü Sistem Uygulamalarının Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi

Bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem eğitimi alan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarılarının, yöntem ve cinsiyete göre değişimleri ayrı ayrı ele alınmıştır.

Gömülü sistem uygulamalarının uygulanan öğretim yöntemine göre akademik başarıya etkisi

Uygulanan yöntemin ve tekrarlı ölçümler faktörlerinin akademik başarı üzerindeki ortak etkisinin anlamlı olduğu gözlenmiştir. Diğer bir ifade ile bu araştırmada elde edilen verilere göre yöntemin öğrencilerin akademik başarısını artırmada önemli bir etkisi vardır ve giyilebilir akıllı cihazlar geliştiren deney grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerinden daha başarılıdır. Çalışmada deney ve kontrol gruplarına problem durumları verilmiş ve bu problem durumlarına disiplinler arası proje tabanlı öğrenme yaklaşımıyla gömülü sistem uygulamaları ile çözüm bulmaları beklenmiştir. Deney grubu öğrencileri bu problemlerle gerçek dünyada karşılaştıklarında kullanabilecekleri şapka, çanta, hırka, bebek zıbını gibi giyilebilir akıllı cihazlar geliştirerek öğrendikleri bilgileri bağlamsallaştırmışlardır. Bağlamsallaştırma yönteminin, başarıyı artırma potansiyeline sahip olduğu, öğrencilerin ilgilerini çektiği, öğrenme içeriğini derinleştirdiği (Perin, 2011), akademik yeterliklerini bir üst düzeye çıkarmaya aracı olduğu (Berns ve Erickson, 2001) ifade edilmektedir. Bu bağlamda, bağlamsallaştırma yönteminin kullanıldığı deney grubu öğrencilerinin başarı puanlarının kontrol grubu öğrencilerinden daha yüksek çıkmış olduğu söylenebilir.

Ölçüm temel etkisiyle ilgili olarak, yöntem ayrımı yapmaksızın araştırmada yer alan bireylerin deney öncesinden deney sonrasına akademik başarı testi puanlarının ortalamaları arasında anlamlı farkın olduğu görülmüştür. Başka bir deyişle gömülü sistemler öğrencilerin akademik başarı puanlarını anlamlı olarak artırmıştır. Hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilerin gömülü sistem eğitim programı sonrası akademik başarı testi puan ortalamalarında son test lehine bir artış olduğu söylenebilir.

Gömülü sistem uygulamalarının cinsiyete göre akademik başarıya etkisi

Kız ve erkek öğrencilerin akademik başarı düzeylerinin deney öncesinden sonrasına anlamlı bir fark gösterdiği, yani cinsiyetin ve tekrarlı ölçümler faktörlerinin akademik başarı üzerindeki ortak etkisinin anlamlı olduğu gözlenmiştir. Başka bir ifade ile bu araştırmada elde edilen verilere göre cinsiyetin öğrencilerin akademik başarısını artırmada önemli bir etkisi vardır ve kız öğrenciler daha başarılıdır.

Ölçüm temel etkisiyle ilgili olarak, grup ayrımı yapmaksızın araştırmada yer alan bireylerin deney öncesinden deney sonrasına akademik başarı testi puanlarının ortalamaları arasında anlamlı farkın olduğu söylenebilir. Başka bir deyişle gömülü sistemler öğrencilerin akademik başarılarını anlamlı olarak artırmıştır. Hem kız hem de erkek öğrencilerin puanlarında gömülü sistem eğitim programı sonrası bir artış gözlemlendiği söylenebilir.

Gömülü Sistem Uygulamalarına Yönelik Öğrenci Görüşleri

Öğrencilerin gömülü sistem uygulamalarına ilişkin görüşleri üç başlık altında yorumlanmıştır.

1. Deney grubu öğrencileri akıllı cihaz geliştirme deneyimlerini nasıl betimlemektedir?

- Öğrenciler akıllı cihaz geliştirme sürecinde en fazla keyif veren bölümleri şu şekilde belirtmişlerdir:
 - Kodlama
 - E-devre oluşturma
 - Dikiş dikme
 - Toplumsal fayda sağlaması
 - Çalıştığını görmek
- Öğrenciler akıllı cihaz geliştirme sürecinde en çok zorlayan bölümleri şu şekilde belirtmişlerdir:
 - Zamanlama sıkıntısı
 - Fikir çatışması
 - Programdan kaynaklı yükleme sorunu
 - E-devre oluşturma
- Öğrenciler akıllı cihazların fayda sağladığı alanları şu şekilde belirtmişlerdir:
 - Güvenlik

- Sağlık
 - Toplumsal alanlar
 - Günlük yaşam
- Öğrenciler akıllı cihaz geliştirme öğrencilere sağladığı katkıları şu şekilde belirtmişlerdir:
 - Öğrenme ve öğrendiklerini diğer derslerde kullanma
 - Problem çözme
 - Proje yapma isteği
 - Güvenlik sağlama
 - E-devre kurmayı öğrenme
 - Yeni teknolojileri öğrenme
 - Empati yapma olduğu
- Öğrenciler akıllı cihaz geliştirme ile ilgili planlarını şu şekilde belirtmişlerdir:
 - Projeler yapmak
 - Ders almak
 - Sınıf mevcutları azalmalı
 - Bireysel çalışma ve uygun sınıf/atölye oluşturulmalı
- Öğrenciler akıllı cihaz geliştirme sürecinde kazanılan deneyimlerini şu şekilde ifade etmişlerdir:
 - Proje geliştirme
 - Toplumsal fayda
 - Bilimsel araştırma sürecini öğrenme
 - İşbirliği yapma
 - Sorumluluk alma
 - Programlama ve e-devre kurmayı öğrenme
 - Algoritma geliştirme ve problem çözme olduğu
- Öğrenciler bilişim teknolojileri ve yazılım dersi dışında projenin katkı sağlayacağı diğer dersleri şu şekilde dile getirmişlerdir:
 - İngilizce
 - Matematik
 - Teknoloji ve Tasarım
 - Sosyal Bilgiler
 - Fen bilimleri

- Öğrenciler yapılabilecek benzer projeleri şu şekilde belirtmişlerdir:
 - Engellilere ve hastalara yönelik bir akıllı cihaz
 - Uyanmayı sağlayan bir akıllı cihaz
 - Ayaklara masaj yapan akıllı cihaz
 - Topluma yarar sağlayan, bizi koruyan bir akıllı cihaz
 - Hırsızlığa karşı bir akıllı cihaz
- Öğrenciler işbirliği içinde çalışmanın avantajlarını şu şekilde dile getirmişlerdir:
 - Kolaylık
 - Zaman tasarrufu
 - Yardımlaşma
 - İletişim
 - İşbölümü
 - Sorumluluk
 - Fikir dayanışması
- Öğrenciler işbirliği içinde çalışmanın dezavantajlarını şu şekilde dile getirmişlerdir:
 - Eşit çalışmama
 - Fikir çatışması
 - Dikkatin dağılması.

2. Kontrol grubu öğrencileri akıllı cihaz geliştirme deneyimlerini nasıl betimlemektedir?

- Öğrenciler akıllı cihaz geliştirme sürecinde en fazla keyif veren bölümleri şu şekilde belirtmişlerdir:
 - Kodlama
 - E-devre
 - Ürünün çalıştığını görmek
- Öğrenciler akıllı cihaz geliştirme sürecinde en çok zorlayan bölümleri şu şekilde belirtmişlerdir:
 - Zamanlama
 - Fikir çatışması
 - Ekip çalışması
 - E-devre olduğunu
- Öğrenciler akıllı cihazların fayda sağladığı alanları şu şekilde belirtmişlerdir:

- Güvenlik
- E-devre kurma
- Tedbir alma
- Bilgileri pekiştirme
- Öğrenciler akıllı cihaz geliştirmenin öğrencilere sağladığı katkıları şu şekilde belirtmişlerdir:
 - Ürün geliştirme
 - Derslere katkı
 - Meslek edinme
 - Ev hanımlarına yardım
 - Problem çözme
- Öğrenciler akıllı cihaz geliştirme ile ilgili planlarını şu şekilde belirtmişlerdir:
 - Projeler yapmak
 - Ders almak
 - Sınıf mevcutlarının azaltılması
 - Bireysel çalışma
 - Uygun sınıf/atölye oluşturulması gerektiği
- Öğrenciler akıllı cihaz geliştirme sürecinde kazanılan deneyimlerini şu şekilde ifade etmişlerdir:
 - Zaman yönetimi
 - Yeni bilgiler öğrenme
 - İşbirliği
 - Akıllı cihaz geliştirme
 - Problem çözme olduğu
- Öğrenciler bilişim teknolojileri ve yazılım dersi dışında projenin katkı sağlayacağı diğer dersleri şu şekilde dile getirmişlerdir:
 - İngilizce
 - Matematik
 - Teknoloji ve Tasarım
 - Fen bilimleri olduğunu ifade etmişlerdir
- Öğrenciler yapılabilecek benzer projeleri şu şekilde belirtmişlerdir:
 - Klimaları çalıştıran akıllı cihaz
 - Sualtı sıcaklığını ölçen akıllı cihaz

- Akıllı nakliyat
- Park sensörü
- Hastanın kanama durumunu tespit eden akıllı cihaz
- Denizdeki tuz yoğunluğunu ölçen akıllı cihaz
- Sıcaklığa göre renk değiştiren akıllı elbise
- Depremi haber veren akıllı cihaz
- Akıllı şapka
- İş kazasını önlemek için bir akıllı cihaz
- Elbise rengini değiştiren akıllı cihaz
- Hayvanları ve bitkileri tanımayı sağlayan akıllı cihaz
- Öğrenciler işbirliği içinde çalışmanın avantajlarını şu şekilde dile getirmişlerdir:
 - Kolaylık
 - Zaman tasarrufu
 - Yardımlaşma
 - İletişim
 - İşbölümü
 - Sorumluluk
 - Fikir dayanışması
- Öğrenciler işbirliği içinde çalışmanın dezavantajlarını şu şekilde dile getirmişlerdir:
 - Eşit çalışmama
 - Fikir çatışması
 - Dikkatin dağılması

3. Deney grubu öğrencileri akıllı cihaz geliştirmenin dikiş bölümüne ilişkin deneyimlerini nasıl betimlemektedir?

- Öğrenciler hayalindeki tasarıma uygun bir ürün ortaya çıkarmayı şu şekilde ifade etmişlerdir;
 - Algoritma izleme,
 - Araştırma,
 - Kıyafetleri ve fotoğrafları inceleme
 - Kes, yapıştır, dik

- Öğrenciler giyilebilir teknolojinin nereye dikilebileceğini şu şekilde dile getirmişlerdir;
 - Uygun özellikte kumaşa,
 - Uygun büyüklükte kumaşa,
 - Uygun fiyatlı kumaşa.
- Öğrenciler estetik bir giyilebilir teknoloji üretmek üzere yapabileceklerini şu şekilde ifade etmişlerdir;
 - Evdeki malzemeleri geri dönüştürme,
 - Araştırma,
 - Uyumlu iplik rengi seçme,
 - Keçe, rozet, boncuk, sim gibi ek materyaller kullanma.
- Öğrenciler giyilebilir teknolojinin dikiş bölümüne yönelik avantajları şu şekilde ifade etmişlerdir;
 - Dikkat çekme,
 - Toplumsal fayda,
 - Kolaylık sağlama,
 - Can güvenliği sağlama,
 - Bilgi sağlama,
 - Estetik görünüm,
 - Taşınabilirlik.
- Öğrenciler giyilebilir teknoloji dikmedeki zorlukları şu şekilde dile getirmişlerdir;
 - Algoritma,
 - Araştırma,
 - Kıyafetleri ve fotoğrafları inceleme,
 - Kes, yapıştır, dik.
- Öğrenciler giyilebilir teknoloji üretim süreci bileşenlerini şu şekilde ifade etmişlerdir;
 - Özenli olma,
 - Kısa devre olmaması için dikkat etme,
 - Dikiş dikmeyi bilme.
- Öğrenciler giyilebilir teknolojiyi dikerken dikkat edilmesi gereken noktaları şu şekilde dile getirmişlerdir;

- Sağlam dikme,
- Kısa devre olmaması,
- Sık aralıklarla dikme,
- Kumaşın özelliği,
- Pin girişleri.

Genel olarak öğrencilerin bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde gömülü sistem uygulamalarında edindikleri deneyimlerin, akıllı cihaz geliştirme performansları, akademik başarıları ile üstbilişsel farkındalık düzeyleri üzerindeki etkisini ortaya çıkarmak amacıyla gerçekleştirilen çalışmada uygulanan yöntemle göre bağlamsallaştırma yöntemiyle giyilebilir akıllı cihaz geliştiren öğrencilerin akademik başarısının ve akıllı cihaz geliştirme performanslarının anlamlı olarak arttığı; üstbilişsel farkındalığa etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Cinsiyete göre ise öğrencilerin akademik başarısının ve akıllı cihaz geliştirme performanslarının anlamlı olarak arttığı ve bu artışın kız öğrenciler lehine olduğu; üstbilişsel farkındalığa etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Gömülü sistem uygulamalarının akıllı cihaz geliştirme performansları, akademik başarıları ile üstbilişsel farkındalık düzeylerini anlamlı olarak artırdığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Çalışmanın nitel boyutunda öğrencilerin belirttiği görüşler ise genel olarak öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme sürecinde en fazla kodlama, elektronik devre oluşturma, dikiş dikme, toplumsal fayda sağlama ve çalıştığını görmekten keyif aldıkları yönündedir. Bununla birlikte Lilypad gibi gömülü sistemlerin toplumsal fayda sağlaması öğrenci görüşlerinde ön plana çıkmıştır. Öğrenciler en çok zorlayan bölümlerin zamanlama sıkıntısı, fikir çatışması, programdan kaynaklı yükleme sorunu, elektronik devre oluşturma olduğunu, akıllı cihazların fayda sağladığı alanların güvenlik, sağlık, toplumsal alanlar ve günlük yaşam olduğunu,, akıllı cihaz geliştirmenin öğrenme ve öğrendiklerini diğer derslerde kullanma, problem çözme, proje yapma isteği, güvenlik sağlama, elektronik devre kurmayı öğrenme, yeni teknolojileri öğrenme, empati yapma olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrenciler akıllı cihaz geliştirme ile ilgili planlarının projeler yapmak, ders almak, sınıf mevcutlarının azalması, bireysel çalışma ve uygun sınıf/atölye oluşturulması, kazandıkları deneyimlerin proje geliştirme, toplumsal fayda sağlama, bilimsel araştırma sürecini öğrenme, işbirliği yapma, sorumluluk alma, programlama ve elektronik devre kurmayı öğrenme, algoritma geliştirme ve problem çözme olduğunu belirtmişlerdir. Projenin İngilizce, matematik, teknoloji ve tasarım, sosyal bilgiler ve fen bilimleri gibi derslere de katkı sağlayacağını, benzer projeler geliştirmek istediklerini, işbirliği içinde

Çalışmanın avantajının kolaylık, zaman tasarrufu, yardımlaşma, iletişim, işbölümü, sorumluluk ve fikir dayanışması dezavantajının ise eşit çalışmama, fikir çatışması ve dikkatin dağılması olduğunu, giyilebilir teknolojileri dikerken dikkat edilmesi gereken noktaların ise sağlam dikme, kısa devre olmaması, sık aralıklarla dikme, kumaşın özelliğı ve pin girişleri olduğunu dile getirmişlerdir. Son olarak bu çalışma ile deney grubu öğrencileri Arduino Uno kadar yaygın olmayan ve günlük yaşama daha uyumlu olan Arduino Lilypad'i görme ve Lilypad ile çalışma şansı elde etmişlerdir. Önümüzdeki yıllarda Arduino Uno'nun yerini Arduino Lilypad gibi donanımlar alabilecektir.

Öneriler

Araştırma sonucunda elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda gelecek çalışmalar için sunulabilecek öneriler, “Araştırmaya İlişkin Öneriler” ve “Uygulamaya İlişkin Öneriler” olmak üzere iki başlık altında aşağıda belirtilmektedir:

Araştırmaya İlişkin Öneriler

- Çalışma sonucunda bağlamsallaştırma yöntemiyle giyilebilir akıllı cihaz geliştiren öğrencilerin akademik başarısının ve akıllı cihaz geliştirme performanslarının anlamlı olarak arttığı görülmüştür. Nitekim bu sonucu destekleyen çalışmalar da alanyazında mevcuttur. Perin (2011) bağlamsallaştırmanın başarıyı artırma potansiyeline sahip olduğunu ve becerilerin transferine katkı sağladığını gösterdiğini, Rolka ve Remshagen (2015) ise bağlamsallaştırma ile robot kullanımının öğrenci başarısının güçlü bir yordayıcısı olduğunu dile getirmişlerdir. İleride gerçekleştirilecek çalışmalarda bağlamsallaştırma yöntemi kullanılarak yapılan projelerin disiplinler arası eğitime, öğrenci başarısı ve performansları üzerine etkileri incelenebilir.

- Çalışma kapsamında öğrencilerin akıllı cihaz geliştirme süreci performanslarının ve akademik başarılarının cinsiyete göre anlamlı farklılık gösterdiğini, kız öğrencilerin erkek öğrencilerden daha yüksek akademik başarı ve performansa sahip olduğu ortaya koyulmuştur. Bununla birlikte çalışma kapsamında yapılan görüşmelerde kız öğrencilerden bazıları normalde farklı bir meslek düşünürken, aldıkları eğitim sonrasında ileride bu alanlardaki bir meslekte çalışmak istediklerini ifade etmişlerdir. Toplam 72 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilen bu çalışmada kız öğrencilerin lehine

bir sonuç yakalanmıştır. Bu bağlamda daha çeşitli araştırmalar yaparak disiplinler arası eğitim faaliyetleri ile örneğin akıllı cihazlar geliştirilerek kız öğrencilerin bilgisayar bilimleri ve mühendislik alanlarına ilgilerinin artması ve bilgisayar bilimlerinde kızların aleyhine olan cinsiyet farkının azalması sağlanabilir. Farklı disiplinlerdeki öğretmenler kız öğrenciler için ne gibi uygulamalar yapabilecekleri üzerine görüşler bildirerek ortak projeler üretebilirler.

- Gömülü sistem geliştirme disiplinler arası bir çalışma gerektirmektedir. Öğrenciler gömülü sistem uygulamaları geliştirirken disiplinler arası bağlantılar kurarak ürünlerini geliştirmişlerdir. Çalışma sonunda yapılan görüşmelerde öğrenciler bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde geliştirdikleri akıllı cihazların fen bilimleri, matematik, teknoloji ve tasarım, sosyal bilgiler ve İngilizce derslerine de katkı sağladığını ifade etmişlerdir. Farklı disiplinlerin öğretim programlarının birbiriyle bağlantılı ve bütünlük oluşturacak şekilde düzenlenmesi öğrencilerin disiplinler arası öğrenme süreçlerine katkı sağlayabilir.

- Yeterli altyapı ve donanım sağlandığında, zaman sıkıntısı, kalabalık sınıflar, öğretmen sayısındaki yetersizlik gibi problemler aşıldığında oluşabilecek etkileri gözlemlemek üzere yeni çalışmalar yapılabilir.

- Eğitimde gömülü sistemlerin kullanımının eğitimciler için zorlukları (kalabalık sınıf mevcutları, zaman sıkıntısı vb.) ve gereksinimleri (donanımları edinme, elektronik devreyi kurmak, donanımları kodlayabilmek için eğitim ihtiyaçları, disiplinler arası işbirliği vb.) incelenebilir.

- Bu araştırma yedi haftalık bir sürede gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda nicel verilere ait bulgular incelendiğinde gömülü sistemlerin üstbilişsel farkındalığa etkisinin anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Benzer çalışmaların daha uzun bir sürede gerçekleştirilmesi üstbilişsel farkındalık bağlamında anlamlı sonuçların ortaya çıkmasını sağlayabilir.

- İleride yapılacak çalışmalarda çalışma grubu olarak farklı yaş grupları ve sınıf düzeyleri ile çalışılarak, benzer ya da farklı sonuçların ortaya çıkıp çıkmayacağı incelenebilir. Nitekim alanyazında yapılan bazı çalışmalarda ortaokul öncesi dönemde robotların eğitime kaynaştırılmasının cinsiyet üzerine kalıp yargılar henüz oluşmadan daha uygun olacağı vurgulanmaktadır. Bu bağlamda okul öncesi ve ilkokul öğrencileri ile benzer çalışmalar yapılabilir.

- Kalabalık sınıflarda akıllı cihaz geliştirme gibi projelerle çalışmak öğretmenin öğrenci gruplarına anlık rehberlik edebilmesi açısından zordur. Çalışmanın uygulama sürecinde sınıf mevcudunun kalabalık olması nedeniyle ve öğrenci gruplarına birebir rehberlik edebilme adına araştırmacıya Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi (BÖTE) son sınıf öğrencileri destek olmuşlardır. Öğretmenlerin uygulama sürecinde proje gruplarında yer alan öğrenciler ile birebir ve daha uzun süre çalışması ve onlara rehberlik edebilmesi için bir planlama yapılabilir.

Uygulayıcılara İlişkin Öneriler

- Görüşme yapılan öğrencilerden bazıları bu alana özgü bir ders, sınıf/atölye olması gerektiğini, daha fazla ders almak istediklerini, haftada 2 ders saatinin yeterli olmadığını ifade etmişlerdir. Okullarda gömülü sistem uygulamaları geliştirmek üzere yeni bir seçmeli ders eklenebilir ya da bilişim teknolojileri ve yazılım dersi ders saati artırılabilir.
- Farklı disiplinlerdeki öğretmenlerin disiplinler arası çalışmalarını desteklemek ve STEM/STEAM eğitimi kapsamında öğretmenlerin gömülü sistem uygulamalarını derslerine kaynaştırmalarını sağlamak amacıyla öğretim programları yeniden düzenlenebilir, hizmet içi eğitimler, seminerler, çalıştaylar, yarışmalar yapılabilir. Böylece farklı alanlardaki öğretmenlerin ortak bir projede bir araya gelerek işbirliği içinde disiplinler arası projeler yapmaları teşvik edilebilir.
- Çalışma kapsamında deney grubu öğrencilerinin kullandığı Arduino Lilypad setlerinin maaliyeti yaklaşık 1.200 Türk lirasıdır ve bu setler araştırmacı tarafından satın alınmıştır. İleride yapılacak benzer çalışmalarda araştırmacıları ya da öğrencileri desteklemek adına eğitim/araştırma fonları oluşturulabilir.
- Araştırmada gömülü sistem geliştirme sürecinde bilişim teknolojileri öğretmeni fen bilimleri, İngilizce ve teknoloji ve tasarım dersi öğretmenlerine öğrencilerin bu alanlarla ilgili gömülü sistem geliştirirken ihtiyaç duyacakları ön bilgiler hakkında danışmıştır. Ancak kendi alan bilgisi ile gömülü sistem geliştirme sürecinde ihtiyaç duyulan fen bilimleri, teknoloji ve tasarım, İngilizce vb. alan konularını da araştırarak projeyi yürütmüştür. Disiplinler arası çalışma gerektiren araştırmalarda uygulama sürecine farklı alanlardan eğitimcilerin doğrudan katılımı proje sürecinin daha iyi yürütülmesini sağlayacaktır.

- Sınıf mevcudunun kalabalık olması sebebiyle uygulama sürecinde Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersi kapsamında deney grubu öğrencileri iki ayrı gruba, kontrol grubu öğrencileri de iki ayrı gruba bölünmüştür. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin yarısı kendi dersliklerinde beklerken, diğer yarısı Bilişim Teknolojileri Sınıfında uygulama sürecine katılmışlardır ve dönüşümlü olarak uygulama sürecine dahil olmuşlardır. Okullarda robotik ve kodlama atölyeleri kurulması halinde, ortaokul düzeyinde teknoloji ve tasarım derslerinde olduğu gibi sınıflar ikiye bölünerek aynı anda iki farklı öğretmenin eğitim öğretimi yapması zamanın daha iyi değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır. Özellikle kalabalık sınıflarda eğitim öğretimin etkililiğini artırabilecektir.



KAYNAKLAR

- Abramovici, M. & Stark, R. (2013). *Smart product engineering*. Bochum, Germany, Springer.
- Akalın, N. (2014). *İnsansı Robot Destekli İşaret Dili Öğretimi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye. Erişim adresi: <http://hdl.handle.net/11527/426>
- Akbıyık, N. (2019). Arduino ile Mikrodenetleyici Uygulamalarının Öğrencilerin Programlama Eğitimine Karşı Özyeterlilikleri ve Problem Çözme Becerisi Üzerine Etkileri. *International Congress on Humancomputer Interaction, Optimization and Robotic Applications*, Urgup-Nevşehir, Turkey, July 5-7. Erişim adresi: http://www.set-science.com/manage/uploads/HORA2019_0073/SETSCI_HORA2019_0073_0020.pdf
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). *STEM Eğitimi Türkiye Raporu: Günün Modası mı Yoksa Gereksinim mi?* İstanbul, Türkiye: Aydın Üniversitesi. Erişim adresi: <https://www.aydin.edu.tr/tr-tr/akademik/fakulteler/egitim/Documents/STEM%20E%C4%9Fitimi%20T%C3%BCrkiye%20Raporu.pdf>
- Alkan, C. (2011). *Eğitim Teknolojisi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Altan, U. (2019). *Bulut Tabanlı Çoklu Akıllı Kuvöz İzleme Sistemi Tasarımı* (Yüksek Lisans Tezi). İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, Türkiye. Erişim adresi: <https://hdl.handle.net/20.500.12508/1342>
- Amin, R. U., Inayat, I., & Shazad, B. (2015). Wearable learning technology: A smart way to teach elementary school students. *Proceedings of the 12th Learning and Technology Conference* (pp. 1–5). Jeddah: IEEE. doi: 10.1109/LT.2015.7587221
- Andrade, H. G. (2000). Using rubrics to promote thinking and learning. *Educational leadership*, 57(5), 13-18. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.452.5684&rep=rep1&type=pdf>
- Aytaç, T. (1999). Öğrenen Örgüt: Okul. *Milli Eğitim Dergisi*, 141, 75-78.
- Aroganam, G., Manivannan, N., & Harrison, D. (2019). Review on wearable technology sensors used in consumer sport applications. *Sensors*, 19(9), 1983. doi:10.3390/s19091983
- Ataizi, M., ve Şimşek, A. (1998). Temel Eğitimde Durumlu Öğrenme Ortamlarının Düzenlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(8), 21-28. Erişim adresi: <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/114878>

- Atmatzidou, S., Demetriadis, S., & Nika, P. (2018). How does the degree of guidance support students' metacognitive and problem solving skills in educational robotics?. *Journal of Science Education and Technology*, 27(1), 70-85. doi: 10.1007/s10956-017-9709-x
- Attallah, B., & Ilagure, Z. (2018). Wearable technology: Facilitating or complexing education. *International Journal of Information and Education Technology*, 8(6), 433-436. doi: doi: 10.18178/ijiet.2018.8.6.1077
- Aydemir, E. (2018). *Lattepanda ile Arduino ve PC Kodlama*. Konya: Eğitim Yayınevi.
- Azeem, A. (2019). Electronic textiles - current technologies & trends. Retrieved from https://www.academia.edu/3754440/Electronic_Textiles_-_Current_Technologies_and_trends
- Baker, E. D., Hope, L., & Karandjeff, K. (2009). Contextualized teaching & learning: A promising approach for basic skills instruction. *Research and Planning Group for California Community Colleges*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED521932.pdf>
- Balay, R. (2004). Küreselleşme, Bilgi Toplumu ve Eğitim. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 37(2), 61-82. doi: 10.1501/egifak_00000000097
- Banger, G. (2017). *Endüstri 4.0 Ekstra*. Ankara: Dorlion Yayınları.
- Barker, B. S., & Ansorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal Research on Technology in Education*, 39(3), 229-243. doi: 10.1080/15391523.2007.10782481
- Barker, B., Nugent, G., Clark, C., Melandar, J., & Grandgenett, N. (2014). The wearable technologies project (WearTec). Funded National Science Foundation proposal (NSF DUE 1433822) within the ITEST program, 10/1/14 - 9/31/17, \$1.2 Million dollars, National Science Foundation, Washington DC.
- Barker, B., Melander, J., Grandgenett, N., Nugent, G., Slykhuis, D., & Marks, G. (2015, March). Utilizing wearable technologies as a pathway to STEM. In *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 1770-1776). Retrieved from <https://www.editlib.org/p/150591/>
- Barker, B. S., Nugent, G., Grandgenett, N., Keshwani, J., Nelson, C. A., & Leduc-Mills, B. (2018). Developing an elementary engineering education program through problem-based wearable technologies activities. In *K-12 STEM Education: Breakthroughs in Research and Practice* (pp. 29-55). IGI Global. doi: 10.4018/978-1-5225-5484-4.ch007
- Başbay, A. (2005). Basamaklı Öğretim Programıyla Desteklenmiş Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının Öğrenme Sürecine Etkileri. *Ege Eğitim Dergisi*, 6(1), 95-116. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/pub/egeefd/issue/4918/67300>

- Beede, D. N., Julian, T. A., Langdon, D., McKittrick, G., Khan, B., & Doms, M. E. (2011). *Women in STEM: A gender gap to innovation*. Retrieved from <http://www.esa.doc.gov/reports/women-stem-gender-gap-innovation>
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39-43. doi: 10.1080/00098650903505415
- Bender, W. N. (2016). *20 Strategies for STEM Instruction*. Florida: Learning Science International.
- Benedict, J., & Briggs, H. C. (2019). Application of robots in middle school math classes. In *AIAA Scitech 2019 Forum*. Retrieved from <https://arc.aiaa.org/doi/abs/10.2514/6.2019-0070>
- Benesova, A., & Tupa, J. (2017). Requirements for education and qualification of people in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11, 2195-2202. doi: 10.1016/j.promfg.2017.07.366
- Benitti, F.B.V., & Spolaor, N. (2017). *How have robots supported stem teaching?*. In: Khine M. (eds) *Robotics in STEM Education*. Springer, Cham.
- Berns, R. G., & Erickson, P. M. (2001). Contextual teaching and learning: Preparing students for the new economy. *The Highlight Zone: Research@ Work* No. 5. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED452376.pdf>
- Beytekin, O. F. ve Ata Çiğdem, F. (2020). Bilişim Teknolojileri Öğretmenlerinin Okulların İşleyişleri İle İlgili Görüşlerinin Eğitim 4.0 Perspektifinden İncelenmesi. M. Hüseyinova (Editör) 1. Uluslararası Bakü Bilimsel Araştırmalar Kongresi, (ss.10 – 28). ISBN :978-625-7139-25-0
- Blikstein, P. (2018). Maker movement in education: History and prospects. In: M.J. de Vries (Eds.) *Handbook of Education* (pp. 419-437). Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-44687-5_33
- Bonacaro, A. & Sookhoo, D. (2018) *Chronic conditions and wearable devices: Does the use of modern technologies improve quality of life in chronic patients*. In: CNAI2017 19-21 October 2017, Ravenna, Italy. Retrieved from <https://arro.anglia.ac.uk/702760/>
- Borsotti, V. (2017). Increasing high school girls' exposure to computing activities with e-textiles: challenges and lessons learned. Retrieved from https://pure.itu.dk/ws/files/82170708/Borsotti_2017_chitaly.pdf
- Bozkurt, A. (2017). Wearable technology: The current state of the art. In *Proceedings of 9th International Conference on Education and New Learning Technologies Conference (EDULEARN17)*, 3rd-5th July 2017 (pp. 8704-8711), Barcelona, Spain. ISBN: 978-84-697-3777-4

- Bozkurt, A. (2018). Giyilebilir Teknolojilerin Eğitim Amaçlı Kullanımına Yönelik Kavramsal Bir Değerlendirme. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 4(4), 87-102. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/auad/issue/42908/519022>
- Brophy, J. (1998). *Motivating students to learn*. Boston: McGraw-Hill.
- Buechley, L., Eisenberg, M., & Elumeze, N. (2007). Towards a curriculum for electronic textiles in the high school classroom. *ACM SIGCSE Bulletin*, 39(3), 28–32. doi:10.1145/1269900.1268795
- Buechley, L. & Eisenberg, M. (2008). The lilypad arduino: Toward wearable engineering for everyone. *IEEE Pervasive Computing*, 7(2), 12–15. doi:10.1109/mprv.2008.38
- Buechley, L., Eisenberg, M., Catchen, J., & Crockett, A. (2008). The LilyPad Arduino: Using computational textiles to investigate engagement, aesthetics, and diversity in computer science education. *Proceedings of the twenty-sixth annual CHI conference on Human factors in computing systems – CHI '08* (pp. 423-432). doi:10.1145/1357054.1357123
- Buechley, L., & Hill, B. M. (2010). Lilypad in the wild: How hardware's long tail is supporting new engineering and design communities. In *Proceedings of the 8th ACM Conference on Designing Interactive Systems (DIS'10)*. ACM, New York, NY, 199–207. doi:10.1145/1858171.1858206
- Büyüköztürk, Ş. (2007). Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorum (7. baskı). *Ankara: Pegem Yayınları*.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2018). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri (1.baskı)*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Borthwick, A. C., Anderson, C. L., Finsness, E. S., & Foulger, T. S. (2015). Special article personal wearable technologies in education: Value or villain?. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 31(3), 85–92.
- Bower, M., & Sturman, D. (2015). What are the educational affordances of wearable technologies? *Computers & Education*, 88, 343-353. doi: 10.1016/j.compedu.2015.07.013
- Buchem I. (2019) *Design principles for wearable enhanced embodied learning of movement*. In: Zaphiris P., Ioannou A. (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol 11591. Learning and collaboration technologies. ubiquitous and virtual environments for learning and collaboration. HCII 2019.*, (pp.13-25). Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-030-21817-1_2

- Callahan, I. S. (2019). Project Luminous: An e-textiles workshop study to increase science technology engineering mathematics/science technology engineering art mathematics interest in middle school girls. *Theses and Dissertations*. Retrieved from <https://scholarworks.uark.edu/etd/3249>
- Can, A. V. ve Kıymaz, M. (2016). Bilişim Teknolojilerinin Perakende Mağazacılık Sektörüne Yansımaları: Muhasebe Departmanlarında Endüstri 4.0 Etkisi. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, CİEP Özel Sayısı*, 107-117.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (2nd ed.). Rotterdam: Sense.
- Capraro, M. M., & Jones, M. (2013). Interdisciplinary STEM project-based learning. In *STEM Project-Based Learning* (pp. 51-58). doi: 10.1007/978-94-6209-143-6_6
- Chang, C. W., Lee, J. H., Chao, P. Y., Wang, C. Y., & Chen, G. D. (2010). Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school. *Educational Technology & Society*, 13(2), 13-24.
- Charlton, P., & Poslad, S. (2016, September). A sharable wearable maker community IoT application. In *2016 12th International Conference on Intelligent Environments (IE)* (pp. 16-23). IEEE.
- Chen, C. H., & Yang, Y. C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators, *Educational Research Review*, 26(1), 71-81.
- Chou, P.N. (2018). Skill development and knowledge acquisition cultivated by maker education: Evidence from Arduino-based educational robotics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10), 1-15. doi: 10.29333/ejmste/93483.
- Christensen, R., Knezek, G., & Tyler-Wood, T. (2015). Alignment of hands-on STEM engagement activities with positive STEM dispositions in secondary school students. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 898-909. doi: 10.1007/s10956-015-9572-6
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioural sciences* (2nd ed.). New York: Academic Press.
- Cote, N.(1994). *Overcoming the inert knowledge problem in learning from expository text*. Paper presented at the meeting of the Mid-South Educational Research Association, Nashville, TN. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED382632.pdf>

- Coyle, S., Morris, D., Lau, K.-T., Diamond, D., & Moyna, N. (2009). Textile-based wearable sensors for assisting sports performance. In *2009 Sixth International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks* (pp. 307-311). doi:10.1109/bsn.2009.57
- Creswell, J. W. (2014) *Research design qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. California: Sage Publications.
- Curry Jr, K. W., Wilson, E., Flowers, J. L., & Farin, C. E. (2012). Scientific basis vs. contextualized teaching and learning: The effect on the achievement of postsecondary students. *Journal of Agricultural Education*, 53(1), 57-66. doi: 10.5032/jae.2012.01057
- Çabuk, U. C., Dağdeviren, O., Yiğit, Y ve Süvari, M.(2018) Gömülü Sistemler İçin Android Tabanlı Bir Mikroişlemci Programlama Yazılımı ve Arayüzü. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 11(4), 321-332. doi: 10.17671/gazibtd.451112
- Çamurcu, Y., Can, B., Nizam, A., Özhan, O. ve Kocatepe, Ü. (2014). Gömülü ve Akıllı Sistemler Öğretimi ve Laboratuvarı, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi Örneği. Erişim adresi: <http://acikerisim.fsm.edu.tr:8080/xmlui/handle/11352/1901#sthash.OCohCVyM.dpbs>
- Çelik, D. ve Güler, M. (2013). İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Gerçek Yaşam Problemlerini Çözme Becerilerinin İncelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 180-195. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/zgefd/issue/47944/606580>
- Çepni, S. (2018). *Kuramdan Uygulamaya STEM +A +E Eğitimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Çıbık, A. (2006). *Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının Fen Bilgisi Dersinde Öğrencilerin Mantıksal Düşünme Becerilerine ve Tutumlarına Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
- Çıklaçandır, S. ve İşler, Y. (2017). *Üst Ekstremitenin Eğlence Tabanlı Rehabilitasyonu İçin Sistem Tasarımı*. Tıp Teknolojileri Kongresi 2017 (TIPTEKNO-2017) Bildiriler Kitabı (ss. 364-367). Erişim adresi: http://biyoklinikder.org/TIPTEKNO17_Bildiriler/13.pdf
- Dasgupta, C., Magana, A. J., & Vieira, C. (2019). Investigating the affordances of a CAD enabled learning environment for promoting integrated STEM learning. *Computers & Education*, 129, 122-142. doi: 10.1016/j.compedu.2018.10.014
- D'Ausilio, A. (2012). Arduino: a low-cost multipurpose lab equipment. *Behavior Research Methods*, 44(2), 305–313. doi: 10.3758/s13428-011-0163-z

- Davis, R. L., Proctor, C., Friend, M., & Blikstein, P. (2018). Solder and wire or needle and thread: Examining the effects of electronic textile construction kits on girls' attitudes towards computing and arts. *International Society of the Learning Sciences*, (pp. 800-808). Retrieved from https://chrisproctor.net/media/publications/davis_solder_2018.pdf
- Dede, C. (2010). Technological supports for acquiring 21st century skills. *International encyclopedia of education*, 3. doi: 10.1016/B978-0-08-044894-7.00739-9
- Değerli, N. G. (2019). Moda Endüstrisinin Giyilebilir Teknoloji Tasarımları. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi (IBAD)*, 4(1), 50-65. doi: 10.21733/ibad.500289
- Demirhan, C.(2002). *Program Geliştirmede Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Deral, K. K. ve Ceran, Y. G. (2011). Disiplinlerarası Öğrenme Süreçlerinde Öğretmen Roller ve Sembolik Öğrenme Yaklaşımı: Yaşar Kemal'in "Filler Sultanı" Eseri Temelinde Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Tarihsel Düşünme ve Dil Becerilerini Kullanımlarına Yönelik Bir Eylem Araştırması. Erişim adresi: https://www.academia.edu/1134608/The_Roles_Of_Teacher_And_Symbolic_Learning_Approach_In_Interdisciplinary_Learning_Processes_An_Action_Research_Concerning_8th_Grade_Pupils_Historical_Thinking_and_Language_Skills_Based_on_Ya%C5%9Far_Kemal_s_Literary_Work_Filler_Sultan%C4%B1_
- Dewaters, J., & Powers, S.E. (2006). *Improving science and energy literacy through project- based K-12 outreach efforts that use energy and environmental themes*. Paper presented at 113th Annual American Society for Engineering Education (ASEE) Conference & Exposition, Chicago, IL. doi: 10.18260/1-2--158
- Divya, M. S., Sravani, T., Pravallika, V., Shareef, S. K., & Bharath, R. (2020). Health monitoring wearable glove. *Juni Khyat Journal*, 10(5), 179-187. Retrieved from http://www.junikhyat.com/no_3_may_20/23.pdf
- Doerschuk, P., Liu, J., & Mann, J. (2007). Pilot summer camps in computing for middle school girls. *ACM SIGCSE Bulletin*, 39(3), 4. doi:10.1145/1269900.1268789.
- Doğan, Y. (2013). *Fiziğin Konaklamalı Kamp Deneyimiyle Zenginleştirilmiş Sınıf İçi ve Sınıf Dışı Ortamlar Aracılığıyla Bağlamsallaştırılma Sürecinin Değerlendirilmesi* (Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye. Erişim adresi: <https://katalog.marmara.edu.tr/eyayin/tez/eTez023844.pdf>
- Doğan, O., Büyükkağnıcı, H., Darılmaz, A., Kara, E. ve Çağıltay, K. (2017). FeTeMM Eğitiminde Giyilebilir Teknoloji Uygulaması Giyilebilir Meteoroloji İstasyonu-GiyMİ. *TBD. 34. Ulusal Bilişim Kurultayı*, 20-21 Aralık Ankara.
- Edelson, D.C., Gordin, D.N.,&Pea, R.D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *The Journal of the Learning Sciences*, 8, 391–450. doi: 10.1080/10508406.1999.9672075

- Eguchi, A. (2014). Robotics as a learning tool for educational transformation. In *Proceeding of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education* (pp. 27-34). Padova, Italy: University of Padova.
- Ejiwale, J. A. (2012). Facilitating teaching and learning across STEM fields. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(3), 87.
- El-Abd, M. (2017). A review of embedded systems education in the arduino age: lessons learned and future directions. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 7(2), 79-93. doi: 10.3991/ijep.v7i2.6845
- Emrahoğlu, N., ve Mengi, F. (2012). İlköğretim Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Fen ve Teknoloji Konularını Günlük Hayat Problemlerinin Çözümüne Transfer Düzeylerinin İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 213-228. Erişim adresi: <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/50742>
- Ener, Ü. A. (2015). *Wearable technology: A Study on post-human and future applications* (Doctoral dissertation). Bilkent University, Ankara, Türkiye.
- Engen, B. K., Giaver, T. H., & Mifsud, L. (2017). Teaching and learning with wearable technologies. In *e-learn: world conference on e-learning in corporate, government, healthcare, and higher education* (pp. 1057-1067). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- English, L. D. (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 5-24. doi: 10.1007/s10763-017-9802-x
- Erdem, M. (2002). Proje Tabanlı Öğrenme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 172-179. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/hunefd/issue/7814/102617>
- Ersoy, H., Madran, R. ve Gülbahar, Y. (2011). Programlama Dilleri Öğretimine Bir Model Önerisi: Robot Programlama. *Akademik Bilişim 2011 Konferansı*, Malatya: İnönü Üniversitesi.
- Fırat, M., Kabakçı Yurdakul, I. ve Ersoy, A. (2014). Bir Eğitim Teknolojisi Araştırmasına Dayalı Olarak Karma Yöntem Araştırması Deneyimi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi - Journal of Qualitative Research in Education*, 2(1), 65-86. doi: 10.14689/issn.2148-2624.1.2s3m
- Fraenkel, J., Wallen, N., & Hyun, H.H. (2012). *How to design and evaluate research in education*. Boston: McGraw Hill.
- Gardiner, B. (2014). Adding coding to the curriculum. *New York Times*. Retrieved from <https://www.nytimes.com/2014/03/24/world/europe/adding-coding-to-the-curriculum.html>

- George, D., & Mallery, M. (2010). *Spss for windows step by step: a simple guide and reference, 17.0 update (10a ed.)* Boston: Pearson
- Gros, B. (2016). The design of smart educational environments. *Smart Learning Environments*, 3(1), 15. doi: 10.1186/s40561-016-0039-x
- Güder, Y., ve Gürbüz, R. (2018). STEM Eğitime Geçişte Bir Araç Olarak Disiplinler Arası Matematiksel Modelleme Oluşturma Etkinlikleri: Öğretmen ve Öğrenci Görüşleri. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 171-199. doi: 10.17984/adyuebd.457626
- Güler, M. (2007). *Giyilebilir Algılayıcılar ile Yaşamsal Verilerin Ölçülmesi İletilmesi ve Görüntülenmesi* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye. Erişim adresi: <http://hdl.handle.net/11527/10002>
- Gültekin, M. (2005). The effect of project based learning on learning outcomes in the 5th grade social studies course in primary education. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 5(2).
- Gürkan, B. (2016). Sosyal Bilgiler Dersinde Kavramsal Anlama Becerilerinin Geliştirilmesinde Bağlamsal Öğrenme Yaklaşımına Dayalı Disiplinler Arası Öğretim Uygulamalarının Öğrenci Performans ve Görüşlerine Göre Değerlendirilmesi: Adana İlinde Bir Durum Çalışması. *Çukurova Araştırmaları Dergisi*. 2(1), 114-129. doi: 10.18560/cukurova.30
- Hamidi, A. (2018). *Influence of soft materials on student engagement with STEM: Combination of technology, programming, and textiles in a maker movement activity* (Master's thesis). Linnaeus University, Sweden. Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1272907&dsid=-7728>
- Han, J. H., Jo, M. H., Jones, V., & Jo, J. H. (2008). Comparative study on the educational use of home robots for children. *Journal of Information Processing Systems*, 4(4), 159-168. doi: 10.3745/JIPS.2008.4.4.159
- Han, A., Wohn, K., & Ahn, J. (2020). Towards new fashion design education: learning virtual prototyping using E-textiles. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-22. doi:10.1007/s10798-019-09558-w
- Harayama, Y. (2017). Society 5.0: Aiming for a new human-centered society. Collaborative creation through global R&D open innovation for creating the future. *Hitachi Review*, 66(6), 8-13. Retrieved from http://www.hitachi.com/rev/archive/2017/r2017_06/pdf/p08-13_TRENDS.pdf
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. London and New York: Routledge, Taylor&Francis Group.
- Hébert, C., & Jenson, J. (2020). *Making in schools: student learning through an e-textiles curriculum*. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 1–22. doi:10.1080/01596306.2020.1769937

- Henzinger, T. A., & Sifakis, J. (2006). The embedded systems design challenge. In *International Symposium on Formal Methods* (pp. 1-15). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Herdem, K., ve Ünal, İ. (2018). STEM Eğitimi Üzerine Yapılan Çalışmaların Analizi: Bir Meta-Sentez Çalışması. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 48(48). doi: 10.15285/maruaebd.345486
- Hill, D. J. (2012). Smart gloves turn sign language gestures into vocalized speech. Retrieved from: <https://www.forbes.com/sites/singularity/2012/09/20/smart-gloves-turn-sign-language-gestures-into-vocalized-speech/#508e25713c12>
- Horvath, J., Hoge, L., & Cameron, R. (2016). *Practical fashion tech: Wearable technologies for costuming, cosplay, and everyday*. New York: Apress.
- Horzum, M. B. ve Alper, A. (2006). Fen Bilgisi Dersinde Olaya Dayalı Öğrenme Yöntemi, Bilişsel Stilin ve Cinsiyetin Öğrenci Başarısına Etkisi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 39(2), 151-175. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/509104>
- Hyllegard, K. H., Rambo-Hernandez, K., & Ogle, J. P. (2017). Fashion fundamentals: building middle school girls' self-esteem and interest in stem. *Journal of women and minorities in science and engineering*, 23(1). doi: 10.1615/JWomenMinorScienEng.2017018331
- Humes, W. (2013). Curriculum for excellence and interdisciplinary learning. *Scottish Educational Review*, 45(1), 82-93. Retrieved from <http://www.scotedreview.org.uk/media/microsites/scottish-educational-review/documents/358.pdf>
- Ioannou, I., & Angeli, C. (2016). *A Framework and an instructional design model for the development of students' computational and algorithmic thinking*. MCIS 2016 Proceedings. 19.Cyprus.
- Ivanitskaya, L., Clark, D., Montgomery, G., & Primeau, R. (2002). Interdisciplinary learning: Process and outcomes. *Innovative higher education*, 27(2), 95-111. doi: 10.1023/A:1021105309984
- Jacobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Alexandria, VA: ASCD.
- James, D. A., & Petrone, N. (2016). *Sensors and wearable technologies in sport: technologies, trends and approaches for implementation*. Berlin: Springer.
- James, D. (2017). Wearable technology in sport, a convergence of trends. *Journal of Advanced Sport Technology*, 1(1), 1-4. Retrieved from http://jast.uma.ac.ir/article_502_102670a07fef40aa8025b0b6ce016daf.pdf

- Jamieson, P. (2011). Arduino for teaching embedded systems. Are computer scientists and engineering educators missing the boat? In the *International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering (FECS'11)*, (pp. 289-294). Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?rep=rep1&type=pdf&doi=10.1.1.217.7157>
- Jamieson, P., & Herdtner, J. (2015). More missing the Boat—Arduino, Raspberry Pi, and small prototyping boards and engineering education needs them. In *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1442-1447). doi: 10.1109/FIE.2015.7344259
- Jiang, S., Shen, J., & Smith, B. E. (2019). Designing discipline-specific roles for interdisciplinary learning: two comparative cases in an afterschool STEM+ L programme. *International Journal of Science Education*, 1-24. doi: 10.1080/09500693.2019.1581958
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A. & Ludgate, H. (2013). *NMC Horizon report: 2013 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Retrieved from: <https://virtualeduca.org/documentos/2013/2013-horizon-report-he.pdf>
- Jolly, A. (2014). Six characteristics of a great STEM lesson. *Education Week*. Retrieved from: http://www.ikzadvisors.com/wp-content/uploads/6-Characteristics_Great-STEM-Lesson.pdf
- Jones, L., Nabil, S., McLeod, A., & Girouard, A. (2020). Wearable Bits: scaffolding creativity with a prototyping toolkit for wearable e-textiles. In *Proceedings of the Fourteenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction* (pp. 165-177). doi: 10.1145/3374920.3374954
- Kafai, Y. B., Lee, E., Searle, K., Fields, D., Kaplan, E., & Lui, D. (2014a). *A Crafts-Oriented Approach to Computing in High School*. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1), 1–20. doi:10.1145/2576874
- Kafai, Y., Fields, D., & Searle, K. (2014b). Electronic textiles as disruptive designs: Supporting and challenging maker activities in schools. *Harvard Educational Review*, 84(4), 532-556. doi: 10.17763/haer.84.4.46m7372370214783
- Kaiser, K. (2016). *Designing sewn circuits and STEM self-efficacy in middle school girls*. (Unpublished Master's Thesis). University of Arkansas, Arkansas, United States.
- Kalchick, S., & Oertle, K. (2010). The theory and application of contextualized teaching and learning in relation to programs of study and career pathways. *Transition Highlights*, 2, 1–6. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED513404.pdf>
- Kamal, R. (2011). *Embedded systems: architecture, programming and design*. Tata McGraw-Hill Education.

- Kaptan, S. (1998). *Bilimsel Araştırma ve İstatistik Teknikleri*. Ankara: Tekışık Web Ofset Tesisleri.
- Karakelle, S. ve Saraç, S. (2007). Çocuklar İçin Üst Bilişsel Farkındalık Ölçeği (ÜBFÖ-Ç) A ve B Formları: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Türk Psikoloji Yazıları*, 10(20), 87-103. Erişim adresi: <https://www.psikolog.org.tr/tr/yayinlar/dergiler/1031828/tpy1301996120070000m000163.pdf>
- Karasu, B. (2019). *Ortaokul Fen Bilimleri Derslerinde İşlenen Bilim İnsanlarına Yönelik Formüllü Tişört Yönteminin Akademik Başarıya Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Karışan, D. ve Yurdakul, Y. (2017). Mikroişlemci Destekli Fen-Teknoloji-Mühendislik Matematik (STEM) Uygulamalarının 6. Sınıf Öğrencilerinin Bu Alanlara Yönelik Tutumlarına Etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1), 37-52. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/437474>
- Kasalak, İ. (2017). *Robotik Kodlama Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Kodlamaya İlişkin Özyeterlik Algılarına Etkisi ve Etkinliklere İlişkin Öğrenci Yaşantıları* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Keçeci, G., Alan, B. ve Kırbağ Zengin, F. (2017). 5. Sınıf Öğrencileriyle Stem Eğitimi Uygulamaları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 18(1), 1-17.
- Keidanren (Japan Business Federation) (2016). Toward realization of the new economy and society Keidanren – Reform of the economy and society by the deepening of Society 5.0. 19th April. 10.03.2019 tarihinde https://www.keidanren.or.jp/en/policy/2016/029_outline.pdf adresinden erişilmiştir.
- Keren, G., & Fridin, M. (2014). Kindergarten social assistive robot (KindSAR) for children's geometric thinking and metacognitive development in preschool education: A pilot study. *Computers in Human Behavior*, 35, 400-412. doi: [10.1016/j.chb.2014.03.009](https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.03.009)
- Kılınç, A. (2014). *Robotik Teknolojisinin 7. Sınıf Işık Ünitesi Öğretiminde Kullanımı* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye.
- Kim, Y., & Searle, K. (2017). Empowering student voice through interactive design and digital making. *Computers in the Schools*, 34(3), 142–151. doi:10.1080/07380569.2017.1348082
- Kocaçıl, S. (2020). *Programlanabilir Eğitsel Oyuncak Robot Tasarımı ve Okul Öncesi Dönemde Kullanılması* (Yüksek Lisans Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon, Türkiye.

- Koller, E., Beek, L., Besser, D., Guzey, S., & Thomas, A. P. (2015). *Implementing and evaluating an e-textile curriculum in an engineering summer program for girls (Evaluation)*, ASEE Annual Conference, Seattle. doi: 10.18260/p.24248
- Korkmaz, H., ve Kaptan, F. (2001). Fen Eğitiminde Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(20). Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/87968>
- Korkmaz, Ö., Acar, B., Çakır, R., Erdoğan, F. U., & Çakır, E. (2019). Eğitsel Robot Setleri ile Fen ve Teknoloji Dersi Basit Makinalar Konusunun Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Stem Beceri Düzeylerine ve Derse Dönük Tutumlarına Etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 9(2), 372-391. doi:10.17943/etku.518215
- Koutromanos, G., & Kazakou, G. (2020). The use of smart wearables in primary and secondary education: A systematic review. *Themes in eLearning*, 13, 33-55. Retrieved from <http://earthlab.uoi.gr/tel/index.php/themeselearn/article/view/22/9>
- Köse, A. (2020). *Stem Eğitime İlişkin Öğretmen ve Öğrenci Algıları: Maltepe İlçesi Özel Okulları Örneği* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Maltepe Üniversitesi, İstanbul, Türkiye. Erişim adresi: <https://hdl.handle.net/20.500.12415/4831>
- Krajcik, J., Czerniak, C., & Berger, C. (2002). Teaching science in elementary and middle school classrooms: A project-based approach (2nd ed.). Boston: McGraw-Hill.
- Krajcik, J.S. & Blumenfeld, P. (2006). Project-based learning. Sawyer, R. K. (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences*. New York: Cambridge.
- Kraska-Miller, M. (2013). *Nonparametric statistics for social and behavioral sciences*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Kukul, V , Gökçearslan, Ş., & Günbatır, M . S. (2017). Computer programming self-efficacy scale (CPSES) for secondary school students: Development, validation and reliability. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 7(1), 158-179 . doi: 10.17943/etku.288493
- Kuo, H. C., Tseng, Y. C., & Yang, Y. T. C. (2019). Promoting college student's learning motivation and creativity through a STEM interdisciplinary PBL human-computer interaction system design and development course. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 1-10. doi: 10.1016/j.tsc.2018.09.001
- Kuzu Demir, E. B., ve Demir, K. (2016). Eğitim Alanında Giyilebilir Teknolojiler: Uygulamalar, Potansiyel Yararlar ve Etik Sorunlar. *4th International Instructional Technologies & Teacher Education Symposium (ITTES 2016)*, (ss.437-440). Fırat Üniversitesi, Elazığ.

- Labus, A., Milutinovic, M., Stepanic, D., Stevanovic, M., & Milinovic, S. (2015). Wearable computing in e-education. *RUO. Revija za Univerzalno Odlicnost*, 4(1), A39. Retrieved from https://www.fos-unm.si/media/pdf/RUO/2015-4-1/Wearable_comouting_in_e_education.pdf
- Lasi, H., Fettke, P. D. P., Kemper, H. G., Feld, D. I. T., & Hoffmann, D. H. M. (2014). Industrie 4.0. *Wirtschaftsinformatik*, 56(4), 261-264. doi: 10.1007/s11576-014-0424-4
- Lau, W. W., Ngai, G., Chan, S. C., & Cheung, J. C. (2009). Learning programming through fashion and design: A pilot summer course in wearable computing for middle school students. *In ACM SIGCSE Bulletin*, 41(1), 504-508. doi: 10.1145/1508865.1509041
- Lea, Q. T., (2020). Orientation for an education 4.0: A new vision for future education in Vietnam. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 11(3), 513-526. Retrieved from https://www.ijicc.net/images/vol11iss3/11340_Lea_2020_E_R.pdf
- Liang, J., & Gu, T. (2010). An optimized realization of resource extension on microcontroller based embedded system for educational robotic kit. In *Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 5th IEEE Conference on* (pp. 1556-1561). IEEE. doi: 10.1109/ICIEA.2010.5514700
- Liben, L. S., & Coyle, E. F. (2014). Developmental interventions to address the STEM gender gap: Exploring intended and unintended consequences. *Advances in child development and behavior*, 47, 77-115. doi: 10.1016/bs.acdb.2014.06.001
- Ling, O. S., & Wah, J. L. P. (2019). Ucts foundation students' perception towards arduino as a teaching and learning tool in stem education. *e-Bangi*, 16(3).
- Litts, B. K., Kafai, Y. B., Lui, D., Walker, J., & Widman, S. (2017). *Understanding high school students' reading, remixing, and writing codeable circuits for electronic textiles*. In *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 381-386). ACM. doi: 10.1145/3017680.3017740
- Liu, Y. (2014). *Tangram race mathematical game: Combining wearable technology and traditional games for enhancing mathematics learning* (Master's thesis). Worcester Polytechnic Institue, Massachusetts, United States.
- Liu, S. (2019a). *Number of connected wearable devices worldwide from 2016 to 2022 (in millions)*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/487291/global-connected-wearable-devices/>
- Liu, S. (2019b). *Number of connected wearable devices worldwide by region from 2015 to 2022 (in millions)*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/490231/wearable-devices-worldwide-by-region/>

- Liu, S. (2019c). *Wearable technology - statistics & facts*. Retrieved from <https://www.statista.com/topics/1556/wearable-technology/>
- Lo Ting-kau. (1992). *Lego TC logo as a learning environment in problem- solving in advanced supplementary level design & technology with pupils aged 16–19*. (Master's thesis). University of Hong Kong, Pokfulam, Hong Kong.
- Longhurst, R. (2003). Semi-structured interviews and focus groups. In N. Clifford, & G. Valentine (Eds.), *Key Methods in Geography by N. Clifford and G. Valentine (Eds)* (pp. 117-132). London: SAGE Publications.
- Marx, R.W., Blumenfeld, P.C., Krajcik, J., & Soloway, E. (1997). Enacting project-based science. *The Elementary School Journal*, 97, 341–358. doi:10.1086/461870
- Martinez, K. (1997). *The Effect of a rubric on evaluating and improving student writing* (Master's Thesis). Caldwell University, New Jersey, United States.
- Master, A., Cheryan, S., Moscatelli, A., & Meltzoff, A. N. (2017). Programming experience promotes higher STEM motivation among first-grade girls. *Journal of Experimental Child Psychology*, 160, 92-106. doi: 10.1016/j.jecp.2017.03.013
- McWhorter, W. (2008). *The effectiveness of using LEGO Mindstorms robotics activities to influence self-regulated learning in a university introductory computer programming course* (Doctoral dissertation). University of NorthTexas. Retrieved from https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc6077/m2/1/high_res_d/dissertation.pdf
- MEB, (2003). *TIMSS 1999 Üçüncü Uluslar Arası Matematik ve Fen Bilgisi Çalışması Ulusal Raporu*. Millî Eğitim Bakanlığı Eğitimi Araştırma Ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- MEB, (2010a). *PISA 2006 Projesi Türkiye Ulusal Nihai Raporu*. Millî Eğitim Bakanlığı, Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı (EARGED), Ankara.
- MEB, (2010b). *PISA 2009 Ulusal Ön Raporu*. Millî Eğitim Bakanlığı, Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- MEB, (2011). *TIMSS 2007 Ulusal Matematik ve Fen Raporu 8. Sınıflar*. Milli Eğitim Bakanlığı, Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- MEB, (2012) *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi (5., 6., 7. ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara. Erişim adresi: <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx?islem=1&kno=196>
- MEB, (2013). *ICILS 2013 Türkiye*. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Ankara. Erişim adresi: http://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2013_04/08110012_01icilstanitimi.pdf

- MEB, (2014a). *TIMSS 2011 Ulusal Matematik ve Fen Raporu 4. Sınıflar*. Millî Eğitim Bakanlığı, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MEB, (2014b). *TIMSS 2011 Ulusal Matematik ve Fen Raporu 8. Sınıflar*. Millî Eğitim Bakanlığı, Yenilik Ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MEB, (2015). *PISA 2012 Araştırması Ulusal Nihai Rapor*. Millî Eğitim Bakanlığı, Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MEB, (2016a). *PISA 2015 Ulusal Raporu*. Millî Eğitim Bakanlığı, Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MEB, (2016b). *TIMSS 2015 Ulusal Matematik ve Fen Bilimleri Ön Raporu 4. ve 8. Sınıflar*. Millî Eğitim Bakanlığı Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MEB, (2017a). *Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi Öğretim Programı*, Ankara. Erişim adresi: <http://mufredat.meb.gov.tr>
- MEB, (2017b). *Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterlikleri*. Erişim adresi: http://oygm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_12/11115355_YYRETMENLYK_MESLEY_YENEL_YETERLYKLERY.pdf
- MEB, (2019). *PISA 2018 Türkiye Ön Raporu*. Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi, No:10, Ankara. Erişim adresi: http://www.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_12/03105347_PISA_2018_Turkiye_On_Raporu.pdf
- MEB, (2020). *TIMSS 2019 Türkiye Ön Raporu*. Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi, No:15, Ankara. Erişim adresi: http://www.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2020_12/10173505_No15_TIMSS_2019_Turkiye_On_Raporu_Guncel.pdf
- Merkouris, A., & Chorianopoulos, K. (2015). Introducing computer programming to children through robotic and wearable devices. In *WiPSCE'15: Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp. 69-72). London, UK. doi:10.1145/2818314.2818342
- Merkouris, A., Chorianopoulos, K., & Kameas, A. (2017). Teaching programming in secondary education through embodied computing platforms: Robotics and wearables. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 17(2), 1-22. doi: 10.1145/3025013
- Miles, M.B., & Huberman, A.M.(1994). *Qualitative data analysis: A sourcebook of new methods*. Thousand Oaks, CA:Sage.
- Moskal, B. M., & Leydens, J. A. (2000). Scoring rubric development: Validity and reliability. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(10), 71-81. doi: 10.7275/q7rm-gg74

- Mossuto, M. (2009). Problem-based learning: Student engagement, learning and contextualised problem-solving. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED507339.pdf>
- Myers, A., & Berkowicz, J. (2015). *The STEM shift: A guide for school leaders*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Naizer, G., Hawthorne, M. J., & Henley, T. B. (2014). Narrowing the gender gap: enduring changes in middle school students' attitude toward math, science and technology. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 15(3). Retrieved from <https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/1825/1623>
- Nakasugi, H., & Yamauchi, Y. (2002). Past viewer: Development of wearable learning system for history education. In *International Conference on Computers in Education, 2002. Proceedings*. (pp. 1311-1312). doi: 10.1109/CIE.2002.1186223
- Nam, D., Kim, Y., & Lee, T., (2010). *The Effects of scaffolding-based courseware for the scratch programming learning on student problem solving skill*. Proceedings of the 18th International Conference on Computers in Education. Putrajaya, Malaysia: Asia-Pacific Society for Computers in Education (pp:723-727).
- National Science Board. (2012). *Science and Engineering Indicators 2012*. Retrieved from <https://www.nsf.gov/statistics/digest12/>
- Nayyar, A., & Puri, V. (2016). A review of Arduino board's, Lilypad's & Arduino shields. *3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)* (pp. 1485-1492).
- Neukom, J. R. (2000). *Alternative Assessment: Rubrics-students' self assessment process* (Master Thesis). Pacific Lutheran University, Washington, United States.
- Newley, A., Deniz, H., Kaya, E., & Yesilyurt, E. (2016). Engaging elementary and middle school students in robotics through hummingbird kit with Snap! visual programming language. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age (JOLTIDA)*, 1(2), 20-26. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1175551>
- Ngai, G., Chan, S. C., Cheung, J. C., & Lau, W. W. (2009). An education-friendly construction platform for wearable computing. In *CHI'09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3235-3240). doi: 10.1145/1520340.1520464
- Ngai, G., Chan, S. C. F., Cheung, J. C. Y., & Lau, W. W. Y. (2010). Deploying a wearable computing platform for computing education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 3(1), 45–55. doi:10.1109/TLT.2009.49

- Niknejad, N., Ismail, W. B., Mardani, A., Liao, H., & Ghani, I. (2020). A comprehensive overview of smart wearables: The state of the art literature, recent advances, and future challenges. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 90, 103529. doi: 10.1016/j.engappai.2020.103529
- Norooz, L., Mauriello, M. L., Jorgensen, A., McNally, B., & Froehlich, J. E. (2015). BodyVis: A new approach to body learning through wearable sensing and visualization. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1025-1034). doi: 10.1145/2702123.2702299
- Ntemngwa, C., & Oliver, S. (2018). The implementation of integrated science technology, engineering and mathematics (STEM) instruction using robotics in the middle school science classroom. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(1), 12-40. doi:10.18404/ijemst.380617
- Nugent, G., Barker, B., Grandgenett, N., Melander, J. & Nelson, C. (2015). Wearable technologies to promote STEM learning and attitudes. In *Proceedings of E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education* (pp. 878-883). Kona, Hawaii, United States: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Retrieved from <https://www.learntechlib.org/primary/p/152103/>
- Nugent, G., Barker, B., Lester, H., Grandgenett, N., & Valentine, D. (2019). Wearable textiles to support student STEM learning and attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 28(5), 470-479. doi:10.1007/s10956-019-09779-7
- Numanoğlu, M. ve Keser, H. (2017). Programlama Öğretiminde Robot Kullanımı-Mbot Örneği. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 497-515. doi: 10.14686/buefad.306198
- Numanai, S., Hashimoto, M., Hashimoto, S., Kazawa, K., Sakaguchi, R., Miyata, K., ... & Oba, T. (2019). Synthesis of green fluorescent protein chromophore analogues for interdisciplinary learning for high school students. *Journal of Chemical Education*, 96(3), 503-507. doi: 10.1021/acs.jchemed.8b00443
- Osswald, S., Weiss, A., & Tscheligi, M. (2013, May). Designing wearable devices for the factory: Rapid contextual experience prototyping. In *2013 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)* (pp. 517-521). IEEE.
- Öcal, H., Doğru, İ. A. ve Barışçı, N. (2019). Akıllı ve Geleneksel Giyilebilir Sağlık Cihazlarında Nesnelerin İnterneti. *Politeknik Dergisi*, 22(3), 695-714.
- Ötleş, S. ve Özyurt, V. H. (2016). Endüstri 4.0: Büyüme ve Verimlilik İçin Dijitalleşme. Erişim adresi: https://egeplm.ege.edu.tr/files/egeplm/icerik/PlastikAmbalaj2016Endustri4_0.pdf

- Öymen, G. (2017). Giyilebilir Teknolojilerin Moda Endüstrisi Üzerindeki Etkileri, 1. *Uluslararası İletişimde Yeni Yönelimler Konferansı* (ss.131-138). Erişim adresi: <http://acikerisim.ticaret.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11467/1608/M00809.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Özensoy, A. U. (2017). Proje Tabanlı Öğrenme Modelinin Sosyal Bilgiler Dersinde Başarıya Etkisi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(9), 165-175. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/goputeb/issue/34356/379953>
- Özer, F. (2019). *Kodlama Eğitiminde Robot Kullanımının Ortaokul Öğrencilerinin Erişi, Motivasyon ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye. Erişim adresi: <http://hdl.handle.net/11655/9227>
- Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 41-64. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cuiibfd/issue/34826/387693>
- Pal, D., Vanijja, V., Arpnikanondt, C., Zhang, X., & Papasratorn, B. (2019). A quantitative approach for evaluating the quality of experience of smart-wearables from the quality of data and quality of information: An end user perspective. *IEEE Access*, 7, 64266-64278. doi:10.1109/access.2019.2917061
- Pallant, J. (2001). *SPSS survival manual*. Buckingham: Open University Press.
- Pamuk, E. (2007). *Gömülü Sistemler İçin Gerçek Zamanlı İşletim Sistemleri ile Kontrol* (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye. Erişim adresi: <http://dSPACE.yildiz.edu.tr/xmlui/handle/1/7724>
- Park, S., & Jayaraman, S. (2003). Enhancing the quality of life through wearable technology. *IEEE Engineering in medicine and biology magazine*, 22(3), 41-48. doi: 10.1109/MEMB.2003.1213625
- Parlak Yılmaz, N. (2003). Mesleki Eğitimde Teorik Bilginin Kazandırılmasına Yönelik Bağlamsal Bir İçerik Oluşturma Denemesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*. 36 (1-2), 121-128. doi: 10.1501/Egifak_00000000075
- Peckol, J. K. (2019). *Embedded systems: A contemporary design tool*. John Wiley & Sons.
- Pekbay, C. (2017). *Fen Teknoloji Mühendislik ve Matematik Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencileri Üzerindeki Etkileri* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara. Erişim adresi: <http://hdl.handle.net/11655/3285>
- Peppler, K., & Glosson, D. (2013). Stitching circuits: Learning about circuitry through e-textile materials. *Journal of Science Education and Technology*, 22(5), 751-763. doi: 10.1007/s10956-012-9428-2

- Perin, D. (2011). Facilitating student learning through contextualization: A review of evidence. *Community College Review*, 39(3), 268-295. doi: 10.1177/0091552111416227
- Pinto, A., & Escudeiro, P., (2014). The Use of Scratch for the development of 21st century learning skills in ICT. In *Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp:1-4). doi: 10.1109/CISTI.2014.6877061
- Puranikmath, A. V., & Babu, K. M. (2020). Application of internet of things in smart textile and apparel manufacturing. *World Journal of Textile Engineering and Technology*, 6, 39-51. Retrieved from <https://nscku.com/wp-content/uploads/2020/07/WJTETV6A4-Babu.pdf>
- Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. *Procedia Cirp*, 52, 173-178. doi: 10.1016/j.procir.2016.08.005
- Raad, M. W., Deriche, M. A., Hafeedh, A. B., Almasawa, H., Jofan, K. B., Alsakkaf, H., ... & Salem, M. (2019). An IOT based wearable smart glove for remote monitoring of rheumatoid arthritis patients. In *Proceedings of the 12th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies (BIOSTEC 2019)* (pp. 224-228). doi: 10.5220/0007573302240228
- Rathburn, M. K. (2015). Building connections through contextualized learning in an undergraduate course on scientific and mathematical literacy. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 9(1). doi: 10.20429/ijsoitl.2015.090111
- Ravitz, J., Hixson, N., English, M., & Mergendoller, J. (2012, April). Using project based learning to teach 21st century skills: Findings from a statewide initiative. In *American Educational Research Association Conference, Vancouver, BC. Vol. 16.* (pp.1-9). doi:10.1094/PDIS-11-11-0999-PDN
- Reiser, R. A., & Dempsey, J. V. (2007). *Trends and issues in instructional design and technology (4th ed.)*.Columbus, OH: Pearson.
- Renkl, A., Mandl, H., & Gruber, H. (1996). Inert knowledge: Analyses and remedies. *Educational Psychologist*, 31(2), 115-121. doi: 10.1207/s15326985ep3102_3
- Resnick, M. & Silverman, B. (2005). Some reflections on designing construction kits for kids. In *Proceedings of the 2005 conference on interaction design and children* (pp. 117–122). doi: 10.1145/1109540.1109556
- Resnick, M. L., & Chircu, A. M. (2016). Wearable devices: Ethical challenges and solutions. In A. Marrington, D. Kerr, & J. Gammack (Eds.), *Managing Security Issues and the Hidden Dangers of Wearable Technologies* (pp. 182-205). Hershey, PA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-5225-1016-1.ch008

- Reyes, J., Insorio, A. O., Ingreso, M. L. V., Hilario, F. F., & Gutierrez, C. R. (2019). Conception and application of contextualization in mathematics education. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 6(1), 1-18. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/ijesim/issue/43715/454218>
- Richardson, J. T. E. (2011). Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educational Research Review*, 6(2), 135–147. doi:10.1016/j.edurev.2010.12.001
- Rivet, A. E., & Krajcik, J. S. (2008). Contextualizing instruction: Leveraging students' prior knowledge and experiences to foster understanding of middle school science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(1), 79-100. doi: 10.1002/tea.20203
- Rodes Carbonell, A. M., Garcia-Breijo, E., Sánchez, L. G., Belda, E. B., & Segui, I. M. (2020). Incorporation of e-textile into the textile engineering master and doctorate program. In *XIV Technologies Applied to Electronics Teaching Conference (TAEF)*, Porto, Portugal, (pp. 1-7). doi: 10.1109/TAEF46915.2020.9163705.
- Rolka, C. & Remshagen, A. (2015). Showing up is half the battle: Assessing different contextualized learning tools to increase the performance in introductory computer science courses. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 9(1), 1-18. doi: 10.20429/ijstl.2015.090110
- Rossano, V., Roselli, T., & Quercia, G. (2020). Coding and computational thinking: Using arduino to acquire problem-solving skills. In: Isaias P., Sampson D. G., Ifenthaler D. (Eds.) *Technology Supported Innovations in School Education. Cognition and Exploratory Learning in the Digital Age* (pp. 91-114). Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-030-48194-0_6
- Rowntree, D. (1982). *A dictionary of education*. Totowa, NJ: Barnes & Noble Books.
- Qiu, K., Buechley, L., Baafi, E., & Dubow, W. (2013). *A curriculum for teaching computer science through computational textiles*. In Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children (pp. 20-27). doi: 10.1145/2485760.2485787
- Sadiku, M. N., Alam, S., & Musa, S. M. (2017). Wearable computing. *International Journal of Engineering Research*, 6(10), 445-447. doi: 10.5958/2319-6890.2017.00059.9
- Salpeter, J. (2003). *21st century skills: Will our students be prepared?*. Retrieved from <http://www.techlearning.com/news/0002/21st-century-skills-will-our-students-be-prepared/64781>
- Sandall, B. K. (2016). Wearable technology and schools: Where are we and where do we go from here?. *Journal of Curriculum, Teaching, Learning and Leadership in Education*, 1(1), 9. Retrieved from <https://digitalcommons.unomaha.edu/ctlle/vol1/iss1/9>

- Sayılgan, E., ve İşler, Y. (2017). *Medikal Endüstri 4.0 ile Tıbbi Cihaz Sektörü*. Tıp Teknolojileri Kongresi 2017 (TIPTEKNO-2017), October 12-14, Trabzon/Turkey, Bildiriler Kitabı, 368-371. Erişim adresi: http://www.biyoklinikder.org/TIPTEKNO17_Bildiriler/12.pdf
- Schlaepfer, R.C., Koch, M. & Merkofer, P. (2015) *Industry 4.0: Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*. Deloitte AG. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>
- Schmidt, B., Benchea, S., Eichin, R., & Meurisch, C. (2015). Fitness tracker or digital personal coach: How to personalize training. In *Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers*, pages 1063–1067. ACM. doi: 10.1145/2800835.2800961
- Schnugg C. (2019) Contextualization. In: *Creating artsience collaboration*. Palgrave Studies in Business, Arts and Humanities. Palgrave Macmillan, Cham. (pp.31-53). doi: 10.1007/978-3-030-04549-4_3
- Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Penguin UK.
- Schwartz, K. (2014). *Robots in the classroom. What are they good for? Mindshift*. Retrieved from <https://www.kqed.org/mindshift/35611/robots-in-the-classroom-what-are-they-good-for>
- Searle, K. A., Fields, D. A., Lui, D. A., & Kafai, Y. B. (2014). Diversifying high school students' views about computing with electronic textiles. In *Proceedings of the tenth annual conference on International computing education research* (pp. 75-82). doi: 10.1145/2632320.2632352
- Sell, R., Seiler, S., & Ptasik, D. (2012). Embedded system and robotic education in a blended learning environment utilizing remote and virtual labs in the cloud, accompanied by 'Robotic HomeLab Kit'. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 7(4), 25-33.
- Serim Ünsal, E. (2019). *Oyunlaştırma Yöntemiyle Tasarlanan Kodlama Eğitimi ile Öğrencilerin Hesaplamalı Düşünme Becerileri ve Kodlamaya İlişkin Öz-Yeterlik Algılarının İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, Türkiye.
- Sezgin, S. (2016). Eğitimde Giyilebilir Teknolojiler: Fırsatlar ve Eğilimler. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(40). doi: 10.21764/efd.72734
- Shadiev, R., Hwang, W. Y., & Liu, T. Y. (2018). A study of the use of wearable devices for healthy and enjoyable English as a foreign language learning in authentic contexts. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(4), 217-231. Retrieved from https://www.j-ets.net/collection/published-issues/21_4

- Sherwood, R., Kinzer, C.K., Bransford, J.D., & Franks, J.J. (1987). Some benefits of creating macro-contexts for science instruction: Initial findings. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 417–435. doi: 10.1002/tea.3660240505
- Solmaz, E. (2014). *Programlama Dili Öğretiminde Alice Yazılımının Ders Başarısı, Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Becerileri ile Üstbilişsel Farkındalık Düzeyine Etkisi* (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye. Erişim adresi: <http://www.acikarsiv.gazi.edu.tr/index.php?menu=2&secim=10&YayinBIK=11698>
- Sökezoğlu Atılgan, D., & Gürman, Ü. (2020). Material design in music education using arduino platform. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 8(4), 1377- 1402. doi: 10.14689/issn.2148-2624.8c.4s.14m
- Sperling, R. A., Howard, B. C., Miller, L. A., & Murphy, C. (2002). Measures of children's knowledge and regulation of cognition. *Contemporary educational psychology*, 27(1), 51-79. doi: 10.1006/ceps.2001.1091
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2012). Gender differences in kindergarteners' robotics and programming achievement. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(3), 691–702. doi:10.1007/s10798-012-9210-z
- Süvari, M., Çabuk, U. C., Yiğit, Y., & Dağdeviren, O. (2018). Gömülü Sistemler İçin Android Tabanlı Bir Mikroişlemci Programlama Yazılımı. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 11(4). doi: 10.17671/gazibtd.451112
- Şimşek, N. (2004). Yapılandırmacı Öğrenme ve Öğretime Eleştirel Bir Yaklaşım. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 3(5), 115-139. Erişim adresi: http://www.ebuline.com/turkce/pdfs/ebu5_7.pdf
- Şirin, S. (2017). *Yol Ayrımındaki Ülke Türkiye Ya Özgürlük Ya Sefalet*. İstanbul: Doğan Kitap.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*. USA: Pearson Education Inc.
- Taber, K. S. (2000) Chemistry lessons for universities?: A review of constructivist ideas. *University Chemistry Education*. 4(2). 63-72. Retrieved from <https://science-education-research.com/downloads/publications/2000/Taber-2000-Chemistry-Lessons-For-Universities.pdf>
- Tan, Ş. (2005). *Öğretimi Planlama ve Değerlendirme*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Tankovska, H. (2020). End-user spending of wearable devices worldwide from 2018 to 2021, by category (in billion U.S. dollars). Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/1065271/wearable-devices-worldwide-spending/>

- Tansan, B., Gökbulut, A., Targotay, Ç. ve Eren, T. (2016). *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0 Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi*, TÜSİAD Raporu.
- Taşkın D., Taşkın C., ve Sert E. (2011). Buildroot Kullanarak Etkin Gömülü Sistem Tasarımı. *Akademik Bilişim*, Malatya. Erişim adresi: https://ab.org.tr/ab11/kitap/taskin_taskin_AB11.pdf
- Taylor, B. (2016). Evaluating the benefit of the maker movement in K-12 STEM education. *Electronic International Journal of Education, Arts, and Science (EIJEAS)*, 2. Retrieved from <http://www.eijeas.com/index.php/EIJEAS/article/view/72/0>
- Teddlie, C. ve Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. Thousand Oaks: Sage.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project based learning*. Retrieved from <https://www.asec.purdue.edu/lct/HBCU/documents/AReviewofResearchofProject-BasedLearning.pdf>
- Tiftikçi, S., Varol, A. ve Şengür, K. (2006): *Düşünen Tahta Robotu*. II. Ulusal Mühendislik Kongresi, Bildiri ve Poster Kitabı, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak, Türkiye (ss.393-400). Erişim adresi: <https://www.asafvarol.com/makaleler/dorduncubolum37.pdf>
- Tofel-Grehl, C., Fields, D. A., Searle, K., Maahs-Fladung, C., Feldon, D., Gu, G., & Sun, V. (2017). Electrifying engagement in middle school science class: Improving student interest through e-textiles. *Journal of Science Education and Technology*, 26(4), 406-417. doi: 10.1007/s10956-017-9688-y
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. John Wiley & Sons.
- Uzun, Ç. (2007). *İlköğretim 4. ve 5. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi, "Canlılar Dünyasını Gezelim Tanıyalım" Ünitesinde Proje Tabanlı Öğrenmenin Akademik Başarı ve Kalıcılığa Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon, Türkiye. Erişim adresi: <http://hdl.handle.net/11630/3222>
- Uzun, R., Yaman, G.K., Tekkanat A. ve İşler, Y.(2017). *Görme Engellilere Yardımcı Bileklik Tasarımı*. Tıp Teknolojileri Kongresi 2017 (TIPTEKNO-2017), October 12-14, Trabzon/Turkey, Bildiriler Kitabı, 448-451. doi: 10.1109/TIPTEKNO.2017.8238038
- Vaughn, P. M. (2002). *Enhancing student development in service-learning with performance-based assessment rubrics* (Doctoral Dissertation). Arizona State University, Arizona, U.S.A.

- Veazey, K. (2014, January 28). *Wearable tech providing better monitoring for autistic children*. Retrieved from <http://www.wearabletechworld.com/topics/wearable-tech/articles/368306-wearable-tech-providing-better-monitoring-autistic-children.htm>.
- Venkataraman, B., Olson, S. & Riordan, D. G. (2010). Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future. Report to the President. *Executive Office of the President*. Retrieved from https://nsf.gov/attachments/117803/public/2a--Prepare_and_Inspire--PCAST.pdf
- Vesisenaho, M. (2010). ICT education and computer science education for development—Impact and contextualization. In *2010 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. F4J-1). doi: 10.1109/FIE.2010.5673648
- Weinberg, J., Karacal, C., Engel, G., Hu, A. P., & White, W. (2004). An interdisciplinary robotics course using the handy board. In *Information Technology Based Proceedings of the Fifth International Conference on Higher Education and Training, 2004. ITHET 2004*. (pp. 656-661). IEEE.
- Wilcox, Rand R. (2005). *Introduction to robust estimation and hypothesis testing* (Second Edition). Burlington: Elsevier Academic Press.
- Wilhelm, J., Wilhelm, R., & Cole, M. (2019). How can project-based units be designed for stem classrooms?. In *Creating Project-Based STEM Environments* (pp. 21-34). Springer, Cham.
- Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M. J., & Lai, G. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal Research on Technology in Education*, 40(2), 201-216. doi: 10.1080/15391523.2007.10782505
- Williams, A. B., Baert, K., & Williams, A. (2017). Culturally responsive social robotics instruction for middle school girls. In *Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 323-324). doi: 10.1145/3029798.3038427
- Williams, R. M., & Gilbert, J. E. (2020). Perseverations of the academy: A survey of wearable technologies applied to autism intervention. *International Journal of Human-Computer Studies*, 143 (102485). doi:10.1016/j.ijhcs.2020.102485
- Wintraub, L., Xie, M., Issa, M., Jeyakumar, Y., Nelms, M., Sharma, D., ... & Leung, F. H. (2019). Wearable technology and live video conferencing: The development of an affordable virtual teaching platform to enhance clinical skills education during the COVID-19 pandemic. *Canadian Medical Education Journal*. doi: 10.36834/cmej.70554
- Yazıcı, E. ve Düzkaya, H. (2016). Endüstri Devriminde Dördüncü Dalga ve Eğitim: Türkiye Dördüncü Dalga Endüstri Devrimine Hazır mı? *Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi: Teori ve Uygulama*, 7, 49-88. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/eibd/issue/29466/315920>

- Yetmen, G. (2017), Giyilebilir Teknoloji. *Ulakbilge Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(9), 275-289.
- Yıldırım, A. (1996). Disiplinlerarası Öğretim Kavramı ve Programlar Açısından Doğurduğu Sonuçlar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 89-94. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/hunefd/issue/7825/102858>
- Yıldırım, A., Şimşek, H. (2003). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınları .
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 546-556. doi: 10.16984/saufenbilder.321957
- Yoder, R. B. (2015). An Arduino-based alternative to the traditional electronics laboratory. In *the Conference on Laboratory Instruction Beyond the First Year (BFY)* (pp. 107-110). doi: 10.1119/bfy.2015.pr.027
- Zhang, Y., Chad Webb, R., Luo, H., Xue, Y., Kurniawan, J., Cho, N. H., ... & Rogers, J. A. (2016). Theoretical and experimental studies of epidermal heat flux sensors for measurements of core body temperature. *Advanced healthcare materials*, 5(1), 119-127. doi: 10.1002/adhm.201500110
- Zengin, M. (2016). İlkokul, Ortaokul ve Lise Öğrencilerin Disiplinlerarası Eğitim & Öğretiminde Robotik Sistemlerinin Kullanımına Yönelik Görüşleri. *Üstün Yetenekliler Eğitimi ve Araştırmaları Dergisi (UYAD)*, 4(2), 48-70.

EKLER

EK 1. Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği

ÖLÇÜTLER		SEVİYE	Seviye 4 (Çok İyi)	Seviye 3 (İyi)	Seviye 2 (Orta)	Seviye 1 (Zayıf)
Elektronik Devre	Direnç		Direnci tanımlayabilir ve elektrik akımı miktarına göre direnci ilgili donanımlarda doğru olarak kullanabilir.	Elektrik akımının değişebileceğini ve akım değişimi için tedbir olarak direnç kullanılması gerektiğini bilir fakat direnci uygun yere bağlayamayabilir.	Elektrik akımının değişebileceğini bilir fakat tedbir için direnç kullanması gerektiğini bilmez ve dolayısıyla direncin gerekli olduğu donanımlara bağlantı yapamaz.	Elektrik akımının değişebileceğinin farkında değildir ve elektrik akımının geçtiği donanımları korumak adına tedbir olarak direnç kullanması gerektiğini bilmediğinden donanımlara direnci bağlayamaz.
	İletkenlik/Elektriğin İletimi		Elektriğin iletilmesi için tüm donanımların bağlı olması gerektiğini bilir, iletken ve yalıtkan (iletken olmayan) malzemeleri elektriğin doğru bir şekilde iletilmesi için kullanır.	Elektriğin iletilmesi için tüm donanımların bağlı olması gerektiğini bilir, fakat iletken ve yalıtkan malzemeleri eksik kullandığından elektriğin doğru bir şekilde iletimini sağlayamaz.	Elektriğin iletilmesi için gerekli olan bazı donanımları eksik bağlar, iletken ve yalıtkan bazı malzemeleri bilemediğinden elektriğin iletimini sağlayamaz.	İletken, yalıtkan malzemeleri ve donanımların birbirine nasıl bağlanması gerektiğini bilemediğinden elektriğin iletimini sağlayamaz.
	Paralel ve Seri Bağlama		Devrelerin paralel ya da seri bağlama durumuna uygun şekilde artı(+) ve eksi(-) bağlantıları oluşturması gerektiğini bilerek, bağlantıyı doğru olarak sağlayabilir.	Devrelerin paralel ya da seri bağlama durumuna uygun şekilde artı(+) ve eksi(-) bağlanma kuralları (seri ya da paralel bağlama) olduğunun farkındadır fakat doğru bağlantıyı birden fazla deneme sonunda gerçekleştirebilir.	Devrelerin birbirine tamamen bağlantılı olması gerektiğini bilir fakat seri ve paralel bağlama mantığını bilmediğinden, bağlantıyı gerçekleştiremez.	Bir devrenin donanımlarının bağlı olması gerektiğinin farkında değildir ve seri ya da paralel bağlama konusunda açıklama yapamaz dolayısıyla bağlantıyı gerçekleştiremez.
	Kısa Devre		Kısa devrelerin nasıl önleneceğini bilir ve devre doğru olarak çalışır.	Kısa devreleri önlemek için tedbir alması gerektiğini bilir ancak birkaç denemeden sonra kısa devreyi önler ve devre doğru olarak çalışır.	Kısa devrelerin akıllı cihaz ile ilgili bir problem olabileceğini bilir, fakat uygulamada kısa devre yaptığını fark etmez.	Elektronik devre çalışmadığında bunun sorunlu bir durum olduğunu bilir fakat bu durumun kısa devreden kaynaklanabileceğini bilmez.

	Devre Bağlantısı		Akıllı cihazın elektronik devresini eksiksiz kurabilmiştir ve elektronik devreyi programlamak üzere gerekli bağlantı kablolarını takmıştır.	Akıllı cihazın elektronik devresini ikinci denemede kurabilmiştir ve elektronik devreyi programlamak üzere gerekli bağlantı kablolarını takmıştır.	Akıllı cihazın elektronik devresini 2'den fazla denemeden sonra kurabilmiş, programlamak üzere gerekli bağlantı kablolarını takmıştır.	Akıllı cihazın elektronik devresini kurmak için defalarca denemeler yapmış ama devreyi kuramamıştır.
Programlama	Giriş→İşlem→Çıkış	Giriş	Giriş donanımlarını (Buton, açma kapama düğmesi, sıcaklık, ışık sensörü vb.) uygun pinlere doğru olarak bağlayabilir ve akıllı cihazın giriş donanımını doğru olarak programlayabilir.	Giriş donanımlarından bir pin girişini yanlış bağladığından bağlantıyı doğru olarak sağlayamayabilir, dolayısıyla akıllı cihazın giriş donanımını doğru olarak programlayamaz.	Giriş donanımının pin girişlerini doğru pinlere bağlayamaz ve akıllı cihazın giriş donanımını programlayamaz.	Giriş donanımlarının ne olduğu ve pin bağlantılarının yapılması gerektiği ile ilgili hiçbir fikir belirtmez ve akıllı cihazın giriş donanımını programlayamaz.
		İşlem	Mikrodenetleyici üzerindeki pinlere doğru bağlantıyı sağlar ve mikrodenetleyicini yazdığı kod bloklarının ne anlama geldiğini bilerek mikrodenetleyiciye doğru olarak yükler.	Yazdığı kod bloklarının ne anlama geldiğini bilir, ancak doğru pin seçimini ve mikrodenetleyiciye yüklemeyi birkaç deneme sonrasında yapar.	Bazı kod bloklarını ve pin bağlantılarını yanlış oluşturur, program istendiği şekilde çalışmaz.	Mikrodenetleyicinin, kod bloklarının ve pin bağlantılarının ne anlama geldiğini bilemez.
		Çıkış	Çıkış donanımlarını (LED, RGB LED, buzzer(hoparlör/ses vb.), titreşim motoru vb.) uygun pinlere doğru olarak bağlayabilir ve akıllı cihazın çıkış donanımını doğru olarak programlayabilir.	Çıkış donanımlarından bir pin girişini yanlış bağladığından bağlantıyı doğru olarak sağlayamayabilir, dolayısıyla akıllı cihazın çıkış donanımını doğru olarak programlayamaz.	Çıkış donanımının pin girişlerini doğru pinlere bağlayamaz ve akıllı cihazın çıkış donanımını programlayamaz.	Çıkış donanımlarının ne olduğu ve pin bağlantılarının yapılması gerektiği ile ilgili hiçbir fikir belirtmez ve akıllı cihazın çıkış donanımını programlayamaz.
	Kod Blokları		Akıllı cihaz geliştirmek için gerekli kod bloklarının (koşullar, döngüler, giriş, çıkış, işlemler, tanımlamalar vb.) ne anlama geldiğini açıklayabilir ve kod bloklarını	Akıllı cihaz geliştirmek için gerekli kod bloklarının (koşullar, döngüler, giriş, çıkış, işlemler, tanımlamalar vb.) ne anlama geldiğini açıklayabilir ancak birkaç denemede kod	Akıllı cihaz geliştirmek için gerekli kod bloklarından çoğunun (koşullar, döngüler, giriş, işlemler, çıkış, tanımlamalar vb.) ne ifade ettiğini	Kod bloklarının ne anlama geldiğini açıklayamaz, dolayısıyla kod bloklarını çalıştıramaz.

		eksiksiz olarak, doğru bir sıra ile yerleştirebilir.	bloklarını eksiksiz olarak, doğru bir sıra ile yerleştirebilir.	bilemediğinden, kod bloklarını tamamlayamaz.	
	Mikrodenetleyici Kart Ve Port Seçimi	Akıllı cihazı programlamak üzere yazılımı çalıştırdığında, ilk olarak kullandığı mikrodenetleyici karta göre kart seçimini yapabilir, yazılım arayüzü açıldıktan sonra başlangıçta seçtiği kartı yeniden yazılıma tanımlayabilir ve port seçimini yapabilir.	Akıllı cihazı programlamak üzere yazılımı çalıştırdığında, ilk olarak kullandığı mikrodenetleyici karta göre kart seçimini yapabilir, yazılım açıldıktan sonra ya başlangıçta seçtiği kartı yeniden yazılıma tanımlayamaz ya da port seçimini yapamaz.	Akıllı cihazı programlamak üzere yazılımı çalıştırdığında, ilk olarak kullandığı mikrodenetleyici karta göre kart seçimini yapabilir, fakat yazılım açıldıktan sonra başlangıçta seçtiği kartı yeniden yazılıma tanımlayamaz ve port seçimini yapamaz.	Akıllı cihazı programlamak üzere yazılımı çalıştırdığında, yazılım ekranında hangi mikrodenetleyici kartı seçeceğini bilemez, dolayısıyla mikrodenetleyici kart ve port seçimini doğru olarak yapamaz.
	Algoritma	Akıllı cihaz geliştirmek için gerekli olan algoritmayı doğru olarak oluşturabilir.	Akıllı cihaz geliştirmek için gerekli olan algoritmada hata yapar ve sonrasında hatasını düzeltebilir.	Akıllı cihaz geliştirmek için gerekli olan algoritmada hata yapar ve hatasını bulamaz.	Akıllı cihaz geliştirmek için gerekli olan algoritmayı oluşturamaz.
	Kod Bloklarının Mikrodenetleyici Karta Yüklenmesi	Yazdığı kodların fiziksel olarak çalıştığını görmek için, kodları tek seferde mikrodenetleyici karta doğru bir şekilde yükleyebilir ve akıllı cihazı çalıştırabilir.	Yazdığı kodların fiziksel olarak çalıştığını görmek için, kodları mikrodenetleyici karta hatalı yükler fakat hatasını düzelterek akıllı cihazı çalıştırabilir.	Yazdığı kodların fiziksel olarak çalıştığını görmek için, kodları defalarca mikrodenetleyici karta yüklemeye çalışır fakat hata alır, akıllı cihaza kod bloklarını yükleyemez.	Yazdığı kodların fiziksel olarak çalıştığını görmek için, kodların mikrodenetleyici karta yüklenmesi gerektiğini bilmez, dolayısıyla kod blokları mikrodenetleyici karta yüklenmediğinden akıllı cihazı çalıştıramaz.

EK 2. Akıllı Cihaz Geliştirme Akademik Başarı Testi

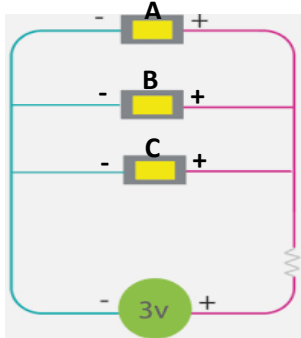
AKILLI CİHAZ GELİŞTİRME AKADEMİK BAŞARI TESTİ (ACGABT)

AD SOYAD:

SINIF:

NO:

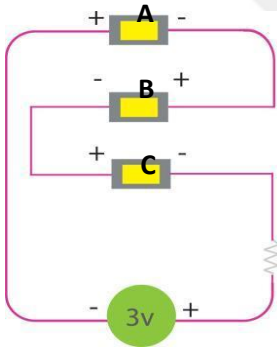
NOT:



1.

Yukarıdaki şekilde verilen devrede A, B ve C Ledleri sırasıyla nasıl bağlanmıştır?

- A) A ve B Seri bağlama, C ise paralel bağlama ile
- B) A, B ve C Seri bağlama ile
- C) A, B ve C Paralel bağlama ile
- D) A ve B Paralel bağlama, C ise seri bağlama ile

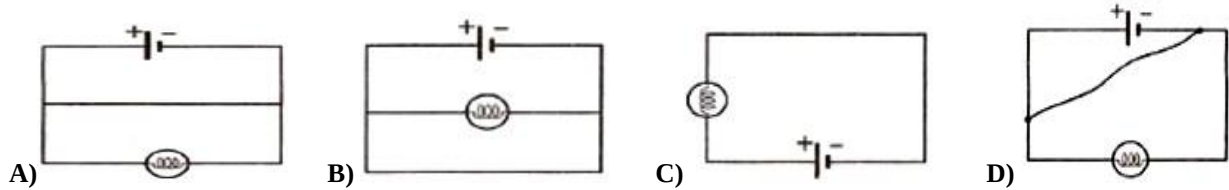


2.

Yukarıdaki şekilde verilen devrede A, B ve C Ledleri sırasıyla nasıl bağlanmıştır?

- A) A ve B Seri bağlama, C ise paralel bağlama ile
- B) A, B ve C Seri bağlama ile
- C) A, B ve C Paralel bağlama ile
- D) A ve B Paralel bağlama, C ise seri bağlama

3. Elektrik akımının devresini dirençsiz yoldan tamamlamasına kısa devre denir. Kısa devrede LED yanmaz. Buna göre aşağıdaki devrelerin hangisinde LED yanar?



Arduino mikrodenetleyicilerinde, A0, A1, A2, A3, A4, A5 Pinleri Analog Pinler; Pin 2, Pin4, Pin7, Pin8, Pin12, Pin13 Dijital Pinler; Pin 3, Pin5, Pin6, Pin9, Pin10, Pin11 PWM pinleridir. Aşağıdaki 4. ve 5. soruları verilen bilgiye göre cevaplayınız.

4.Akıllı cihaz geliştirirken ışık sensörünün 0-1023 aralığındaki değerleri algılaması için aşağıda verilen pinlerden hangisine bağlanabilir?

- A) A2 Pini B) Pin2 C) Pin5 D)Pin11

5.Akıllı cihaz geliştirirken LED’lerin yarım yanması istenildiğinde LED aşağıda verilen pinlerden hangisine bağlanabilir?

- A) A1 Pini B) Pin7 C) Pin5 D) Pin12

6.Aşağıdakilerden hangisi akıllı cihaz geliştirirken kullanılacak giriş donanımlarından biri değildir?

- A) Işık sensörü B) Açma kapama düğmesi C) Sıcaklık sensörü D)LED

7.Aşağıdakilerden hangisi akıllı cihaz geliştirirken kullanılacak giriş donanımlarından biridir?

- A)LED B) Buzzer/Speaker (Hoparlör) C) Sıcaklık sensörü D)Titreşim motoru

8.Aşağıdakilerden hangisi akıllı cihaz geliştirirken kullanılacak çıkış donanımlarından biri değildir?

- A) Titreşim motoru B) Buton C) Buzzer/Speaker (Ses) D)LED

9.Aşağıdakilerden hangisi akıllı cihaz geliştirirken kullanılacak çıkış donanımlarından biridir?

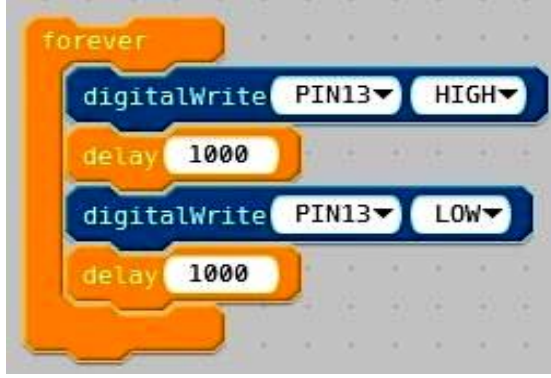
- A) Işık sensörü B) Buton C) Sıcaklık sensörü D)Buzzer/speaker(ses)

10. Aşağıda verilen donanım parçalarından hangisi akıllı cihaz geliştirmede sensör (algılayıcı) olarak kullanılabilir?

- A) Buzzer/speaker (Ses) B)LED C)Açma kapama anahtarı D)Titreşim motoru

11. 5 Voltluk bir gerilim ile çalışan bir mikrodenetleyici karta LED bağlanacaktır. LED üzerinden kartın sağlayabileceği maksimum değerde akım geçecek ve böylece LED veya kartımız bozulacaktır. Bu durumu engellemek için aşağıdakilerden hangisi kullanılmalıdır?

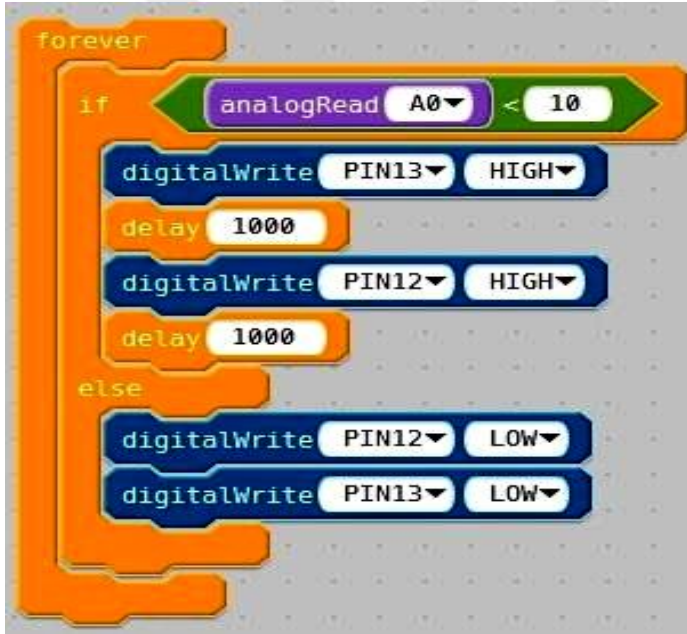
- A) Akım B) Direnç C)Gerilim D)Sensör



12.

Yukarıda verilen kod blokları çalıştığında LED ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi gerçekleşir? (LED, Pin13'e bağlanmıştır).

- A) LED kapalı iken açık duruma gelir.
- B) LED bir defa yanar ve söner.
- C) LED sürekli ,1 saniye aralıklarla önce yanar, sonra söner.
- D) LED 10 defa 1 saniye aralıklarla yanar ve söner.



13.

Yukarıdaki kod blokları çalıştığında aşağıdakilerden hangisi gerçekleşir? Aşağıda verilen bilgilere göre cevaplayınız (Işık sensörü A0'a bağlı, 1. LED PİN13'e bağlı ve 2. LED PİN12'ye bağlıdır).

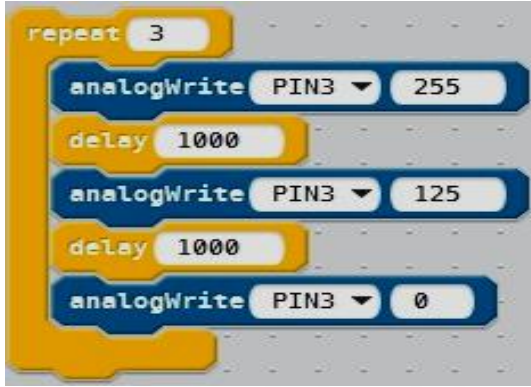
- A) Algılanan ışık 10'dan küçük ise, sürekli önce 1. LED 1 saniye yanar, sonra 2. LED 1 saniye yanar, değilse 2. LED ve 1. LED söner.
- B) Algılanan ışık 100'dan küçük ise, sürekli önce 1. LED 1 saniye yanar, sonra 2. LED 1 saniye yanar, değilse 1. LED ve 2. LED söner.
- C) Algılanan ışık 10'dan büyük ise, sürekli önce 1. LED 1 saniye yanar, sonra 2. LED 1 saniye yanar, değilse 1. LED ve 2. LED söner.
- D) Algılanan ışık 10'dan küçük ise, sürekli önce 2. LED 1 saniye yanar, sonra 1. LED 1 saniye yanar, değilse 1. LED ve 2. LED söner.



14)

Yukarıdaki kod blokları çalıştığında aşağıdakilerden hangisi gerçekleşir? Aşağıda verilen bilgilere göre cevaplayınız (*Sıcaklık sensörü A0'a bağlı ve LED PIN2'ye bağlıdır*).

- A) Eğer algılanan sıcaklık 35'ten büyük ise LED söner.
- B) Eğer algılanan sıcaklık 35'ten büyük ise LED 1 saniye aralıklarla yanar.
- C) Eğer algılanan sıcaklık 35'ten büyük ise LED sürekli yanar.
- D) Eğer algılanan sıcaklık 35'ten küçük ise LED sürekli yanar.



15)

Yukarıdaki kod blokları çalıştığında aşağıdakilerden hangisi gerçekleşir? (*LED PIN3'e bağlıdır*).

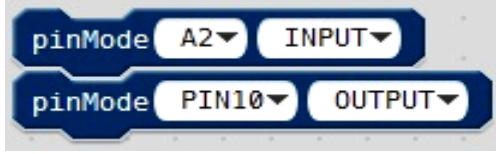
- A) LED sürekli yanar ve söner.
- B) LED sürekli önce tam yanar, sonra yarım yanar, sonrasında ise söner.
- C) LED 3 defa önce 1 sn. yanar, sonra söner.
- D) LED 3 defa önce 1sn. tam yanar, sonra 1 sn. yarım yanar, sonrasında ise söner.



16)

Yukarıdaki kod blokları çalıştığında aşağıdakilerden hangisi gerçekleşir?

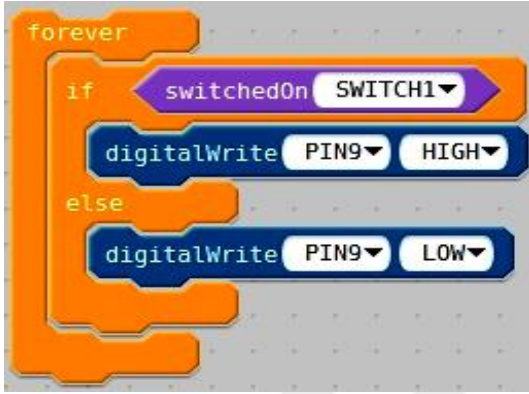
- A) Buton1'e basılırsa LED yanar, basılmaz ise LED söner.
- B) Buton1'e basılırsa titreşim motoru sürekli çalışır, basılmaz ise çalışmaz.
- C) Buton 1'e basılırsa titreşim motoru 1 defa çalışır, basılmaz ise çalışmaz.
- D) Buton 1'e basılırsa titreşim motoru çalışmaz, basılmazsa çalışır.



17)

Yukarıda verilen kod bloğunun işlevi nedir?

- A) A2 Pini çıkış, Pin10 ise giriş pini olarak tanımlanmıştır.
- B) A2 Pini ve Pin10 giriş pini olarak tanımlanmıştır.
- C) A2 Pini giriş, Pin10 ise çıkış pini olarak tanımlanmıştır.
- D) A2 Pini ve Pin10 çıkış pini olarak tanımlanmıştır.



18)

Yukarıda verilen kod blokları çalıştığında aşağıdakilerden hangisi gerçekleşir? (LED Pin9'a bağlıdır).

- A) Açma kapama anahtarı açıksa LED sürekli yanar, kapalı ise LED söner.
- B) Açma kapama anahtarı kapalı ise LED sürekli yanar, açıksa ise LED söner.
- C) Açma kapama anahtarı açıksa LED 1 defa yanar, kapalı ise LED söner.
- D) Açma kapama anahtarı açıksa LED 9 defa yanar, kapalı ise LED söner.

19) Aşağıda verilen kod bloklarından hangisi butona basıldığında LED in yanmasını sağlar?



20) Akıllı cihaz geliştirirken kullanılan bir LED'in +(artı) ucu Pin 2'ye bağlıken, - (eksi) ucu hangi girişe bağlanmalıdır?

- A) Pin7
- B) Pin2
- C) GND(Toprak)
- D) A2



21)

Yukarıda verilen kod blokları ayrı ayrı düşünüldüğünde aşağıdakilerden hangisi kod bloklarında yer alan bir işlem basamağı değildir?

- A) Sürekli tekrarlar
- B) Dijital Pin5 açık olsun
- C) 6 defa tekrarlar
- D) Eğer analog giriş A3, 24'ten küçükse

22)

I.



II.



III.



IV.



“Led’in sürekli olarak önce yanmasını 1 saniye sonra sönmesini” sağlayan kod bloklarının algoritması nasıl olmalıdır? (LED Pin7’ye bağlıdır)

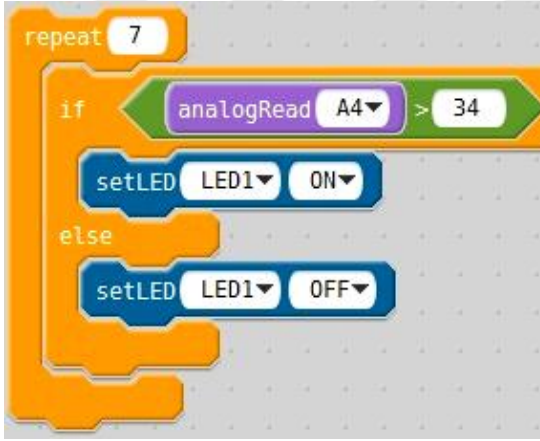
- A) I-II-III-IV
- B) III-II-I-IV
- C) III-IV-II-I
- D) IV-II-I-III



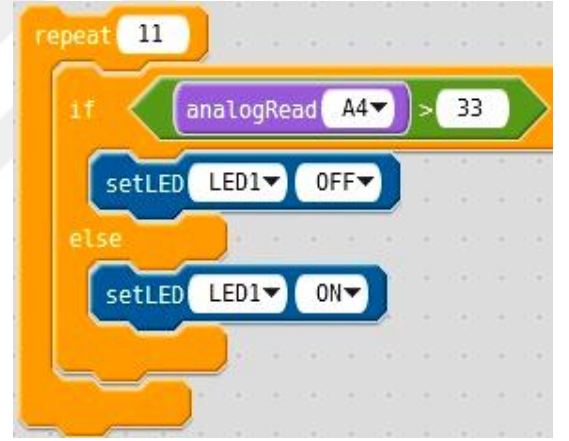
23)

Yukarıdaki kod blokları kullanılarak sıcaklık sensörü sayesinde ışığın duruma göre yanmasını, sönmesini ve tekrarlamasını sağlayan bir akıllı cihaz geliştirilmiştir. Benzer bir şekilde, ışık sensörü kullanarak, ışığın 33'ten büyük algılandığında LED'in sönüğü, değilse LED'in yandığı ve bu kod bloklarının 7 kez tekrar etmesini sağlamak üzere geliştirilen bir akıllı cihazın kod blokları aşağıdakilerden hangisi olabilir?

A)



B)

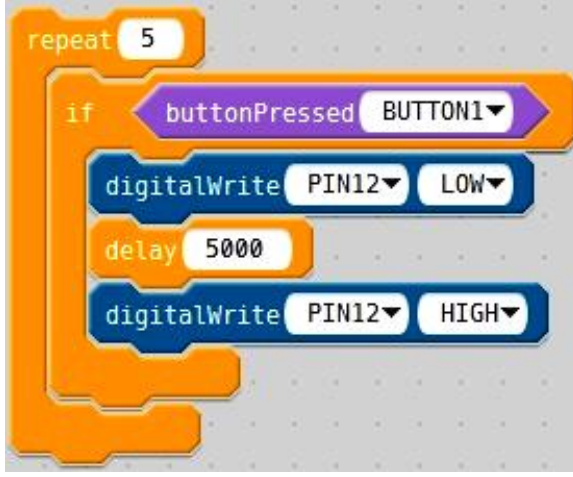


C)



D)

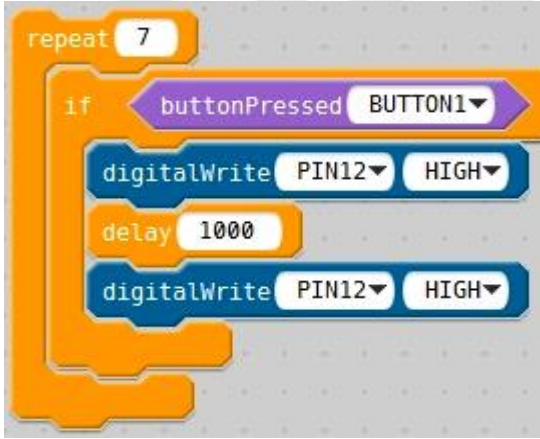




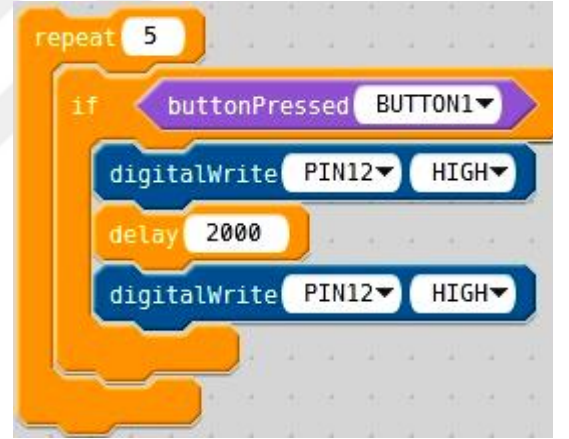
24)

Yukarıdaki kod blokları kullanılarak buton sayesinde belli aralıklarla titreşim motorunun durmasını, çalışmasını ve tekrarlamasını sağlayan bir akıllı cihaz geliştirilmiştir. Benzer bir şekilde, aynı donanımları kullanarak, butona basıldığında bu defa titreşim motorunun önce 5 saniye çalıştığı, sonra 5 saniye kapandığı ve kod bloklarının 2 kez tekrar etmesini sağlamak üzere geliştirilen bir akıllı cihazın kod blokları aşağıdakilerden hangisi olabilir?

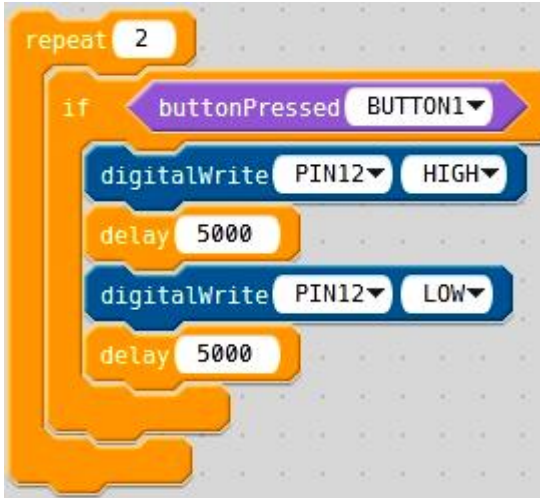
A)



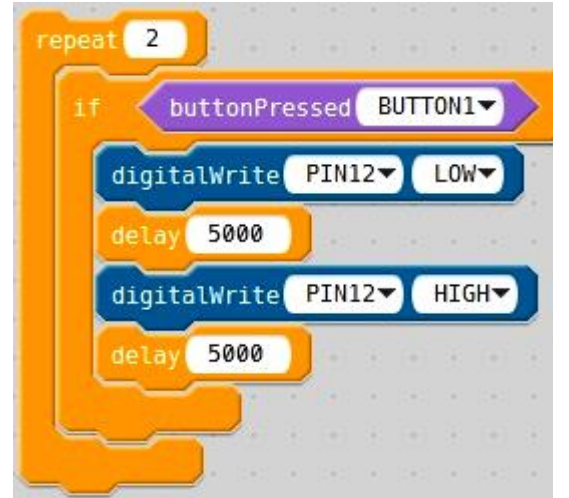
B)



C)



D)



BAŞARILAR DİLERİM
ESRA PARLAK



EK 3. Çocuklar İçin Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği- B Formu

Çocuklar İçin Üst Bilişsel Farkındalık Ölçeği (ÜBFÖ-Ç) B Formu

Ad-Soyad :

Sınıf :

Sevgili öğrenciler,

Aşağıda, öğrenirken neler yaptığınızı ortaya çıkarmaya yönelik 18 adet madde bulunmaktadır. Doğru ya da yanlış cevap yoktur. Lütfen maddelerin her birini dikkatle okuyarak size en uygun gelen kutucuğu işaretleyiniz. Araştırmaya katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

	Asla	Nadiren	Bazen	Sık sık	Her zaman
1) Bir şeyi anlayıp anlamadığımı bilirim.					
2) İhtiyacım olduğunda kendi kendime öğrenebilirim.					
3) Daha önce işime yaramış olan çalışma yollarını kullanmaya gayret ederim.					
4)Öğretmenin neyi öğrenmemi istediğini bilirim.					
5) Konu hakkında daha önceden bir şeyler biliyorsam daha iyi öğrenirim.					
6) Şekil ve şema çizmek bir konuyu daha iyi anlamamı sağlar.					
7) Çalışmam sona erdiğinde kendime öğrenmek istediğim konuyu öğrenip öğrenemediğimi sorarım.					
8) Bir sorunu çözmek için birçok yol düşünür, aralarından en iyi olanını seçerim.					
9) Çalışmaya başlamadan önce ne öğrenmem gerektiğini düşünürüm.					
10)Yeni bir şey öğrenirken kendi kendime ne kadar öğrenebildiğimi sorarım.					
11) Önemli bilgileri çok dikkatli dinlerim.					
12) İlgimi çeken konuları daha iyi öğrenirim.					
13) Öğrenirken zayıf yönlerim üstesinden gelmek için bana kolay gelen öğrenme yollarını kullanırım.					
14) Çalıştığım konuya bağlı olarak farklı öğrenme yollarını kullanırım.					
15) Ara sıra durup öğretmenin verdiği görevi zamanında bitirip bitiremeyeceğimi kontrol ederim.					
16) Bazen öğrenme yollarını otomatik olarak kullanırım.					
17) Öğretmenin verdiği bir işi bitirdikten sonra kendime, bu işi yapmanın daha kolay bir yolu olup olmadığını sorarım.					
18) Bir işe başlamadan önce nelerin yapılması gerektiğine karar veririm.					

EK 4. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecine İlişkin Görüşme Soruları

1. Akıllı cihaz geliştirme ile ilgili gerçekleştirdiğiniz projede size en fazla keyif veren neydi?
2. Akıllı cihaz geliştirme ile ilgili gerçekleştirdiğiniz projenizde en çok sizi ne zorladı? (Zaman, materyal, ekip çalışması... vb.)
3. Geliştirdiğiniz akıllı cihaz hangi konuda, nasıl bir fayda sağlamaktadır?
4. Akıllı cihaz geliştirmenin size sağladığı katkılar nelerdir?
5. Önümüzdeki yıllarda bu konu ile ilgili neler yapmayı planlıyorsunuz?
 - Yeni projeler yapmak ister misiniz?
 - Bu alanda yeni dersler almak ister misiniz?
 - Okul ortamınız uygun mu?
6. Çalışmanız sonunda ne tür deneyimler kazandınız?
 - Bilimsel araştırma süreci
 - Proje yönetimi
7. Akıllı cihaz geliştirme projesi boyunca öğrendikleriniz, diğer derslerinize nasıl katkı sağlayabilir?
8. Bu projeye benzer başka ne tür projeler yapılabilir? Siz bunlara katkı sağlamak ister misiniz? Neden?
9. Akıllı cihaz geliştirirken işbirliği içinde çalışmanın sağladığı avantaj ve dezavantajlarla ilgili ne düşünüyorsunuz?
10. Proje ile ilgili belirtmek istediğiniz başka görüş ve önerileriniz var mı?

EK 5. Giyilebilir Teknoloji Geliştirmenin Dikiş Bölümüne İlişkin Görüşme Formu

1. Hayalindeki bir tasarımı gerçekleştirmek için kumaşları kesip, dikerek tasarımına uygun bir şekilde ürün ortaya çıkarabileceğini düşünüyör musunuz? Bunun için neler yaparsınız?

2. Lilypad’ın dikilebileceği kumaşlar, kıyafetler ya da aksesuarlar hakkında ne düşünüyörsünüz?

- Kumaşın, kıyafet ya da aksesuarın kalitesi ve uygunluğu önemli midir?
- Kalitesini ve uygun olup olmadığını nasıl anlarsınız?

3. Tasarlayacağınız giyilebilir teknolojinin görüntüsünü estetik olarak en iyi hale getirmek için neler yaparsınız?

4. Giyilebilir bir akıllı cihaz üretirken, teknolojiyi bir kumaş, kıyafet ya da aksesuara dikmenin avantajları sizce nelerdir?

5. Lilypad donanımlarını bir kumaş, kıyafet ya da aksesuara dikerken ne tür zorluklarla karşılaştınız?

6. Üretim aşamalarınızdan / sürecinizden bahseder misiniz?

- Sizce üretim aşamanızın en önemli bileşenleri nelerdir?

7. Giyilebilir bir akıllı cihaz üretim aşamasında, Lilypad donanımlarını dikerken dikkat edilmesi gereken noktalar nelerdir?

EK 6. Araştırma İzni



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 14588481-605.99-E.11297613
Konu : Araştırma İzni

08.06.2018

KEÇİÖREN KAYMAKAMLIĞINA
(İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü)

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2017/25 nolu Genelgesi.
b) Ankara Üniversitesi'nin 02/05/2018 tarih ve E.1966 sayılı yazısı.

Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı Eğitim Teknolojisi Doktora Programı öğrencisi Esra PARLAK'ın **"Gömülü Sistem Uygulamalarının Programlama Özyeterliliğine, Akıllı Cihaz Geliştirme Becerisine, Üstbilişsel Farkındalığa ve Akademik Başarıya Etkisi"** konulu tez çalışması uygulama talebi Araştırma Komisyonumuzca incelenmiş olup ilçenize bağlı Şehit Mustafa Ünal Ortaokulunda uygulamanın yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Uygulama formunun (18 sayfa) uygulama yapılacak sayıda araştırmacı tarafından çoğaltılarak, araştırmanın ilgi (a) genelge çerçevesinde, ilçe milli eğitim müdürlüklerinin sorumluluğunda okul ve kurum yöneticileri de uygun gördüğü takdirde gönüllülük esasına göre yazımız ekinde gönderilen mühürlü uygulama araçlarının uygulanmasına izin verilmesini rica ederim.

Vefa BARDAKCI
Vali a.
Milli Eğitim Müdürü

EK:
Uygulama formu (18 sayfa)

Adres: Alparslan Türkeş cad. Emniyet Mah.4/A
Yenimahalle/ANKARA
Elektronik Ağ: ankara.meb.gov.tr
e-posta: istatistik06@meb.gov.tr

Bilgi için: A.ARDA
Tel: 0 (312) 221 02 17
Faks: 0 (312) 221 02 16

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 59ee-09a9-377e-a6bc-1975 kodu ile teyit edilebilir.



T.C.
KEÇİÖREN KAYMAKAMLIĞI
İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 84725282-605.01-E.11359536
Konu : Araştırma İzni
(Esra PARLAK)

11.06.2018

**ŞEHİT MUSTAFA ÜNAL ORTAOKULU MÜDÜRLÜĞÜNE
KEÇİÖREN**

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2017/25 nolu Genelgesi.
b) Ankara Üniversitesi'nin 02/05/2018 tarih ve E.1966 sayılı yazısı.
c) Ankara Valiliği İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nün 08.06.2018 tarih ve 14588481-605.99.E.11297613 sayılı yazısı.

Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı Eğitim Teknolojisi Doktora Programı öğrencisi Esra PARLAK'ın "**Gömülü Sistem Uygulamalarının Programlama Özyeterliliğine, Akıllı Cihaz Geliştirme Becerisine, Üstbilişsel Farkındalığa ve Akademik Başarıya Etkisi**" konulu tez çalışması kapsamında uygulama yapma talebinin uygun görüldüğüne dair, Ankara Valiliği İl Milli Eğitim Müdürlüğünün ilgi (c) yazısı ekte gönderilmiştir.

Söz konusu araştırmanın eğitim ve öğretimi aksatmayacak şekilde **gönüllülük esasına** dayalı şekilde, yazımız ekinde gönderilen mühürlü uygulama araçlarının uygulanması hususunda;

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Osman KOÇ
Müdür a.
Şube Müdürü

EKLER:

1-Yazı (19 sayfa)

EK 7. Akıllı Cihaz Geliştirmeye İlişkin Kazanımlar ve Eşleştirilen Sorular

- Elektronik devre için kullanılan kavramları tanımlar(direnç, kısa devre, seri ve paralel bağlama). Soru 1,2,3, 12.
- Analog, dijital, PWM ve GND(Toprak) pinlerini kavramlarını tanıır ve bu pinlere uygun bağlantıları sağlar. Soru 4,5,6, 21.
- Programlama için kullanılan kavramları tanımlar. Soru 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22.
- Elektronik devrenin çalışma mantığına ilişkin yaklaşım geliştirir. Soru 7, 8, 9, 10, 11.
- Problem durumu için algoritma oluşturur ve algoritmayı kod bloklarına dönüştürür. Soru 13, 14, 15, 16, 17, 23.
- Elektronik devrenin gereken bağlantılarını sağlar. Soru 7, 8, 9, 10, 11.
- Programı çalıştırmak için uygun derleyiciyi kullanır. Soru 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22.
- Programın hatasız çalışarak sonuç üretmesini sağlar. Soru 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23.
- Problem durumuna uygun olarak akıllı cihaz için kod bloklarını tamamlar. Soru 20, 24, 25.
- Geliştirilecek olan akıllı cihazı farklı durumlara uygular. Soru 24, 25.
- Elektronik devrede hatayı tespit eder ve sorunu giderir. Soru 12, 23.
- Verilen bir problemi çözmek için akıllı cihaz geliştirir. Soru 14, 15.
- Geliştirdiği akıllı cihaz için kullandığı donanım ve yazılımı, başka bir akıllı cihaz geliştirmek için kullanır. Soru 24, 25.

EK 8. Bloom'un Taksonomisi - Bilişsel Alan'a Göre Soruların Dağılımını Gösteren Belirtke Tablosu

		BİLGİ	KAVRAMA	UYGULAMA	ANALİZ	SENTEZ	DEĞERLENDİRME	TOPLAM
KONULAR	KAZANIMLAR	*Elektronik devre için kullanılan kavramları tanımlar. *Analog ve dijital pinleri kavramlarını tanımlar. *Programlama için kullanılan kavramları tanımlar.	*Elektronik devrenin çalışma mantığına ilişkin yaklaşım geliştirir. *Problem durumu için algoritma oluşturur ve algoritmayı kod bloklarıyla dönüştürür.	*Elektronik devrenin gereken bağlantıları sağlar. *Analog ve dijital pinlere uygun bağlantıları sağlar. *Programı çalıştırmak için uygun derleyiciyi kullanır. *Programın hatasız çalışarak sonuç üretmesini sağlar. *Problem durumuna uygun olarak akıllı cihaz için kod bloklarıyla tamamlar. *Kod bloklarıyla mikrodenetleyiciye yükler.	*Geliştirilecek olan akıllı cihazı farklı durumlara uygular. *Elektronik devrede hatayı tespit eder ve sorunu giderir. *Programlamada hatalı kodları yeniden derler.	*Verilen bir problemi çözmek için akıllı cihaz geliştirir. *Geliştirdiği akıllı cihaz için kullandığı donanım ve yazılımı, başka bir akıllı cihaz geliştirmek için kullanır.	Geliştirdiği akıllı cihaz için kullandığı donanım ve yazılımı, başka bir akıllı cihaz geliştirmek için kullanır.	
Elektronik devre								
Programlama								
TOPLAM								

EK 9. Akıllı Cihaz Geliştirme Sürecine İlişkin Görüşme Kodlama Anahtarı Örneği

Tema	Kodlar	Evet	Hayır	Açıklama
Akıllı cihaz geliştirme sürecinde en fazla keyif veren	E-devre			
	Kodlama			
	Çalıştığını görmek			
Akıllı cihaz geliştirme sürecinde en çok zorlayan	E-devre			
	Ekip çalışması			
	Fikir çatışması			
	Zaman			
Akıllı cihaz geliştirmenin sağladığı fayda	Bilgileri Pekiştirme			
	Güvenlik			
	Tedbir alma			
	E-devre kurma			
Akıllı cihaz geliştirmenin size sağladığı katkı	Derslere katkı			
	Meslek edinme			
	Ev hanımlarına yardım			
	Problem çözme			
	Ürün geliştirme			
Akıllı cihaz geliştirme ile ilgili yapılacak planlar	Projeler yapmak			
	Ders almak			
	Uygun sınıf/atölye oluşturulmalı			
	Sınıf mevcutları azalmalı			
	Bireysel çalışma			
Akıllı cihaz geliştirme sürecinde kazanılan deneyimler	Problem çözme			
	İşbirliği			
	Akıllı cihaz geliştirme			
	Yeni bilgiler öğrenme			
	Zaman yönetimi			
Katkı sağlayacağı dersler	Matematik			
	Fen Bilimleri			
	İngilizce			
	Teknoloji ve Tasarım			

Yapılabilecek benzer projeler	Park sensörü				
	Sıcaklığa göre klimaları çalıştıran akıllı cihaz				
	Depremi haber veren akıllı cihaz				
	Akıllı şapka				
	Elbise rengini değiştiren akıllı cihaz				
	Hayvanları ve bitkileri tanımayı sağlayan akıllı cihaz				
	İş kazasını önlemek için bir akıllı cihaz				
	Sıcaklığa göre renk değiştiren akıllı elbise				
	Denizdeki tuz yoğunluğunu ölçen akıllı cihaz				
	Hastanın kanama durumunu tespit eden akıllı cihaz				
	Su altı sıcaklığını ölçen akıllı cihaz				
	Akıllı nakliyat				
İşbirliği içinde çalışmanın avantaj ve dezavantajları	Avantaj	A: Fikir dayanışması			
		A: Yardımlaşma			
		A: Motivasyon			
		A: Zaman tasarrufu			
		A: İş bölümü			
	Dezavantaj	D: Fikir çatışması			
		D: Eşit çalışmama			
		D: Dikkatin dağılması			
		D:Yapılanlara müdahale			

EK 10. Çocuklar İçin Üst Bilişsel Farkındalık Ölçeği (ÜBFÖ-Ç) B Formu Kullanım İzni

← → ↻ <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMfcgxmZTRjzdKPxsZFgRGXkLrCMkqCQ> Duraklatıldı A

Uygulamalar Google Akademik EBA, Eğitim Bilim ... MİLLÎ EĞİTİM BAKA... T.C. Millî Eğitim Bak... Şehit Mustafa Ünal ... Giriş Yap

≡ Gmail

+ E-Posta Yaz

Gelen Kutusu 27

★ Yıldızlı
⌚ Ertelendi
➤ Önemli
➤ Gönderilmiş Postalar
📎 Taslaklar 80

Bir sorun var.

Google'a bağlanmakta sorun yaşıyoruz. Denemeye devam edeceğiz...

Bu durum, ağ veya proxy sorunlarından kaynaklanıyor olabilir. [Daha fazla bilgi](#). Lütfen doğrudan [Hangouts](#)'a erişmeyi deneyin.

Hatalar: 301

Seda SARAÇ 28 Şub 2018 Çar 12:31 ☆ ↶ ⋮

Alıcı: ben

Merhaba Esra hocam,
Çalışmamıza göstermiş olduğun ilgiden dolayı teşekkür ederiz. Elbette kullanabilirsin. B formunu kullanman gerekecektir. Ekte gönderiyorum.
İyi çalışmalar

Yrd. Doç. Dr. Seda SARAÇ
Bahçeşehir Üniversitesi
Temel Eğitim Bölüm Başkanı
Okul Öncesi Öğretmenliği Anabilim Dalı Başkanı
Okul Öncesi Eğitimi Yüksek Lisans Koordinatörü



UBFO_B.pdf

← → ↻ <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMfcgxmZTRjzdKPxsZFgRGXkLrCMkqCQ> Duraklatıldı A

Uygulamalar Google Akademik EBA, Eğitim Bilim ... MİLLÎ EĞİTİM BAKA... T.C. Millî Eğitim Bak... Şehit Mustafa Ünal ... Giriş Yap

≡ Gmail

+ E-Posta Yaz

Gelen Kutusu 27

★ Yıldızlı
⌚ Ertelendi
➤ Önemli
➤ Gönderilmiş Postalar
📎 Taslaklar 80

Bir sorun var.

Google'a bağlanmakta sorun yaşıyoruz. Denemeye devam edeceğiz...

Bu durum, ağ veya proxy sorunlarından kaynaklanıyor olabilir. [Daha fazla bilgi](#). Lütfen doğrudan [Hangouts](#)'a erişmeyi deneyin.

Hatalar: 302

ŞERİFE SEMA KARAKELLE 5 Mar 2018 Pzt 21:59 ☆ ↶ ⋮

Alıcı: ben

Esra hanım

Elbette kullanabilirsiniz.

Çalışmalarınızda kolaylıklar dilerim.

Merhaba Hocam,
Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eğitim Teknolojisi doktora öğrencisiyim. Tez çalışmam için, izniniz doğrultusunda Çocuklar İçin Üst Bilişsel Farkındalık Ölçeğinin (ÜBFÖ-Ç) B formunu, ortaokul öğrencilerim için kullanmak istiyorum.

Kolaylıklar dilerim,
Saygılarımla...

Esra PARLAK

EK 11. Akıllı Cihaz Geliştirme Süreci Performans Rubriği Ölçütleri

ÖLÇÜTLER	
Elektronik Devre	Direnç <i>(Elektronik bir devrede akımın miktarının farkına varılması, direnç kullanarak sorunsuz bir şekilde devrenin çalışmasını sağlamak amaçlanmaktadır).</i>
	İletkenlik/Elektriğin İletimi <i>(Elektronik bir devrede iletken ve yalıtkan malzemelerin bilinmesi, ve doğru şekilde kullanılması ile elektriğin sorunsuz bir şekilde iletimini sağlamak amaçlanmaktadır).</i>
	Paralel ve Seri Bağlama <i>(Bir devrede kullanılacak malzemelerin seri ya da paralel bağlanmasının bilinmesi ve ona göre devrenin kurulması amaçlanmaktadır).</i>
	Kısa Devre <i>(Bir elektronik devrede kısa devre olmaması için gerekli önlemleri alarak devrenin kurulması amaçlanmaktadır)</i>
	Devre Bağlantısı <i>(Elektronik devrenin programlama öncesinde doğru bir şekilde kurulması, bağlantıların doğru sağlanarak sorunsuz bir şekilde çalışması amaçlanmaktadır).</i>
Programlama	Giriş→ İşlem→Çıkış <i>(Analog, dijital, PWM ve GND(toprak) pin kavramlarının tanımlanması ve bu pinlere uygun bağlantıların sağlanması amaçlanmaktadır).</i> Analog Pinler (A0, A1, A2, A3, A4, A5): 0-1023 arası değer alabilir. Dijital Pinler(Pin 2, Pin4, Pin7, Pin8, Pin12, Pin13): 0-1(yok-var) değerini alabilir. PWM Pinleri(Pin 3, Pin5, Pin6, Pin9, Pin10, Pin11): 0-255 arası değer alabilir. GND (Toprak) Pini: Donanımın eksi (-) ucu GND'ye bağlanır.
	Kod Blokları <i>(Yazılımdaki kontroller, koşullar, döngüler, giriş, çıkış, işlemler vb. kod bloklarının çalışma mantığını bilerek kod bloklarının eksiksiz tamamlanması amaçlanmaktadır).</i>

	Mikrodenetleyici Kart Ve Port Seçimi <i>(Yazılım çalıştırıldığında, doğru mikrodenetleyici kartının seçilmesi ve yazılıma doğru mikrodenetleyici kart ve port tanıtımının yapılması amaçlanmaktadır).</i>
	Algoritma <i>(Akıllı cihaz geliştirmek için gerekli olan algoritmanın doğru olarak oluşturulması amaçlanmaktadır).</i>
	Kod Bloklarının Mikrodenetleyici Karta Yüklenmesi <i>(Akıllı cihaz geliştirmek için yazdığı kodların karta doğru bir şekilde yüklenmesi amaçlanmaktadır).</i>



EK 12. Uygulama Sürecinde Kullanılan Günlük Plan Örneği

Dersin adı	Bilişim Teknolojileri ve Yazılım
Sınıf	6. Sınıf
Hafta	1
Dersin Konusu	Elektronik Devre ve Lilypad Donanımları Tanıtımı
Süre	40 + 40 Dakika
Öğrenci Kazanımları /Hedef ve Davranışlar	*Elektronik devre için kullanılan kavramları tanımlar (direnç, kısa devre, seri ve paralel bağlama). *Elektronik devrenin çalışma mantığına ilişkin yaklaşım geliştirir. *Elektronik devrenin gereken bağlantılarını sağlar.
Öğrenme – Öğretme Etkinlikleri • Dikkat Çekme • Güdüleme • Gözden Geçirme • Derse Geçiş • Bireysel Öğrenme Etkinlikleri • Grupla Öğrenme Etkinlikleri • Özet	*Öğretmen öğrencilere elektronik devre, direnç, kısa devre, seri ve paralel bağlama kavramlarını daha önce bilip bilmediklerini sorar ve öğrencilerin dönütlerine göre kavramlar ile ilgili açıklamalar yapar. *Direncin ne amaçla kullanılacağı belirtilir. *Devrenin hangi durumlarda kısa devre yapacağı, devrelerin seri ve paralel bağlanmaları hakkında bilgi verilir. *Kısa devre ile ilgili e-devre şekilleri gösterilir. Sonrasında öğrencilere şekiller gösterilir ve hangi devrelerde kısa devre olacağı sorulur. *Seri ve paralel bağlı e-devre şekilleri gösterilir. Sonrasında öğrencilere seri ve paralel bağlı devre şekilleri gösterilir ve hangi devrelerin seri hangi devrelerin paralel bağlandığı sorulur.
Ölçme Değerlendirme • Bireysel öğrenme etkinliklerine yönelik Ölçme-Değerlendirme • Grupla öğrenme etkinliklerine yönelik Ölçme-Değerlendirme	Öğrencilerden verilen şekillere göre devrelerin bağlanmalarıyla ilgili sorular sorularak öğrenci kazanımları tespit edilir.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Elektronik devrenin fen bilimleri, bilişim teknolojileri, teknoloji tasarım dersleri ile ilişkilendirilebilir. Örneğin; Fen bilimleri dersinde öğrenciler e-devre kurma hakkında bilgi edinirler, sonrasında bilişim teknolojileri ve yazılım dersi için bir akıllı cihaz geliştirebilir ya da teknoloji tasarım dersi için ışıklı bir maket geliştirebilirler.

EK 13. Giyilebilir Teknolojiler Geliştiren Deney Grubu Öğrencilerine Verilen Problem Durumları

1. Öğrenciler kış aylarında hava karanlık iken okula gitmekte ya da okuldan dönmektedirler. Öğrencilerin güvenlikleri için, özellikle araçlar tarafından karanlıkta fark edilmesi için nasıl bir akıllı cihaz tasarlıyorsunuz?
2. Çocuk ve bebeklerde yüksek ateş kalıcı sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Anne ve babalar çocukların ateşini belirlemede ateş ölçer ya da ellerini kullanmaktadırlar. Çocuğun ateşinin hemen farkında varılması için nasıl bir akıllı cihaz tasarlıyorsunuz?



EK 14. Ankara Üniversitesi Etik Kurul Onayı

ANKARA ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ALT ETİK KURULU KARAR ÖRNEĞİ

Karar Tarihi : 09/12/2019
Toplantı Sayısı : 14
Karar Sayısı : 427

427- Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Anabilim Dalı doktora öğrencisi **Esra Parlak**'ın "Gömülü Sistem Uygulamalarının Programlama Özyeterliliğine, Akıllı Cihaz Geliştirme Becerisine, Üstbilişsel Farkındalığa ve Akademik Başarıya Etkisi" başlıklı tezi ile ilgili 28/11/2019 tarihli "İnsan Üzerinde Yapılan Klinik Dışı Araştırmalar Başvuru Formu" Etik Kurulumuzca incelendi.

Araştırmanın aydınlatılmış onam formunun uygun biçimde hazırlandığı, görüşme sorularının yansız olduğu ve ayrımcı ifadeler içermediği, yöntemsel tutarlığın bulunduğu, dolayısıyla araştırma tasarımının etik açıdan uygun olduğu görülmekle birlikte; Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Anabilim Dalı doktora öğrencisi **Esra Parlak**'ın "Gömülü Sistem Uygulamalarının Programlama Özyeterliliğine, Akıllı Cihaz Geliştirme Becerisine, Üstbilişsel Farkındalığa ve Akademik Başarıya Etkisi" başlıklı tezi tamamlanmış bir tez çalışması olduğundan Etik Kurul onay belgesi verilememektedir.

BENZERLİK BİLDİRİMİ

“Gömülü Sistem Uygulamalarının Akıllı Cihaz Geliştirme Performansına, Üstbilişsel Farkındalığa ve Akademik Başarıya Etkisi” başlıklı tezimin ana bölümü (ön bölüm, kaynaklar ve ekler hariç) Turnitin İntihali Engelleme Programı aracılığıyla incelenmiş ve ilgili rapor danışmanım tarafından da kontrol edilmiştir. Kontrol sırasında (1) “Beş sözcükten daha az olan benzeşmeler” (2) “Kaynaklar” (3) “Doğrudan alıntılar” dışarıda tutulmuştur. Benzerlik kontrolüne ilişkin rapordan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Rapor Tarihi	:	09.06.2021
Gönderim Numarası	:	1603342357
Sayfa Sayısı	:	140
Sözcük Sayısı	:	35742
Karakter Sayısı	:	262713
Benzerlik Oranı	:	%9
Savunma Tarihi	:	29.06.2021

Yukarıda belirtilen sonuçları gösteren Turnitin İntihali Engelleme Programı’na ilişkin orijinal raporu, sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmaksızın bu beyanım ekinde Enstitüye teslim ettiğimi, tezimin %10’dan fazla benzerlik oranı içerdiğinin belirlenmesi durumunda, bundan doğabilecek tüm yasal sorumluluğu kabul ettiğimi bildirir, saygılarımı sunarım.

Öğrencinin Adı Soyadı : Esra PARLAK

Tarih : 09.06.2021

İmza :

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Esra PARLAK

E-Posta Adresi :

İş Deneyimi :

Unvan	Görev Yeri	Yıl
Öğretmen	Sungu İlköğretim Okulu, Muş	2009-2010
Uzman Öğretmen	Keçiören Şehit Mustafa Ünal Ortaokulu (Eski adı Danişment Çiçekli Ortaokulu), Ankara	2010-Devam etmekte

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Doktora	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi/ Eğitim Teknolojisi	Ankara Üniversitesi	2014-2021
Yüksek Lisans	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi	Gazi Üniversitesi	2007-2010
Lisans	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	2001-2007

Yayınlar

Tezler

Altunbilek, E. (2010) . Eğitim Yazılımlarının Kullanılabilirliklerinin Değerlendirilmesi: Dyned Eğitim Yazılımı Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara. (Danışman: Yrd. Doç. Dr. Selçuk ÖZDEMİR)

Makaleler

Parlak, E. (2016). Web Tabanlı Eğitim Platformlarının Kullanılabilirliklerinin Değerlendirilmesi: Khan Academy Örneği. Journal of Research in Education and Teaching, 5(1), 137-146. Erişim adresi: http://www.jret.org/FileUpload/ks281142/File/15a.esra_parlak.pdf

Bildiriler

Alper, A., **Parlak, E.**, Tekin, A. ve Çelebi Malçok, F. (2018). Bilişim Teknolojileri Öğretmenlerinin İş Yüğü. 1. Uluslararası Eğitim ve Sosyal Bilimlerde Yeni Ufuklar Kongresi Bildiriler Kitabı, 9-11 Nisan 2018, İstanbul, Türkiye. doi: 10.21733/ibad.471372

Alper, A. ve **Parlak, E.** (2017, Mayıs). Kodlama Eğitimi İçin Kullanılan Oyun Tabanlı Öğrenme Ortamlarının Değerlendirilmesi. 11. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu, Malatya: İnönü Üniversitesi.

