

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ ÖĞRETMENLİĞİ
BİLİM DALI

MESLEKİ EĞİTİMDE TEKNOLOJİYE BAĞLI YETERLİLİKLERİN
GELİŞTİRİLMESİNDE NESNELERİN İNTERNETİ (IoT) EĞİTİMİ

MURAT ADNAN TAMER
(Doktora Tezi)

İstanbul, 2021

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ ÖĞRETMENLİĞİ
BİLİM DALI

MESLEKİ EĞİTİMDE TEKNOLOJİYE BAĞLI YETERLİLİKLERİN
GELİŞTİRİLMESİNDE NESNELERİN İNTERNETİ (IoT) EĞİTİMİ

INTERNET OF THINGS (IoT) TRAINING IN DEVELOPING TECHNOLOGY-
RELATED COMPETENCES IN VOCATIONAL EDUCATION

MURAT ADNAN TAMER
(Doktora Tezi)

Danışman
Prof. Dr. Nesrin Özdenir Dönmez

İstanbul, 2021

**Tüm kullanım hakları
M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne aittir.
© 2021**

**Bu alışma, TÜBİTAK 4004 Doğa ve Bilim Okulları Destek Programı,
118B543 ve 218B027 numaralı projeler kapsamında desteklenmiştir.**

ETİK BEYAN

Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü Lisans Üstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırladığım çalışmamda;

- Sunduğum bilgileri, dokümanları ve verileri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi.
- Çalışmamda yararlanılan eserlerin tamamına atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi.
- Elde ettiğim verilerde ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı bildirir, aksi durumda aleyhimde oluşabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

14.06.2021

Murat Adnan TAMER

ÖZGEÇMİŞ

2000-2004

Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi
Elektronik ve Haberleşme Öğretmenliği Eğitimi
Bölümü Lisans

2004-2007

Kırklareli Merkez Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
Elektrik-Elektronik Teknolojileri Öğretmeni

2004-2008

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,
Teknoloji Eğitimi Yüksek Lisans

2008- (Halen)

Şişli Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Elektrik-
Elektronik Teknolojileri Öğretmeni

2015

Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü,
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Doktora

ÖN SÖZ

Doktora eğitimi ve tez sürecimin başından bu yana benden desteğini hiçbir zaman esirgemeyen beni hep daha iyisini yapma konusunda teşvik eden ve cesaretlendiren danışmanım sayın Prof. Dr. Nesrin Özdenir Dönmez hocama teşekkürlerimi sunarım. Tezin tüm aşamalarında özellikle saha çalışmaları sürecindeki destekleri, tıkanmış hissettiğim, yılgınlığa düştüğüm anlarda yol göstericiliği, hatalarım ve yanlışlarımda gösterdiği sabır ve öğreticiliği ile hayatımın geri kalanında da benim için bir yol gösterici olacaktır. Tez çalışmamda saha uygulamalarının projelendirilmesi, çalışma grubunda yer alan değerli öğretmen, öğrenci ve kurum yöneticilerini motive eden iletişimi ve verdiği eğitimler, Türkiye'nin farklı bölgelerine tez çalışması adına gerçekleştirdiği ziyaretler ile zorlu bir uygulama sürecinin başarıyla sonuçlandırılmasında büyük emeği bulunmaktadır.

Tez izleme komitesinde yer alan, çalışmalarımı sabırla ve titizlikle izleyen bölüm hocam Dr. Öğr. Üyesi Feride Karaca'ya lisans eğitimimden bu yana üzerimde emeği olan ve saha süreçlerinde de desteğini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Buket Doğan hocama teşekkür ederim. Tez jürimde yer alan değerli hocam Doc. Dr. Yavuz Samur ve saha çalışmalarında desteğini ve emeğini esirgemeyen değerli Dr. Öğr. Üyesi Aliye Saraç hocama teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma süreçlerini yerinde izleyen, sorularımızı yanıtsız bırakmayan TUBİTAK 4004 Doğa ve Bilim Okulları destek ekibine, eğitici eğitimi ve proje sunumlarında mekân desteği sağlayan Marmara Üniversitesi ve Nişantaşı Üniversitesine, uygulama süreçlerinin gerçekleştirildiği Şişli, Haydarpaşa, Gazeteci Çetin Altan, Mardin, Gürsu, Karşıyaka, Bahçecik, Ereğli, Bünyan Mesleki ve Teknik Anadolu Liseleri yönetici, öğretmen ve öğrencilerine, Kocaeli, Konya, Bursa, Kayseri, Elazığ Bilim Merkezi yönetici ve öğretmenlerine katılımları için teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca uygulama süreçlerinde görev alan uzman, rehber akademisyen ve öğretmenlere teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçteki en büyük teşekkürüm desteğini üzerimden eksik etmeyen, gösterdiği sabır ve sevgi ile hep yanımda olan sevgili eşim ve yaşam kaynağım olan sevgili çocuklarımdır.

Murat Adnan Tamer, 2021

ÖZET

Dijital devrimin önemli bir ayağını oluşturan nesnelerin interneti (Internet of things - IoT), endüstriyel ve geniş ölçekli sistemlerden son kullanıcıya yönelik üretim ve hizmet sektörlerine kadar birçok alanı etkilemektedir. Nesnelerin İnterneti teknolojilerinin etkilediği meslek alanlarında ihtiyaç duyulan işgücü niteliklerinin belirlenmesi, bu alanda verilmek istenen mesleki eğitim ve iş tanımlarının yapılmasına kaynaklık edebilir. Bu çalışma, mesleki eğitimin teknolojik dönüşüme hızlı bir şekilde adapte olabilmesi ve bu dönüşüm ile birlikte iş dünyasının talep ettiği yeterliliklere sahip insan gücünü yetiştirebilmesi problemini temel alarak tasarlanmıştır. Bu kapsamda, çalışmada nesnelerin interneti yeterlilikleri tanımlanarak, bu yeterlilikleri kazandırmayı hedefleyen bir öğretim programının tasarımı gerçekleştirilmiş ve etkileri incelenmiştir.

Tasarım tabanlı araştırma yöntemi kullanılarak ve iki döngüde gerçekleştirilen bu çalışma 2018 – 2019 eğitim öğretim yılında Türkiye’nin farklı bölgelerinde 2 üniversite, 9 meslek lisesi ve 5 bilim merkezinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Nesnelerin interneti yeterliliklerinin belirlenmesi süreci akademik, mesleki eğitim ve ilgili sektörlerden 15 kişilik bir uzman grubu ile birlikte yürütülmüştür. Çalışmaya meslek lisesi bilişim teknolojileri alanından 51, endüstriyel otomasyon teknolojileri alanından 10 ve elektrik-elektronik teknolojileri alanından 88 öğrenci katılmıştır. Çalışma grubunda ayrıca 14 teknik öğretmen ve 5 bilim merkezi eğitmeni yer almıştır. Araştırmada öğretmen ve eğitmenlere ilk döngüde iki gün, ikinci döngüde ise dört gün olmak üzere İstanbul’da iki üniversitede eğitici eğitimi verilmiştir. Nesnelerin interneti öğretim programı, öğrencilerin bulundukları okullarda ve bilim merkezlerinde her iki döngüde de 12 hafta boyunca uygulanmıştır. Ayrıca öğretim programı boyunca öğrenciler takımlara ayrılarak nesnelerin interneti alanında bir proje çalışması yürütmüşlerdir. Program sonunda öğrencilerin projelerinin değerlendirilmesi için ilk döngüde İstanbul’da, ikinci döngüde ise bulundukları ilin bilim merkezinde iki gün boyunca proje sergi etkinlikleri düzenlenmiştir.

Araştırmada yeterliliklere ulaşma düzeyi ve proje değerlendirmesinde “Yeterlilik Düzeyini Belirleme Testi” ve “Öğrenci Projelerini Değerlendirme Formu” kullanılmıştır. Öğretim programı ve programın uygulanması ile oluşan etkileri değerlendirmek amacıyla “Öğrenci Görüşme Formu”, “Öğretmen Görüşme Formu”, “Program Gözlem Formu” aracılığıyla toplanan veriler içerik analizi ile çözümlenerek kodlanmış ve temalar oluşturulmuştur.

Araştırma bulgularına göre nesnelerin interneti teknolojileri alanında 10 yeterlilik ve her bir yeterliliği detaylandıran toplam 37 alt yetkinlik tanımlanmıştır. Bu yeterlilikler, Avrupa Yeterlilik Çerçevesinde (AYÇ) belirtilen seviye tanımlarına uygun olarak meslek lisesi seviyesinde (AYÇ 4. Seviye) tanımlanmıştır. Yeterlilikler donanım, yazılım ve ağ iletişimi disiplinlerinin yanında, nesnelerin interneti alanında güvenlik gizlilik ve etik riskleri tanıma ve çözüm üretme konularını içermektedir. Yeterlilikler arasında aynı zamanda temel programlama becerileri de yer almaktadır. Nesnelerin interneti yeterlilikleri için temel elektronik becerisine sahip olma, bir ön koşul olarak tanımlanmıştır.

Nesnelerin interneti öğretim programının oluşturulmasında bu çalışma kapsamında geliştirilen ve farklı program geliştirme modellerinin sentezlendiği Nesnelerin İnterneti Öğretim Programı Geliştirme Modeli kullanılmıştır. Öğretim programı atölye/uygulama ve proje yapımı olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Araştırma bulguları, nesnelerin interneti öğretim programının meslek liselerinde öğrenci ve öğretmenleri daha fazla disiplinler arası çalışmaya yönelttiği, öğrencilerin proje geliştirme ve nesnelerin interneti teknolojilerine karşı ilgi ve özgüvenlerinin arttığı, nesnelerin interneti eğitici eğitiminin öğretmenlerin bu alandaki ihtiyaç ve beklentilerini karşıladığı yönündedir. Öğretim sürecinde kullanılan fiziksel programlama platformlarına (FPP) ilişkin bulgular arasında FPP'lerinin ithal olması nedeniyle yabancı dilde arayüz ve Türkçe içerik eksikliğinin öğrenciler açısından ilgi ve motivasyon kaybına yol açtığı, FPP seçiminde güncelleme, alternatif donanım bulundurma, daha sade ve bağlantı sorunsuz platformlarla çalışması gerektiği yer almaktadır. Ayrıca meslek liselerinde kullanılan MEB internet ağına, programda kullanılan donanımlar güvenlik protokolü nedeniyle bağlanamamıştır. Bu durumun nesnelerin interneti öğretiminin uygulanmasında zaman kaybı, maliyet gibi çeşitli sorunlara neden olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma bulgularına göre öğretim programı sonunda öğrencilerin yeterliliklere ulaşma düzeyinin değerlendirilmesinde, birinci döngüde kontrol grubu ile deney grubu arasında gerçekleştirilen karşılaştırmada deney grubu lehine anlamlı bir farklılık elde edilmiştir. İkinci döngüde yeterliliklere ulaşma düzeyini değerlendirmek için gerçekleştirilen karşılaştırmada ise son test lehine anlamlı bir fark elde edilmiştir. Değerlendirme sonuçlarının alan ve sınıf bazında karşılaştırılmasında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Bu çalışma kapsamında hazırlanan nesnelerin interneti yeterlilikleri, nesnelerin interneti teknolojilerinin dönüştürdüğü ya da yeni ortaya çıkan işlerin tanımlanması ve

belgelendirilmesi açısından önemli görülmektedir. Araştırma kapsamında geliştirilen nesnelerin interneti öğretim programının, öğrencilerin kendi alanlarındaki güncel teknolojileri anlayabilmelerine katkı sağlayacağı ve bu teknolojilere kolay adapte olacakları düşünülmekte, bu yönüyle de çalışma önemli görülmektedir. Araştırmanın bir diğer önemi, çalışma boyunca FPP'lerinde karşılaşılan sorunların derlenmesi ve bu sorunların çözümünü odağına alan bir geliştirme kartı tasarım çalışmasının üniversite - sanayi işbirliği kapsamında başlatılmasıdır.

Anahtar Kelimler: Nesnelerin İnterneti, Mesleki Yeterlilikler, Mesleki ve Teknik Eğitim, Program Geliştirme, Fiziksel Programlama Platformları



ABSTRACT

The internet of things (IoT), which constitutes an important part of the digital revolution, affects many areas from industrially, large-scale systems to manufacturing and service sectors for the end user. Determining the workforce qualifications needed in the occupational fields affected by the Internet of Things technologies can be a source for the vocational training and job descriptions to be given in this field. This study is designed on the basis of the problem of adapting vocational education to technologic revolution in a fast and effective way and training labor with competencies depending on the technology demanded by the business world. In this context, in the study, the Internet of Things competencies were defined, and the design of a curriculum aimed at gaining these competencies was carried out and its effects were examined.

This study, which was carried out in two cycles using a design-based research method, was carried out in the 2018 - 2019 academic year with the participation of 2 universities, 9 vocational high schools and 5 science centers in different regions of Turkey. The process of determining the competencies of the Internet of Things was carried out with an expert group of 15 people from academic, teacher and related sectors. In the study group, 51 students from the field of vocational high school information technologies, 10 students from the field of industrial automation technologies and 88 students from the field of electrical-electronic technologies are included. There were also 14 technical teachers and 5 science center trainers in the working group. In the study, teachers and trainers were trained in two universities in Istanbul for two days in the first cycle and four days in the second cycle. The Internet of Things curriculum was implemented in schools and science centers where students are located in both cycles for 12 weeks. At the end of the program, to evaluate improvement of the projects of the students. project exhibition activities were organized for two days in Istanbul in the first cycle and in the science centers in the second cycle. In the research, "Test for Determining Proficiency Level" and "Student Projects Evaluation Form" were used for the level of reaching qualifications and project evaluation. In order to evaluate the effects of the curriculum and its implementation, the data collected through the "Student Interview Form", "Teacher Interview Form", "Programme Observation Form" were analyzed by content analysis and coded and themes were formed.

According to the findings of the research, 10 related competencies for Internet of Things technologies and a total of 37 sub-competencies detailing each competency were defined.

These qualifications are defined at the vocational high school level (EQF 4th Level) in accordance with the level definitions specified in the European Qualifications Framework (EQF). Competencies include hardware, software and network communication disciplines, as well as recognizing security, confidentiality and ethical risks in the field of Internet of Things and generating solutions. Competences also include basic programming skills. Basic electronics skills are defined as prerequisites for Internet of Things competencies.

The Internet of Things Curriculum Development Model, which was developed within the scope of this study and in which different program development models were synthesized, was used in the creation of the Internet of Things curriculum. The curriculum consists of two stages: workshop/practice and project making. Research findings show that the Internet of Things curriculum directs students and teachers to more interdisciplinary work in vocational high schools, students' interest and self-confidence in project development and Internet of Things technologies increase, and Internet of Things educator training meets the needs and expectations. Among the findings regarding the physical programming platforms (FPP) used in the teaching process, foreign language interface and the lack of Turkish content caused a decrease interest and motivation for students. In addition, the hardware used in the program could not be connected to the MEB internet network used in vocational high schools due to the security protocol. It has been determined that this situation causes various problems such as loss of time and cost in the implementation of IoT teaching.

According to the findings of the research, while evaluation of the curriculum, a significant difference was found in favor of the experimental group while comparing between the control group and the experimental group in the first cycle. In the second cycle, in the evaluation of the program, a significant difference was found in favor of the post-test in the comparison of pre-test and post-test. While comparing of the evaluation results on the basis of field and class, no significant difference was found.

The Internet of Things competencies prepared within the scope of this study are considered important in terms of identifying and documenting the works affected by this technology. It is thought that the Internet of Things curriculum developed within the scope of the research will contribute to the students' understanding of current technologies in their fields and will be easily adapted. Another importance of the research is the compilation of the problems encountered in FPPs throughout the study and the initiation of a development

card design study that focuses on the solution of these problems within the scope of university - industry cooperation.

Key Words: Internet of Things, Vocational Qualifications, Vocational and Technical Education, Program Development, Physical Programming Platforms



İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	i
ÖZGEÇMİŞ.....	ii
ÖN SÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	x
KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ.....	xiii
TABLolar LİSTESİ	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xviii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem.....	1
1.2. Amaç.....	6
1.3. Araştırma soruları	7
1.4. Önem.....	8
1.5. Sınırlılıklar.....	11
1.6. Varsayımlar.....	12
1.7. Tanımlar ve Kısaltmalar	12
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	15
2.1. Nesnelerin İnterneti.....	15
2.1.1. Dördüncü Sanayi Devrimi	15
2.1.2. Nesnelerin İnterneti tarihçesi ve tanımı.....	16
2.1.3. Nesnelerin interneti teknolojilerinin getirdiği yenilikler ve riskler	18
2.1.4. Nesnelerin interneti eğitimi	19
2.2. Mesleki Eğitimde Program Geliştirme	22
2.2.1. Mesleki Eğitim	22
2.2.2. Program Geliştirme.....	26

2.2.3. Program geliştirmede öğrenme-öğretme süreçleri	34
2.3. Nesnelerin İnterneti Yeterlilikleri ve Mesleki Eğitim	40
2.3.1. İş süreçlerinde teknolojiye bağlı yeterliliklerin durumu.....	40
2.3.2. Nesnelerin interneti ile ilişkili kazanımlar.....	41
2.3.3. Mesleki eğitimde nesnelerin interneti eğitimi	43
3. YÖNTEM	45
3.1. Araştırma Modeli	45
3.2. Araştırma Süreci	46
3.2.1. Nesnelerin interneti öğretim programı tasarım modeli.....	47
3.2.2. Nesnelerin interneti öğretim programı planlanma, geliştirme ve revizyon süreçleri	50
3.2.3. Nesnelerin interneti öğretim programı uygulama süreçleri.....	55
3.2.4. Nesnelerin interneti öğretim programının değerlendirilmesi	63
3.3. Çalışma Grubu	64
3.3.1. Yeterlilik tasarımı uzman danışma grubu (YTUDG)	64
3.3.2. Program geliştirme çalışma grubu (PGÇG).....	66
3.3.3. Öğrenci çalışma grubu.....	68
3.4. Veri Toplama Araçları	71
3.4.1. Yeterlilik düzeyini belirleme testi (YDBT).....	71
3.4.2. Öğrenci Projelerini Değerlendirme Formu (ÖPDF).....	76
3.4.3. Görüşmeler	77
3.4.4. Program gözlem formu	78
3.4.5. Nitel veri toplama araçlarında geçerlik ve güvenirlik	79
3.5. Verilerin Toplanması	83
3.6. Verilerin Analizi	85
4. BULGULAR VE YORUMLAR	87
4.1. Araştırmanın Birinci Döngüsüne İlişkin Bulgular.....	87

4.1.1. Nesnelerin interneti yeterliliklerinin tasarımı	87
4.1.2. Nesnelerin interneti öğretim programı	100
4.1.3. Programın değerlendirilmesi	101
4.2. Araştırmanın İkinci Döngüsüne İlişkin Bulgular.....	138
4.2.1. Programın revizyonu	138
4.2.2. Programın değerlendirilmesi	142
5. SONUÇ VE TARTIŞMA	173
6. ÖNERİLER.....	173
KAYNAKÇA	198
EKLER	217
EK 1. YETERLİLİKLERE ULAŞMA DÜZEYİNİ BELİRLEME TESTİ (YDBT)	217
EK 2. ÖĞRENCİ PROJELERİNİ DEĞERLENDİRME FORMU (ÖPDF).....	225
EK 3. ÖĞRETMENLER İLE GÖRÜŞME FORMU.....	226
EK 4. ÖĞRENCİ GÖRÜŞME FORMU	227
EK 5. PROGRAM GÖZLEM FORMU.....	228
EK 6. NESNELERİN İNTERNETİ TASLAK YETERLİLİKLERİ DEĞERLENDİRME FORMU	229
EK 7. NESNELERİN İNTERNETİ İKİNCİ DEĞERLENDİRME FORMU	232
EK 8. NESNELERİN İNTERNETİ ALT YETKİNLİKLERİ DEĞERLENDİRME FORMU	234
EK 9. BİRİNCİ DÖNGÜ HAFTALIK DERS PLANI	236
EK 10. İKİNCİ DÖNGÜ HAFTALIK DERS PLANI.....	258

KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ

AYÇ	Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi
FPP	Fiziksel Programlama Platformu
IDE	Integrated Development Environment (Tümleşik Geliştirme Ortamı)
IoT	Internet of things (Nesnelerin interneti)
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
MYK	Mesleki Yeterlilik Kurumu
PISA	Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel Ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TYÇ	Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Avrupa'daki Program Geliştirme Modellerinin Karşılaştırılması *	28
Tablo 2.2. Bilişsel Alana Göre Öğretim Strateji, Yöntem ve Teknikleri	34
Tablo 3.1. Araştırma aşamaları ve kullanılan yöntem ve teknikler	47
Tablo 3.2. Dördüncü Seviye Yeterlilik Tanımı	50
Tablo 3.3. Nesnelerin İnterneti Öğretiminde Gerçekleştirilen Etkinliklerin İnşacı Öğrenme Aşamalarına Göre Sınıflandırılması	53
Tablo 3.4. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programı Birinci Döngü Uygulama Süreci	57
Tablo 3.5. Programı Uygulayacak Her Bir Öğretmene Tahsis Edilen Donanımlar	57
Tablo 3.6. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programı İkinci Döngü Uygulama Süreci	61
Tablo 3.7. Programı Uygulayacak Her Bir Öğretmene Tahsis Edilen Donanımlar	62
Tablo 3.8. YTUDG Çalışma Alanlarına İlişkin Bilgiler	65
Tablo 3.9. Program Çalışma Üyelerine İlişkin Bilgiler	67
Tablo 3.10. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programı Süreçlerinde Yer Alan Kurumların Görevlerine İlişkin Bilgiler	68
Tablo 3.11. Birinci Döngü Deney Grubuna İlişkin Demografik Bilgiler	69
Tablo 3.12. Birinci Döngü Kontrol Grubuna İlişkin Demografik Bilgiler	70
Tablo 3.13. İkinci Döngü Öğrenci Çalışma Grubuna İlişkin Demografik Bilgiler	70
Tablo 3.14. YDBT Madde Belirtke Tablosu	71
Tablo 3.15. YDBT Kapsam Geçerliliği Belirlenmesinde Uzman Grubuna İlişkin Bilgiler	72
Tablo 3.16. YDBT'ne İlişkin Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksi	75
Tablo 3.17. ÖPDF Puanlar ve Tanımları	76
Tablo 3.18. Araştırmanın Nitel Boyutunda Kullanılan Geçerlik ve Güvenirlik Yöntemleri	79
Tablo 3.19. Nitel Verilerin Toplanmasında Kullanılan Çeşitleme Yöntemi	80
Tablo 3.20. Cohen's Kappa Değerleri ve Yorumları	82
Tablo 3.21. Araştırma Sorularına İlişkin Uyum Yüzdesi ve Yorumlar	83
Tablo 3.22. Birinci ve ikinci döngü süreçlerine ait iş/zaman tablosu	84
Tablo 4.1. Nesnelerin İnterneti Taslak Yeterlilikleri	89
Tablo 4.2. Uzman Grubun Değerlendirmesine İlişkin Yönerge	90
Tablo 4.3. Taslak Yeterliliklere İlişkin Puanların Aritmetik Ortalaması	90
Tablo 4.4. Nesnelerin İnterneti Yeterliliklerine İlişkin KGO Değerleri	95

Tablo 4.5. Nesnelerin İnterneti Alt Yetkinliklerine İlişkin Kapsam Geçerlilik Oranları (birinci değerlendirme)	96
Tablo 4.6. Nesnelerin İnterneti Alt Yetkinliklerine İlişkin KGO değerleri (ikinci değerlendirme)	99
Tablo 4.7. Nesnelerin İnterneti Yeterliliklerinin Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Olarak Gruplandırılması	100
Tablo 4.8. Normal Dağılım Varsayımının Test Edilmesinde Kolmogorov-Smirnov Testine İlişkin Bulgular	101
Tablo 4.9 Deney ve Kontrol Grupları Ön Test YDBT Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular	102
Tablo 4.10. Deney ve Kontrol Gruplarının Son Test YDBT Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular	102
Tablo 4.11. Deney ve Kontrol Grupları Son Test YDBT Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları.....	103
Tablo 4.12. Deney Ve Kontrol Grubu Son Test YDBT Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular.	103
Tablo 4.13. Deney ve Kontrol Gruplarının Puanlarının Yeterlilik Bazında Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular	104
Tablo 4.14. Sınıf Bazında Deney Grubu Son Test YDBT Puanına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları	106
Tablo 4.15. Sınıf düzeyine göre Son Test YDBT Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular.....	106
Tablo 4.16. Sınıf düzeyine göre Son Test YDBT Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular	107
Tablo 4.17. Sınıf Düzeyine Göre Her Bir Yeterliliğe İlişkin Puanın Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular	107
Tablo 4.18. Alan Grupları ile Son Test YDBT Puanlarının Karşılaştırılmasında Kruskall Wallis Testine İlişkin Bulgular	108
Tablo 4.19. Alan Bazında Deney Grubu Son Test YDBT Puanına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları	109
Tablo 4.20. YDBT Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Son Test Puanlarının Alan Bazında Karşılaştırılmasında Kruskall Wallis Testine İlişkin Bulgular	110
Tablo 4.21. Alan Gruplarının Her Bir Yeterliliğe İlişkin Puanın Karşılaştırılmasında Kruskall Wallis Testine İlişkin Bulgular	111

Tablo 4.22. ÖPDF Ortalama Puan Aralıklarına Karşılık Gelen İfadeler.....	112
Tablo 4.23. ÖPDF Proje Konusunun Değerlendirilmesi Boyutu Altında Yer Alan Ortalama Puanlar	112
Tablo 4.24. ÖPDF Prototipin Değerlendirilmesi Boyutunda Yer Alan Ortalama Puanlar	113
Tablo 4.25. ÖPDF Proje Sunumunun Değerlendirilmesi Boyutu Altında Yer Alan Ortalama Puanlar.....	114
Tablo 4.26. Öğretim Ortamının İşlenen Derse Yönelik Varsa Olumsuz Etkileri Ve Yetersiz Kaldığı Durumların Haftalara Göre Raporlanması	118
Tablo 4.27. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programında Kullanılan Fiziksel Programlama Platformları Hakkında Öğretmen Görüşleri.....	121
Tablo 4.28. Fiziksel Programlama Platformlarının Kullanımına İlişkin Değerlendirmelerin Raporlanması	122
Tablo 4.29. Uygulamalarda Karşılaşılan Zorlukların Gözlenmesine İlişkin Değerlendirmeler	125
Tablo 4.30. Proje Geliştirme Sürecinde Karşılaşılan Zorluklara İlişkin Temalar	131
Tablo 4.31. Programın Uygulandığı Öğretim Ortamında Gerçekleştirilen Revizyonlar ..	138
Tablo 4.32. Konu Diziliminde Gerçekleştirilen Revizyona İlişkin Bilgiler.....	139
Tablo 4.33. Kullanılan Donanım Ve Yazılımlar İle İlgili Revizyonlar.....	140
Tablo 4.34. Program İçeriğinde Tespit Edilen Durumlar Ve Gerçekleştirilen Revizyonlar	141
Tablo 4.35. Normal Dağılım Varsayımının Test Edilmesine İlişkin Bulgular.....	143
Tablo 4.36. YDBT Ön Test Ve Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları	143
Tablo 4.37. Nesnelerin İnterneti Eğitimi Öncesi Ve Sonrası YDBT Puanlarının Karşılaştırılmasında Wilcoxon İşaretli Sıralar Testine İlişkin Bulgular	144
Tablo 4.38. Son Test YDBT Puanına İlişkin Sınıf Bazında Betimsel İstatistik Sonuçları	146
Tablo 4.39. Sınıf Gruplarının YDBT Puanlarının Karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Testine İlişkin Bulgular.....	147
Tablo 4.40. Sınıf Gruplarının Son Test YDBT Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Puanlarının Karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Testine İlişkin Bulgular	147
Tablo 4.41. Sınıf Gruplarının Son Test YDBT’de Her Bir Yeterliliğe İlişkin Puanın Karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Testine İlişkin Bulgular	148
Tablo 4.42. Son Test YDBT Puanına İlişkin Alan Bazında Betimsel İstatistik Sonuçları	149
Tablo 4.43. Alan Gruplarının YDBT Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular.....	149

Tablo 4.44. Alan Gruplarının Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular	150
Tablo 4.45. Alan Gruplarının Her Bir Yeterliliğe İlişkin Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testi Sonuçları	150
Tablo 4.46. ÖPDF Proje Konusunun Değerlendirilmesi Boyutu Altında Yer Alan Ortalama Puanlar	151
Tablo 4.47. ÖPDF Prototipin Değerlendirilmesi Boyutu Altında Yer Alan Ortalama Puanlar	152
Tablo 4.48. ÖPDF Proje Sunumunun Değerlendirilmesi Boyutu Altında Yer Alan Ortalama Puanlar.....	153
Tablo 4.49. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programında Kullanılan Fiziksel Programlama Platformları Hakkında Öğretmen Görüşleri.....	159

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. IoT'nin dört katmanlı yapısı.....	17
Şekil 2.2. IoT referans modeli (Cisco, 2014a).....	18
Şekil 2.3. Buzz-Boarding Deney Kiti Parçalarının Bir Kısım (Callaghan, 2012).....	20
Şekil 2.4. Blok Programlama İle Programlanabilen IoT Donanımı (Makeblock, 2020).....	21
Şekil 2.5. Blok Programlama İle IoT Uygulamaları Gerçekleştirilebilen Çevrimiçi Bir Platform.....	21
Şekil 2.6. Raspberry Pi Geliştirme Kartı (Wikipedi, 2020).....	22
Şekil 2.7. Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi Bilgi, Beceri ve Yetkinlik Tanımları (MYK, 2020)	25
Şekil 2.8. Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi Dördüncü Seviye Tanımları (MYK, 2020)	26
Şekil 2.9. Taba-Tyler Program Geliştirme Modeli (White, 1988 aktaran Demirel, 2015) .	29
Şekil 2.10. MEB Program Geliştirme Modeli (MEB, 2004, Eylül 01)	30
Şekil 2.11. Demirel Program Geliştirme Modeli (Demirel, 2015)	31
Şekil 2.12. Yeterliliğe Dayalı Program Geliştirme Adımları (Gebbie ve Gill, 2008).....	33
Şekil 2.13. İnşacılık Yaklaşımında Aşamalar.....	36
Şekil 2.14. IoT ile İlgili Çekirdek Kazanımlar	42
Şekil 3.1. Araştırma Modeli	46
Şekil 3.2. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programı Geliştirme Modeli	49
Şekil 3.3. Delphi Süreci Anket Turlarını Yönetme Aşamaları.....	52
Şekil 3.4. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programında Revize Edilen Durumlar	54
Şekil 3.5. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programı Uygulama Aşamaları.....	56
Şekil 3.6. Birinci Döngü Eğitici Eğitiminden Kareler Ve Video QR Kodu (Nişantaşı Üniversitesi – 10.09.2018)	58
Şekil 3.7. Birinci Döngü Eğitim Süreci (Gazeteci Çetin Altan Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi).....	59
Şekil 3.8. Proje Tabanlı Süreç İle İlgili Çalışmalar (Şişli Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi).....	59
Şekil 3.9. Proje Sunum Etkinliği (Nişantaşı Üniversitesi – 15.02.2019)	60
Şekil 3.10. Proje Sunum Etkinliklerinde Öğrenci Ve Öğretmenlerin Deneyimlerini Paylaştıkları Panel (Nişantaşı Üniversitesi – 16.02.2019).....	60
Şekil 3.11. İkinci Döngü Eğitici Eğitimi	62
Şekil 3.12. Proje Sunum Etkinliği (Kayseri, Elazığ, Kocaeli ve Konya Bilim Merkezi)....	63

Şekil 3.13. YDBT Soruları İçin Uzman Görüşü Alınması	73
Şekil 3.14. YDBT’nden KGO Düşük Bulunduğu İçin Çıkarılan Sorular	74
Şekil 4.1. Deney Ve Kontrol Grubu YDBT Puan/Yüzde Dağılımı.....	105
Şekil 4.2. Deney Ve Kontrol Grubu YDBT Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Puan Dağılımı ...	105
Şekil 4.3. Öğretmenlerin Program Öncesi Aldıkları Eğitime İlişkin Görüşleri	115
Şekil 4.4. Meslek Liselerindeki Öğretim Ortamının Programa Etkisine Yönelik Öğretmen Görüşleri.....	117
Şekil 4.5. Öğretmen Görüşleri Ve Program Gözlem Formunda Ortak ve Ayrışan Temalar	119
Şekil 4.6. Beceri İle İlgili Yeterliliklerin Öğretiminde, Öğretmenlerin Tercih Ettikleri FPP Donanım Ve Yazılımları	120
Şekil 4.7. Fiziksel Programlama Platformlarının Kullanımına Yönelik Öğrenci Görüşleri	124
Şekil 4.8. Nesnelerin İnterneti Alanında Proje Geliştirme Sürecinin Öğrencilere Yönelik Etkisine İlişkin Öğretmen Görüşleri	127
Şekil 4.9. Nesnelerin İnterneti Proje Geliştirme Sürecine Yönelik Öğrenci Görüşleri.....	129
Şekil 4.10. Öğretmen Görüşleri Ve Program Gözlem Formunda Ortak ve Ayrışan Temalar	130
Şekil 4.11. Proje Geliştirme Sürecinde Yaşanan Zorluklar İçin Ortak ve Ayrışan Temalar	132
Şekil 4.12. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programının Öğrencilere Yönelik Etkisine İlişkin Öğretmen Görüşleri.....	133
Şekil 4.13. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programına Yönelik Öğrenci Görüşleri	134
Şekil 4.14. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programının Öğrencilere Etkisinde Ortak ve Ayrışan Temalar.....	135
Şekil 4.15. Nesnelerin İnterneti Öğretim Sürecinin Mesleki Yaşamlarına Etkisine İlişkin Öğretmen Görüşleri.....	136
Şekil 4.16. Nesnelerin İnterneti Öğretim Sürecinin Mesleki Yaşamlarına Etkisine İlişkin Öğrenci Görüşleri.....	137
Şekil 4.17. YDBT Ön Test Ve Son Test Puan/Yüzde Dağılımı.....	145
Şekil 4.18. YDBT Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Puanlarının Ön Test Ve Son Test Dağılımı	145
Şekil 4.19. Öğretmenlerin Program Öncesi Aldıkları Eğitime İlişkin Görüşleri	154

Şekil 4.20. Öğretmenlerin Program Öncesi Aldıkları Eğitime İlişkin Birinci ve İkinci Döngü Görüşleri Ortak Ve Ayrışan Yanlar	155
Şekil 4.21. Meslek Liselerindeki Öğretim Ortamının Programa Etkisine Yönelik Öğretmen Görüşleri.....	156
Şekil 4.22. Öğretim Ortamının Programa Etkisine İlişkin Birinci ve İkinci Döngü Görüşleri Ortak Ve Ayrışan Yanlar	157
Şekil 4.23. Beceri İle İlgili Yeterliliklerin Öğretiminde, Öğretmenlerin Tercih Ettikleri FPP Donanım Ve Yazılımları	158
Şekil 4.24. Fiziksel Programlama Platformlarının Kullanımına Yönelik Öğrenci Görüşleri	160
Şekil 4.25. Öğretim Ortamının Programa Etkisine İlişkin Birinci ve İkinci Döngü Görüşleri Ortak Ve Ayrışan Yanlar	161
Şekil 4.26. Nesnelerin İnterneti Alanında Proje Geliştirme Sürecinin Öğrencilere Yönelik Etkisine İlişkin Öğretmen Görüşleri	162
Şekil 4.27. Proje Geliştirme Sürecinin Öğrencilere Yönelik Etkisine İlişkin Birinci ve İkinci Döngü Öğretmen Görüşleri Ortak Ve Ayrışan Yanlar	163
Şekil 4.28. Nesnelerin İnterneti Proje Geliştirme Sürecine Yönelik Öğrenci Görüşleri ...	164
Şekil 4.29. Nesnelerin İnterneti Alanında Proje Geliştirme Sürecine Yönelik Birinci ve İkinci Döngü Öğrenci Görüşleri Ortak Ve Ayrışan Yanlar	165
Şekil 4.30. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programının Öğrencilere Yönelik Etkisine İlişkin Öğretmen Görüşleri.....	166
Şekil 4.31. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programının Öğrencilere Yönelik Etkisine İlişkin Birinci ve İkinci Döngü Öğretmen Görüşleri Ortak Ve Ayrışan Yanlar	167
Şekil 4.32. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programına Yönelik Öğrenci Görüşleri	167
Şekil 4.33. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programı İle İlgili Her İki Döngüde Öğrenci Görüşlerine İlişkin Ortak Ve Ayrışan Temalar	168
Şekil 4.34. Nesnelerin İnterneti Öğretim Sürecinin Mesleki Yaşamlarına Etkisine İlişkin Öğretmen Görüşleri.....	169
Şekil 4.35. Nesnelerin İnterneti Öğretim Sürecinin Öğretmenlerin Mesleki Yaşamlarına Etkisi İle İlgili Her İki Döngüde Öğretmen Görüşlerine İlişkin Ortak Ve Ayrışan Temalar.....	170
Şekil 4.36. Nesnelerin İnterneti Öğretim Sürecinin Mesleki Yaşamlarına Etkisine İlişkin Öğrenci Görüşleri.....	171

Şekil 4.37. Nesnelerin İnterneti Öğretim Sürecinin Öğrencilerin Mesleki Yaşamlarına Etkisi İle İlgili Her İki Döngüde Öğrenci Görüşlerine İlişkin Ortak Ve Ayrışan Temalar	172
--	-----



1. GİRİŞ

1.1. Problem

Modernleşme tarihi boyunca üretim/sanayi süreçlerinde özellikle teknolojiye bağlı radikal değişimler, insanların dünyayı algılama biçimlerini ve sosyolojik yapıyı derinden etkileyebilmiştir (Schwab, 2016, p. 15). Tarihteki bu keskin dönüşler “sanayi devrimi” olarak ifade edilir ve kaynaklar, modern tarihe ait üç sanayi devriminden söz etmektedir. (Teich, Porter, ve Gustafsson, 1996; Horn, Rosenband, ve Smith, 2010; Schwab, 2016). Günümüzde ise akıllı otomasyon, bağlı cihazlar, makine öğrenmesi, nanoteknoloji, yenilenebilir enerji, kuantum bilgi işleme gibi birçok alanda 21. Yüzyıl başlarından itibaren yaşanan gelişmeler dördüncü bir sanayi devriminin içinde olduğuna işaret etmektedir (Schwab, 2016, p. 16). Bu süreç, 2011 Hannover akıllı fabrikalar fuarının açılış konuşmasında Kagermann, Lukas, ve Wahlster (2011) tarafından “Endüstri 4.0” olarak tanımlanmış ve geniş bir kabul almıştır. Sanayi devrimleri, tüm dünya ölçeğinde aynı anda yaşanmamaktadır. Schwab (2016, p. 17) bu duruma ilişkin olarak, üçüncü sanayi devriminin yaşandığı dönemde dünya nüfusunun yarısından fazlasının internet erişiminin olmadığı, ikinci sanayi devriminin yaşandığı dönemde 1,3 milyar insanın elektrik erişimi olmadığı ve birinci sanayi devrimine ait teknolojinin 120 yıl sonra Avrupa dışına çıkabildiği yönünde örnekler vermektedir. Bununla birlikte dördüncü sanayi devrimi, yayılım hızı açısından diğerlerine oranla çok daha geniş ölçekte olacağı tahmin edilmektedir (Schwab, 2016, p. 17). Çünkü dünya nüfusunun %59’u 2020 itibariyle internet erişimine sahiptir (Kemp, 2020, p. 7). Üstelik WEF (2015) verilerine göre ise 2025 yılına kadar dünya nüfusunun %90’ı internet erişimine sahip olacaktır. Dolayısıyla sanayi devriminin olumlu/olumsuz etkileri dünya ölçeğinde ve kısa zaman içinde hissedilebilir olacaktır. Rifkin (2015, p. 81) ise dördüncü sanayi devriminin akıllı altyapısını nesnelerin interneti kavramının (Internet of Things – IoT) oluşturduğunu iddia etmektedir. Nesnelerin interneti, dördüncü Sanayi devrimi kapsamında, endüstriyel ve geniş ölçekli sistemlerden son kullanıcıya yönelik üretim ve hizmet sektörlerine kadar birçok alanı etkilemektedir. Bu kavram, gerek günlük yaşamda kullanılan ve tüketilen gerekse endüstriyel boyutta kullanılan nesnelerin, ağ üzerinden çeşitli yazılımlar ile yönetilebildiği, verilerin toplanabildiği, nesnelerin birbirleri ile ve son kullanıcı ile haberleşebildiği düzlemleri kapsayan bir çatı terim olarak tanımlanabilir (Jankowski, Covello, Bellini, Ritchie, ve Costa, 2014). Sensor maliyetleri, enerji verimliliği ve bağlı cihazlar arasındaki iletişimin sınırlarını oluşturan bant genişliği

alanlarındaki çığır açıcı gelişmeler, ağa bağlı olmayı neredeyse her yerde ve her koşulda mümkün hale getirmiştir. Dünya çapında kullanılan bağlantılı cihazların 2021 itibarıyla 25 milyara ulaşması beklenmektedir (Gartner, 2018). 2025 yılı için ise tahmin edilen bağlı cihaz sayısı 1 trilyonun üzerindedir (WEF, 2015). Nesnelerin interneti sisteminin sağladığı akıllı altyapının bu kadar hızlı ilerlemesinin en büyük nedeni ise üretim miktarını arttırırken üretim maliyetini de aynı oranda düşürebilmesidir (Rifkin, 2015, p. 81). Nadel, Elliott, Sachs, ve Khan (2012) yaptıkları araştırmada dünya çapında sağlık harcamalarının %10'nun sistemlerdeki verimsizlikler nedeniyle boşa yapıldığını, endüstriyel internetin hayata geçmesi ile verimsizliğin %59'unun doğrudan kaldırılabilir nitelikte olduğunu belirtmektedirler. WEF (2015) raporunun bu konudaki öngörülerinden öne çıkan noktaları, her fiziksel ürünün gelecekte her yerde iletişim altyapılarına bağlanabileceği, evlere giden internet trafiğinin %50'den fazlasını cihaz ve aletlerin kullanacağı, akıllı şehirler sayesinde trafik lambalarına artık gerek kalmayacağı, otonom araçların giderek yaygınlaşacağı ve ekonomik modellerin dönüşeceği şeklindedir. Sensörler ve internet altyapısı ile toplanan verinin analizi gelecekte şu an hiç düşünülmeyen "şey"lerin üretimine imkân tanıyabilir (Gubbi, Buyya, Marusic, ve Palaniswami, 2013, p. 1646).

Üretim/sanayi sektörlerinde yaşanan bu teknolojik dönüşüm birçok iş modelini derinden etkileyebilmektedir. İş gücü ve makine etkileşimine dayalı mevcut iş modellerini etkileyen teknolojiye bağlı trendin 2018-2022 periyodunda iş gücü becerilerinin %42'sini değiştireceği öngörülmektedir (WEF, 2018). Aynı araştırma değişen becerilerin yeni teknolojilerde yeterlilikler kadar yaratıcılık, problem çözme ve eleştirel düşünme gibi becerilere giderek artan oranda ihtiyaç duyulacağı belirtmiştir. Bu bağlamda, kişisel yaşam alanlarından üretim yöntemlerine ve tüketim metalarına kadar her şeyin yeniden şekilleneceği ve bir dizi yeni iş tanımının oluşacağı bir teknolojik sürecin yaşandığı söylenebilir. Günümüz işlerinin rutinlerinden ve sınırlarından, yeni, daha önce hayal edilmemiş geleceklere geçiş yapıldığı için çevik bir öğrenme zihniyeti gerekmekte ve politika yapıcılarının yeni beceriler edinmeye yönelik eğitimde iyileştirmelere gitmeleri gerektiği düşünülmektedir. (WEF, 2018). Yakın dönemde "akıllı bina teknisyeni", "3 boyutlu organ üreticisi", "nesnelerin interneti teknisyeni" gibi yeni mesleklerin giderek yaygınlaşması ile birlikte söz konusu mesleklere yönelik insan kaynağı ve eğitimde dijital dönüşüm ihtiyacı ön plana çıkmaktadır. Daha ötesinde bazı mesleklerin isimleri, kullandığı teknolojik disiplin ile birlikte anılmaktadır. İş piyasasında medikal bilgi teknolojileri, robotik ve tarım, insan kaynakları ve veri analistliği gibi meslek tanımları kullanılmaya başlanmıştır

(Marr, 2017). Mashelkar 2016 tarihli bir söyleşisinde dijitalleşme ve otonom üretim sistemlerinin gelişmesi ile birlikte birçok mesleğin yok olacağını işsizlik ve istihdam krizlerinin yaşanabileceğini ancak, üretim ve ekonomik gelişmenin artmasından dolayı (üretimin otonomlaşması ve dijitalleşmenin üretime katkısı) yeni mesleklerin ortaya çıkacağını belirtmektedir (Tripathi, 2016). Ancak Rifkin (2015, p. 137) kitabında 2003 yılında 163 milyon kişinin çalıştığı fabrikalarda 2040 yılında sadece birkaç milyon kişinin çalışacağını tahmin etmekte ve fabrika/otonom işçiliğin sona ereceğini dolayısıyla becerilerin geliştirilmesine farklı bir bakış açısı getirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Olumlu/olumsuz yönlerinin yanında ekonomi ve sosyal yapıda radikal dönüşüme neden olan teknolojinin alt yapısında yer alan nesnelerin interneti teknolojisine 2022 yılında şirketlerin %75'inin geçmesi düşünülmektedir (WEF, 2018). Bu dönüşüm ile birlikte bazı yeni meslekler ve istihdam alanları da ortaya çıkacaktır. Ortaya çıkacak yeni meslekler ile 6,5 milyonluk istihdam sağlanabileceği belirtilmekle birlikte bugün ilkokulda okuyan öğrencilerin %65'nin gelecekte oluşacak mesleklerde çalışacağı tahmin edilmektedir (Erkul, 2019).

Üretim ve hizmet sektörlerinde yaşanan bu dönüşümün mesleki yeterlilikleri değiştirmeye başlaması (Gronau, Ullrich, ve Teichmann, 2017) mesleki eğitim sürecinin bu açıdan da ele alınmasını gerektirmiştir. Adıgüzel (2017) yetiştirdiği insan gücünün nitelikleri ile mesleki ve teknik eğitimin, ülkenin endüstriyel ve ekonomik kalkınmasını büyük ölçüde etkileme gücüne sahip olduğunu belirtmektedir. Teknolojik gelişme ve inovasyon, her zaman için iş akışlarını ve vasıflı işler için ihtiyaç duyulan yeterlilikleri etkilemiştir. Bu gelişimin yönü dolayısıyla -teknik, sosyal ve organizasyonel iş süreçlerinin birbirleriyle daha fazla bağlantılı olması- talep edilen iş gereksinimlerinin karmaşıklık düzeyini arttırabilmektedir (Gebhardt, Grimm, ve Neugebauer, 2015). Sektörler, problem çözme becerisi, stratejik düşünme ve yaratıcılığın yanı sıra teknik bilgiye sahip adayları bulmakta zorluk çekmektedir (Sharkov, Todorova, ve Sotiropoulou, 2020). Gebhardt vd. (2015) insan gücü ve otonom sistemlerin sadece üretim hızı değil teknik bilgi, sorun giderme, analitik çözüm üretebilme gibi noktalarda da çoktan rekabet halinde olduğunu vurgulamaktadır. Schwab (2016), ülkeler ve sektörlerin, işgücünü artan ölçüde yetenekli, bağlantılı ve akıllı hale gelecek olan makinelerle birlikte ve yan yana çalışacakları şekilde hazırlaması ve yeni eğitim modelleri geliştirmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Ülkemizde ise dönüşen teknoloji ve talep edilen becerileri karşılayabilmesi için mesleki eğitim politikaları ile ilgili önemli kararlar alınmıştır. Onuncu kalkınma planında (2014-2018) temel ve mesleki becerileri geliştirme programı kapsamında mesleki eğitimde yeterliliklerin arttırılması, çalışma hayatının gerektirdiği bilgi ve iletişim teknolojilerinin kazandırılması ve eğitim sistemi ile çalışma hayatı arasındaki ilişkinin güçlendirilmesi hedeflenmiştir (TCKB, 2013). Ayrıca 2019-2023 yıllarını kapsayan on birinci kalkınma planında ise dijital dönüşümün mesleki beceriler üzerindeki etkisi ve alınabilecek önlemler ile ilgili çok sayıda amaç belirlenmiştir. Belirlenen amaçlar arasında teknolojik gelişmelerin ortaya çıkardığı yeni beceri ihtiyaçlarının belirlenmesi, dijitalleşmenin meslekler üzerindeki etkisinin ölçeklendirilmesi ve ortaya çıkan yeni meslek alanlarında işgücü yetiştirilmesi bulunmaktadır (SBB, 2019). Bununla paralel olarak 2018 yılında tüm mesleki programların ulusal meslek standartlarına uyumu gerçekleştirilmiştir (Kasap, 2018).

Mesleki eğitimde sık sık karşılaşılan yeterlilik kavramını ise Westera (2001) standartlaştırılmamış durumlarda başarılı davranışlar üretme yeteneği olarak tanımlamaktadır. MYK ve Avrupa Yeterlilik Çerçevesi tavsiye kararında yeterlilik, yetkili bir otorite tarafından bireyin öğrenme kazanımlarını belirli standartlara göre edindiğinin bir değerlendirme ve geçerlilik kazandırma sürecinin sonunda belirlenmesi halinde elde edilen resmi çıktı olarak ifade edilmektedir (*Official journal of the european union*, 2008; MYK, 2020). Eğitim perspektifinde ise yeterlilik kavramı sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramlarına dayanan daha kapsamlı bir yaklaşımla ele alınmaktadır (Biemans, Nieuwenhuis, Poell, Mulder, ve Wesselink, 2004). Yeterlilik, belirli bir mesleğin faaliyetlerini etkin biçimde yerine getirmesini veya istihdamda beklenen standartlara uygun bir işlevi yerine getirmesini sağlayan bilgi, beceri ve yetkinliğin bir entegrasyonudur (Friesen ve Anderson, 2004; Sturing, Biemans, Mulder, ve De Bruijn, 2011).

Mesleki eğitimde ise becerilerin kazandırılmasında yeterlilik temelli öğretim yaklaşımları sıklıkla tercih edilir. Nitekim bilgi odaklı eğitim ile toplumsal ve örgütsel ihtiyaçlar arasındaki boşluk yeterlilik temelli öğrenme ve öğretime olan ilginin artmasına neden olmuştur (Sampson, Karampiperis, ve Fytros, 2007). Tütlys ve Spöttl (2017) ise mesleki eğitim müfredatlarının, günümüzde ve gelecekte bir meslekte veya faaliyet alanında gerçekleştirilecek görevleri tanımlayan içeriklerle başa çıkmak zorunda olduğuna işaret ederek müfredatlarda belirtilen yeterliliklerin mümkün mertebe iş dünyasının içeriğine dayandırılması gerektiğini ifade etmiştir.

Nesnelerin interneti teknolojileri ortaya çıktığı ilk zamanlardan bu yana ağırlıklı olarak üniversitelerin müfredatlarında yer almakta ve bilişim, ağ sistemleri ve elektronik mühendisliği ile ilgili disiplinlere entegre edildiği görülmektedir (Laird ve Bowen, 2016; Voas ve Laplante, 2017; Burd vd., 2018). Bununla birlikte, IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ve ACM (Association for Computing Machinery) kuruluşlarının lisans düzeyinde önerdiği bilgisayar bilimi müfredat standardına (CS2013) uygun nesnelerin interneti müfredatı geliştirilmiş ve bir üniversitede yazılım mühendisliği lisans programında uygulanmıştır (Laird ve Bowen, 2016). Bilişim, ağ ve elektronik mühendisliği disiplinleri dışında nesnelerin interneti tabanlı STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) eğitimi (He, Lo, Xie, ve Lartigue, 2016), E-ticaret alanında nesnelerin interneti uygulamaları (Bogdanovic, Simic, Milutinovic, Radenkovic, ve Despotovic-Zrakic, 2014) gibi farklı disiplinlere değinen eğitimler mevcuttur. Son yıllarda lisans öncesi eğitim düzeylerinde de nesnelerin interneti eğitiminin artan oranda verildiği görülmektedir (Lechelt, Rogers, Marquardt, ve Shum, 2016; Coursera, 2020; Standford, 2020). Ülkemizde ise 2017 yılından itibaren TUBİTAK, bakanlıklar ve çeşitli vakıfların işbirliği aracılığı ile ortaokul ve lise başlangıç çağındaki öğrencilere yönelik Deneyap atölyelerinde elektronik programlama ve nesnelerin interneti eğitimi verilmektedir (Deneyap, 2020).

Nesnelerin interneti teknolojilerinin mesleki eğitime yansımaları ise ancak yakın dönemde gerçekleşebilmiştir. Örneğin, Almanya’da mesleki eğitimde dijital yeterlilikleri güçlendirilmesi kapsamında IoT eğitimi, IoT teknolojilerinin eğitimde kullanılması gibi birçok proje son dönemde desteklenmiştir (Mohammadian, Mohammadian, ve Assante, 2020). Bununla birlikte, nesnelerin interneti alanında mesleki eğitim odaklı, proje tabanlı öğrenme yöntemlerinin vurgulandığı ve iş başı öğrenim tarzı ile gerçekleştirilen eğitim çalışmaları (Shiyong, Weili, Biqing, ve Deze, 2016; Burd vd., 2018; Mătăsaru, Scripcariu, ve Diaconu, 2018) ve IoT, yapay zeka ve makine öğrenmesi gibi yeni paradigma ve teknolojileri bir arada sunan müfredat geliştirme (Mătăsaru vd., 2018) çalışmaları bulunmaktadır.

Nesnelerin İnterneti teknolojilerinin etkilediği meslek alanlarında ihtiyaç duyulan işgücü niteliklerinin belirlenmesi ve bu nitelikleri mesleki ortaöğretim seviyesinde karşılayabilecek bir yeterlilik profilinin tanımlanması, bu alanda verilmek istenen mesleki eğitimlere ve özellikle ortaya çıkacak yeni işler ile ilgili yeterliliklerin oluşturulmasına kaynaklık edebilir. Ancak, nesnelerin interneti ile ilgili çeşitli düzey ve disiplinlerde

eğitimler verilmesine karşın bu alanda, belirli bir iş tanımı çerçevesinde oluşturulmuş bir müfredatın eksikliği göze çarpmaktadır. Nitekim Burd vd. (2018), nesnelerin interneti eğitimi alanındaki en önemli gereksinimlerden birinin, resmi olarak tanımlanmış nesnelerin interneti yetkinlikleri ile uyumlu bir müfredat tasarımı olduğunu belirtmektedir. Birçok Avrupa üniversitesi ve mesleki eğitim kurumunun dâhil olduğu bir projede AYÇ standartlarına uygun olarak 5. Seviyede veri bilimi ve IoT teknolojileri ile ilgili yeterlilikler belirlenmeye çalışılmış ve çok disiplinli bir Mesleki ve Teknik Eğitim müfredatı oluşturma çalışması gerçekleştirilmiştir (Sharkov vd., 2020). Ancak mesleki eğitimde yer alan bu çalışmaların tam anlamıyla mesleki ortaöğretimi kapsadığını söylemek güçtür. Nitekim Sharkov ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği bu çalışmada nesnelerin interneti yeterlilikleri 5. Seviyede tanımlanmıştır. AYÇ standartlarında 5. Seviye ön lisans düzeyi ile ilişkilendirilmektedir (MYK, 2020). Bu durumda, mesleki ortaöğretimi kapsayan ve AYÇ’de 4. Seviye olarak tanımlanan bir nesnelerin interneti yeterliliklerinin tanımlanması ihtiyacı olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, sadece nesnelerin interneti ile ilgili bir yeterlilik çerçevesi hazırlanmasının tek başına yeterli olmayacağı, bu yeterliliklerinin kazandırılması amacı ile mesleki ortaöğretim düzeyinde nesnelerin interneti öğretim programı geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Böylelikle, öğrencilerin gerek nesnelerin interneti yeterliliklerine gerekse öğrenim gördüğü mesleki alan ve okul sonrası iş yaşamında ihtiyaç duyacakları teknolojik yeterliliğe ulaşmalarına katkı sağlanabilir.

Bu çalışma mesleki eğitimin teknolojik dönüşüme hızlı ve etkili bir şekilde adapte olabilmesi ve iş dünyasının talep ettiği teknolojiye bağlı yeterliliklere sahip insan gücünü yetiştirebilmesi problemi temelinde tasarlanmıştır. Bu kapsamda, çalışma süresince nesnelerin interneti yeterlilik çerçevesi oluşturularak, bu yeterlilikleri kazandırmayı hedefleyen bir öğretim programının tasarımı gerçekleştirilmiş ve programın uygulanması sonucu elde edilen etkilerin problem durumun üzerindeki etkisi derinlemesine incelenmiştir.

1.2. Amaç

Bu çalışmanın amacı mesleki ve teknik ortaöğretim seviyesinde Nesnelerin İnterneti (IoT) ile ilgili bir yeterlilik profili oluşturmak ve oluşturulan yeterliliklerin kazanımına yönelik bir öğretim programı tasarlayıp uygulayarak yansımalarını değerlendirmektir.

Çalışma kapsamında aşağıda yer alan araştırma sorularına cevap aranmıştır.

1.3. Araştırma soruları

- 1) *Nesnelerin interneti yeterliliklerinin özelliklerine ilişkin araştırma soruları*
 - a) Mesleki eğitim seviyesinde nesnelerin interneti yeterlilikleri nelerdir?
 - b) Mesleki eğitim seviyesinde nesnelerin interneti yeterliliklerini tanımlayan alt yetkinlikler nelerdir?
- 2) *Geliştirilen öğretim programının, öğrencilerin, nesnelerin interneti yeterliliklerine ulaşmadaki etkisine yönelik araştırma soruları*
 - a) Geliştirilen öğretim programı, öğrencilerin, nesnelerin interneti yeterliliklerine ulaşmasını ne düzeyde karşılamaktadır?
 - b) Geliştirilen öğretim programı, farklı sınıf seviyelerinde okuyan öğrencilerin, nesnelerin interneti yeterliliklerine ulaşmasını ne düzeyde karşılamaktadır?
 - c) Geliştirilen öğretim programı, farklı mesleki alanlarda okuyan öğrencilerin, nesnelerin interneti yeterliliklerine ulaşmasını ne düzeyde karşılamaktadır?
- 3) *Nesnelerin interneti öğretim programı kapsamında yürütülen proje çalışmalarına yönelik araştırma soruları*
 - a) Öğrencilerin geliştirdikleri nesnelerin interneti projeleri, üretilen projelerin konusu açısından değerlendirildiğinde ne düzeydedir?
 - b) Öğrencilerin geliştirdikleri nesnelerin interneti projeleri, üretilen prototipler açısından değerlendirildiğinde ne düzeydedir?
 - c) Öğrencilerin, geliştirdikleri nesnelerin interneti projelerini sunma becerileri ne düzeydedir?
 - d) Nesnelerin interneti alanında proje geliştirme sürecinin öğrencilere yönelik etkisi konusunda öğretmen değerlendirmeleri nelerdir?
 - e) Öğrencilerin nesnelerin interneti alanında proje geliştirme süreci hakkındaki görüşleri nelerdir?

4) *Geliştirilen öğretim programının uygulanması sonucu ortaya çıkan etkilere yönelik araştırma soruları*

- a) Öğretmenlerin nesnelerin interneti öğretim programı öncesi aldıkları eğitim hakkındaki görüşleri nelerdir?
- b) Meslek liselerindeki öğretim ortamının, nesnelerin interneti öğretim programı uygulama sürecine etkilerine ilişkin öğretmen görüşleri nelerdir?
- c) Nesnelerin interneti öğretim programının uygulama aşamaları ve proje süreçlerinde kullanılan fiziksel programlama platformları hakkında öğretmen değerlendirmeleri nelerdir?
- d) Nesnelerin interneti öğretim programının uygulama aşamaları ve proje süreçlerinde kullanılan fiziksel programlama platformları hakkında öğrenci değerlendirmeleri nelerdir?
- e) Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilere yönelik etkisi konusunda öğretmen değerlendirmeleri nelerdir?
- f) Öğrencilerin nesnelerin interneti öğretim süreci hakkındaki görüşleri nelerdir?
- g) Öğretmenlerin nesnelerin interneti öğretim sürecinin mesleki yaşamlarına etkisi hakkındaki görüşleri nelerdir?
- h) Öğrencilerin nesnelerin interneti öğretim sürecinin mesleki kariyerlerine etkisi hakkındaki görüşleri nelerdir?

1.4. Önem

Nesnelerin interneti ile ilgili yeterlilikleri belirleyerek bu yeterliliklere uygun bir öğretim programının tasarlanmasına yönelik gerçekleştirilen bu çalışmanın önemi ve literatüre katkısına ilişkin boyutlar aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

Çalışma hayatında nesnelerin interneti teknolojilerinin ihtiyaç duyduğu becerilerin ve işlerin tanımlanması açısından: Nesnelerin interneti teknolojileri günümüzde birçok işin yapılma biçimini ve işin yapılabilmesi için ihtiyaç duyulan gereksinimleri etkilemiş gözükmemektedir. Akıllı şehir, akıllı ev, akıllı fabrika gibi ağa bağlı cihaz ve sistemleri yöneten

operatör ve teknik servis çalışanları, edindikleri yeterliliklerin yanında donanım, yazılım, ağ teknolojileri ve IoT kaynaklı riskler hakkında farkındalık ile ilgili yetkinliklere de ihtiyaç duyabilmektedir. Bu çalışma kapsamında akademi, mesleki eğitim ve sektör çevrelerinin bir arada çalışması ile hazırlanan nesnelerin interneti yeterlilikleri, IoT'nin dönüştürdüğü ya da yeni ortaya çıkan işlerin tanımlanmasına ve belgelendirilmesine katkı sağlaması açısından önemli görülmektedir.

Mesleki yeterliliklerin belgelenmesi çalışmalarında ise bu yeterliliklere hangi düzeyde ulaşıldığını tespit etmeye yönelik değerlendirme araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışma kapsamında nesnelerin interneti yeterliliklerine ulaşma düzeyini belirlemede kullanılabilecek bir değerlendirme aracı olan “Yeterlilik düzeyini belirleme testi (YDBT)” tasarlanmıştır. IoT ile ilişkili mesleki yeterliliklerin belgelendirilmesinde YDBT'nden yararlanılabilmesi yönüyle de çalışma önem arz etmektedir.

Mesleki eğitimde öğrencilerin teknoloji ile ilişkili yeterliliklerin arttırılması açısından: Teknolojik gelişme, iş akışlarını ve vasıflı işler için ihtiyaç duyulan yeterlilikleri etkilemektedir. Nitekim Gebhardt vd. (2015) teknolojik gelişmelerin iş süreçlerinin karmaşıklık düzeyinin arttırdığını savunmaktadır. Araştırma kapsamında geliştirilen nesnelerin interneti öğretim programı, öğrencilerin kendi alanlarındaki güncel teknolojileri anlayabilmelerine katkı sağlayacağı ve böylelikle okudukları mesleki alanların teknoloji ile birlikte dönüşümüne daha kolay adapte olacakları düşünülmekte ve bu yönüyle çalışma önemli görülmektedir.

Nesnelerin interneti teknolojilerinin öğretimi açısından: Literatürde IoT teknolojilerinin öğretimi ile ilgili çeşitli çalışmalara rastlamak mümkündür. Ancak bu çalışma kapsamında tasarlanan IoT öğretim programı yeterlilik temelli bir yaklaşım ile ve yeterlilik çerçevesinde dördüncü seviyeye karşılık gelen “lise” seviyesinde düzenlenmiştir. Dolayısıyla çalışma, mesleki öğretim programlarında IoT teknolojilerinin yer alması ile ilgili düzenlemelere kaynaklık edebilmesi yönüyle önem taşımaktadır. Ayrıca, Bu çalışmada literatürde yer alan program geliştirme modelleri incelenmiş ve “Yeterlilik tabanlı program geliştirme modeli” (Gebbie ve Gill, 2008) ile Demirel (2015) tarafından ortaya konan program geliştirme modeli kaynak alınarak “Nesnelerin İnterneti Program Geliştirme Modeli” ortaya konmuştur. Araştırma kapsamında hazırlanan “Nesnelerin İnterneti Program Geliştirme Modeli”nin IoT öğretimi ve program geliştirme çalışmalarına kaynaklık edebilmesi yönüyle de çalışma önemli görülmektedir.

Araştırma kapsamında geliştirilen nesnelerin interneti öğretim programı ileride sadece meslek lisesi özelinde değil diğer lise ve farklı sınıf düzeylerinde de nesnelerin interneti öğretim süreçlerinin tasarlanmasına, nesnelerin interneti alanında eğitim verecek uygulayıcılara içerik oluşturmada ışık tutabilir.

Geliştirilen nesnelerin interneti öğretim programı, araştırma kapsamında Türkiye'nin farklı bölgelerinden okullara uygulanmıştır. Bu uygulamalar sonucu elde edilen veriler, ülke genelinde gerçekleştirilecek nesnelerin interneti öğretim programı çalışmaları için yol gösterici olabilir.

Çalışmanın uygulama döngülerinde IoT öğretim süreci laboratuvar/uygulamalı ve proje tabanlı çalışmalar olarak iki farklı aşamada gerçekleştirilmiştir. IoT öğretiminde kullanılan yöntem ve teknikler bağlamında gerek atölye ve laboratuvarlarda IoT öğretiminde kullanılabilecek deney ve etkinliklerin düzenlenmesi gerekse IoT alanında gerçek hayata düşen bir proje fikri bulma, prototip tasarlayarak sunma, proje ürününü değerlendirme gibi proje tabanlı çalışmalarda kaynaklık edebilmesi yönüyle çalışmanın önem taşıdığı düşünülmektedir. Çalışma kapsamında fiziksel programlama ve nesnelerin interneti öğretiminde kullanılabilecek donanım ve yazılım ortamları incelenmiş ve uygulama döngüleri sonucunda etkililikleri sorgulanmıştır. Fiziksel programlama ve IoT gibi içerisinde programlanabilir elektronik devreler barındıran öğretim süreçlerinde uygun donanım ve yazılımların seçilmesine kaynaklık edebilmesi açısından da çalışma önem arz etmektedir.

Mesleki eğitimde öğrencilerin disiplinler arası ve çok disiplinli çalışabilme becerilerinin artırılması açısından: Dijital dönüşüm ve endüstri 4.0'ın neden olduğu iş süreçlerindeki yoğun dijitalleşme ve otomasyon özellikle teknik tabanlı işleri karmaşık ve çok disiplinli bir yapıya taşımıştır (Gebhardt vd., 2015). Bu durum mesleki öğrenim gören öğrencilerin kendi alanlarına ilişkin edindikleri becerilerin yanında diğer alanlar ile ilgili becerilere de ihtiyaç duymasına yol açmıştır. Bu çalışma kapsamında tasarlanan öğretim programı bilişim, elektronik ve ağ sistemleri olmak üzere çok disiplinli bir yapıda düzenlenmiştir. Yine bu çalışma kapsamında IoT ile ilgili tasarlanan yeterliliklerin birden fazla disiplini işaret ettiği göz önüne alındığında mesleki eğitimde yer alan öğrencilerin disiplinler arası ve çok disiplinli çalışmalar yapabilme becerilerini geliştirecek etkinlikler içermesi yönüyle çalışma önemli görülmektedir.

Nesnelerin interneti öğretiminin öğretmenlerin mesleki yaşamlarına etkisi açısından:

Nesnelerin interneti teknolojilerinin ihtiyaç duyduğu mesleki bilgi ve becerilerin öğrencilere aktarılmasında öğretmenlerin önemli bir rolü vardır. Mesleki eğitimde niteliğin artırılması çalışma grubu tarafından yayınlanan raporda (T. K. B. TCKB, 2018) öğretmenlerin becerilerinin teknolojik gelişmelerle uyumlu hale gelmesini kolaylaştırıcı mekanizmaların yetersizliğine vurgu yapılmıştır. Yine aynı raporda iş yaşamı ile mesleki eğitimin arasındaki işbirliğinin yetersiz olmasının nedenlerinden biri olarak öğretmenlerin bilgi ve becerilerinin güncel olmaması sayılmıştır. Bu bağlamda araştırma kapsamında düzenlenen ve öğretmenlere yönelik hazırlanan uygulamalı eğitimler ve öğretmenler için hazırlanan kılavuz kaynaklar ile öğretmenlerin güncel teknolojilere ilişkin bilgi ve becerilerinin artırılmasına katkı sunması açısından çalışma önem arz etmektedir.

1.5. Sınırlılıklar

- Bu çalışma kapsamında tasarlanan nesnelerin interneti öğretim programı çalışmada yer alan okullar, katılımcı öğretmen ve öğrenciler ve program boyunca kullanılan donanım ve materyallerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile sınırlıdır.
- Nesnelerin interneti yeterlilikleri ve öğretim programı, meslek lisesi öğrencileri kapsamında hazırlanmıştır. Tasarlanan nesnelerin interneti öğretim programını alacak öğrencilerin, temel elektronik bilgisinin olması ön koşulu bulunmaktadır. Dolayısıyla nesnelerin interneti öğretim programının uygulanacağı okullar Elektrik Elektronik, Endüstriyel Otomasyon ya da Bilişim Teknolojileri alanlarından en az ikisini barındıran Mesleki ve Teknik Anadolu Liseleri olarak sınırlandırılmıştır.
- Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen birinci ve ikinci döngüye ait öğretim uygulama süreçleri her biri birer dönemi kapsamak üzere bir eğitim öğretim yılı (2018-2019) olarak sınırlandırılmıştır.
- Araştırma kapsamında geliştirilen nesnelerin interneti öğretim programının uygulanması araştırma imkânları çerçevesinde sınırlı sayıda il ve okulda uygulanmıştır.

- Nesnelerin interneti öğretim programı temel elektronik ile ilgili yeterlilikler gerektirmektedir. 10. Sınıf öğrencileri ise ancak ikinci dönem temel elektronik ile ilgili yeterliliklere sahip olmaktadır. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen birinci döngü uygulama süreci ise eğitim öğretim yılının birinci döneminde gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla araştırmanın birinci döngüsünde çalışma grubu, sınıf düzeyi açısından 11 ve 12. Sınıf öğrencileri ile sınırlandırılmıştır.
- Nesnelerin interneti öğretimi uygulama süreçleri boyunca öğrencilerin IoT teknolojileri ile ilişkili olabilecek diğer mesleki alan derslerini almaları, çalışma kapsamında ele alınan değişkenler üzerinde etkili olabileceği nedeniyle sınırlılık olarak tanımlanmıştır.

1.6. Varsayımlar

- Çalışmaya katılan öğrenciler, okudukları alana göre Elektrik-Elektronik Ölçme ve Temel Elektrik-Elektronik derslerini almışlardır. Bu dersi alan öğrencilerin temel elektrik-elektronik becerilerine sahip oldukları varsayılmıştır.
- Katılımcıların uygulanan ölçek ve görüşmelerde görüşlerini doğru bir şekilde yansıttıkları varsayılmıştır.
- Öğretim programı uygulama sürecinde, araştırmacı ve bu araştırmanın danışmanı tarafından belirli periyotlarda yerinde gözlem yapılmış ancak geri kalan zamanda programı uygulayan öğretmenlerin, beyan ettikleri şekilde ders faaliyetleri ve değerlendirme etkinliklerini gerçekleştirdikleri varsayılmıştır.

1.7. Tanımlar

IDE: Integrated Development Environment (Tümleşik Geliştirme Ortamı). Hızlı ve rahat bir şekilde yazılım geliştirebilmesi amacıyla gerekli araçları içinde barındıran bir yazılım türüdür. Geliştirme ortamları kod yazım editörü, derleyeci, hata ayıklayıcı gibi bileşenler içererek yazılımın derlenmesi, bağlanması, çalışmaya tümüyle hazır hale gelmesi işlemlerini otomatik olarak yapabilirler.

FPP: Fiziksel Programlama Platformu. Yazılım ve donanım kullanarak fiziksel dış dünya ile veri alışverişi yapan bir sistemdir. Genel olarak mikrodenetleyici tabanlı bir geliştirme kartı ve bu geliştirme kartının programlanabileceği bir IDE'den oluşur. IDE,

mikrodenetleyicinin programlanmasını ve mikrodenetleyici ile bilgisayar arasındaki veri transferi işlemlerini gerçekleştirir. Mikrodenetleyici ise geliştirme kartı olarak adlandırılan, çeşitli dâhili çevre birimlerinin ve pin bağlantılarının yer aldığı elektronik kart üzerinde yer alır.

Particle photon: Particle firmasının geliştirdiği ve üzerinde wi-fi modülü bulunan bir IoT geliştirme kartıdır. Particle IDE adı verilen programlama arayüzü ile photon kartı, bulut tabanlı, mobil ya da masaüstü uygulamaları üzerinden programlanabilir.

Arduino: Kendi yazılımı (Arduino IDE) ile üzerinde yer alan pinlerin kontrol edilebildiği bir fiziksel programlama platformudur. Arduino nano, arduino uno, arduino mega gibi giriş çıkış sayısı, dahili birimleri ve mikrodenetleyici özelliğine göre değişen birçok modeli bulunmaktadır.

NodeMCU: Arduino IDE ile programlanabilen ve içerisinde ESP8266 wi-fi modülünü barındıran bir fiziksel programlama platformudur. ESP8266 wi-fi modülü kullanımı için genellikle arduino uno vb. geliştirme kartı gerektirmektedir. NodeMCU arduino uno ile ESP8266 modülünü tek bir elektronik kart üzerinde sunar.

Raspberry Pi: Fiziksel dünya ile veri alışverişinin yapılabildiği aynı zamanda sd kart üzerine yazılı işletim sistemi ile bilgisayar olarak da kullanılabilen bir SBC (single-board computer)'dir. Üzerinde giriş çıkış birimlerinin bağlanabildiği bir pin dizisi bulunmaktadır. Aynı zamanda Mouse, klavye, monitör bağlanarak bilgisayar olarak da çalıştırılabilir.

Rasbian: Raspberry pi topluluğu tarafından geliştirilen Debian tabanlı bir işletim sistemidir.

MBot: Blok programlama ile kolay bir şekilde programlanabilen, çocukların el becerilerini geliştirmesi, robotik ve fiziksel programlama ile ilgili çalışmalar yapabilmeleri için geliştirilmiş robotik kittir.

Mblock: Makeblock şirketinin tasarladığı scratch tabanlı bir blok programlama platformudur. Blok programlama kullanarak arduino gibi geliştirme kartları programlanabilir.

Wyliodrin: Blok programlama ile birlikte farklı programlama dilleri kullanarak raspberry pi gibi geliştirme kartlarında nesnelerin interneti ve fiziksel programlama uygulamalarının gerçekleştirilebildiği bir yazılım platformudur.



2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti kavramı (Internet of things – IoT) ilk olarak 1999 yılında Kevin Ashton tarafından ortaya atılmıştır. Ashton (2009) bu kavram ile temelde nesnelerin sensör teknolojilerini kullanarak bir iletişim ağı içerisinde olmalarını tarif etmektedir. Fiziksel ve dijital uygulamalar arasında bir köprü olarak tanımlanabilecek IoT (Schwab, 2016, p. 27) dördüncü sanayi devriminin de önemli bir bileşenidir.

2.1.1. Dördüncü Sanayi Devrimi

Philbeck ve Davis (2018) endüstriyel devrimleri insan – teknoloji arasındaki karmaşık etkileşimde bir adım daha ilerleme, algılama ve yaşamada yeniliklerle sonuçlanan dönüşümler olarak tanımlamıştır. On sekizinci yüzyılın sonlarından başlayarak endüstride su ve buhar gücüne dayalı üretim, elektrik enerjisine dayalı seri üretim, elektronik teknolojileri ve internet ile otomasyona geçiş gibi üç önemli dönüşümden söz edilmekte ve bu dönüşümler endüstriyel devrimler olarak adlandırılmaktadır (Lukač, 2015; Lu, 2017). Günümüzde güçlü makine öğrenme algoritmaları, düşük maliyetli sensörler ve gelişmiş çevre birimlerinin birleşimi sayesinde teknoloji, fiziksel çevreye sorunsuz bir şekilde adapte olabilmektedir (Philbeck ve Davis, 2018). Dolayısıyla insan – teknoloji ilişkisinde ve yaşamın tüm alanlarında teknolojik gelişmelerin tetiklediği bir dönüşümün yaşanmakta olduğu söylenebilir. Bu dönüşüm ise dördüncü sanayi devrimi olarak adlandırılmış (diğer adı ile “endüstri 4.0”) ve ilk olarak 2011 yılında Alman ekonomisi için tanımlanmıştır (Roblek, Meško, ve Krapež, 2016). Schwab (2016)’a göre dördüncü sanayi devri tanımlamasının yapılmasının altında yatan etken dijital bilgi teknolojilerine dayanan ve sanayi devrinden bilgi çağına geçişi temsil eden üçüncü sanayi devrine ait paradigmaların ötesine geçme ihtiyacıdır.

Dördüncü sanayi devrimi ile endüstri 4.0 kavramları sıklıkla birbirinin yerine kullanılsa da kapsayıcılık açısından ayrılabilirler. Dördüncü sanayi devrimi ekonomik, politik ve sosyal değerin yaratılması ve dağıtılması biçimindeki bir dizi önemli değişimi temsil eden çok geniş bir kavramken endüstri 4.0, üretim ve üretim sistemlerinde dijitalleşme, organizasyonel dönüşüm ve verimlilik artışı arasındaki ilişkiye odaklanmıştır (Philbeck ve Davis, 2018).

Qiming (2015) nesnelerin internetinin gelişimini, Endüstri 4.0'ın gelişimi ile ilişkilendirmektedir. Nesnelerin internetindeki gelişmeler yeni sanayi devriminin eğilimini ve yönünü de tayin etmektedir (Roblek vd., 2016). Nitekim Nesnelerin interneti, bilginin elde edilmesini ve bilginin sunumunu kolaylaştırmakta dolayısıyla endüstri 4.0'da bilgi üretme ve yönetimi verimliliğini arttırmaktadır. Lu (2017) nesnelerin interneti teknolojilerinin bilginin elde edilmesini ve sunumunu kolaylaştırdığını dolayısıyla endüstri 4.0'da bilgi üretim ve yönetim verimliliğinin arttığını belirtmektedir.

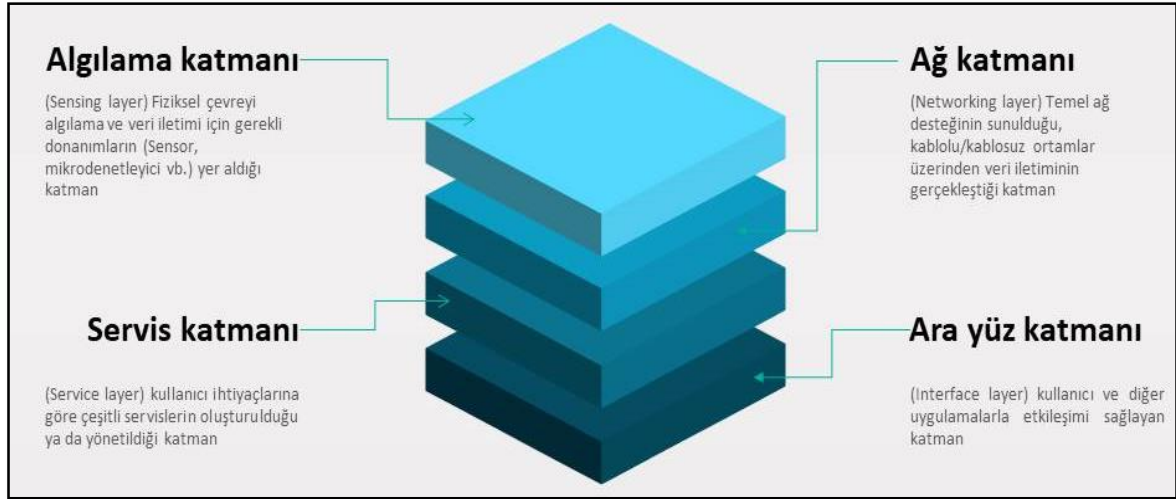
2.1.2. Nesnelerin İnterneti tarihçesi ve tanımı

Nesnelerin internetine ilişkin ilk uygulamalar arasında 1990 yılında gerçekleştirilen bir tost makinesinin internet üzerinden açılıp kapatılması (Romkey, 2017) ve daha sonra 1991 yılında “Trojan room coffe pot” olarak adlandırılan internet üzerinden kahve makinasının kamera ile izlenmesi uygulaması (Stafford-Fraser, 1995) sayılabilir. Bu alandaki ilk bilimsel çalışmalar yeni gelişen bir çevre birimi olan sensörler ve gelecekteki etkileri üzerinedir. Saffo (1997) bu alandaki çalışmasında sensörlerin giderek daha yüksek performanslı ve ucuz maliyetli olacağını ve yakın geleceği cihaz ve nesnelere takılan bu sensörlerin şekillendireceğini belirtmiştir.

Nesnelerin interneti kavramını ilk dile getiren Ashton (2009), bu terimi radyo frekansı tanımlama (RFID) teknolojisi ile bir arada çalışabilen bağlantılı nesneleri tanımlamak için kullanmıştır. Terimin kapsamı zamanla genişlemiş ve Van Kranenburg (2008) nesnelerin interneti terimini “*Fiziksel ve sanal –Nesnelerin- kimliklere, fiziksel özelliklere ve sanal kişiliklere sahip olduğu, akıllı ara yüzler kullandığı, bilgi ağına sorunsuz bir şekilde entegre edildiği standart ve birlikte çalışabilir iletişim protokollerine dayalı kendi kendini yapılandırma yeteneklerine sahip dinamik bir küresel ağ altyapısı*” olarak tanımlamıştır. Kısaca IoT kavramı algılama, tanıma, işleme, iletişim ve ağ yetenekleri ile donatılmış karmaşık bir siber fiziksel sistem olarak ele alınabilir (Xu, He, ve Li, 2014).

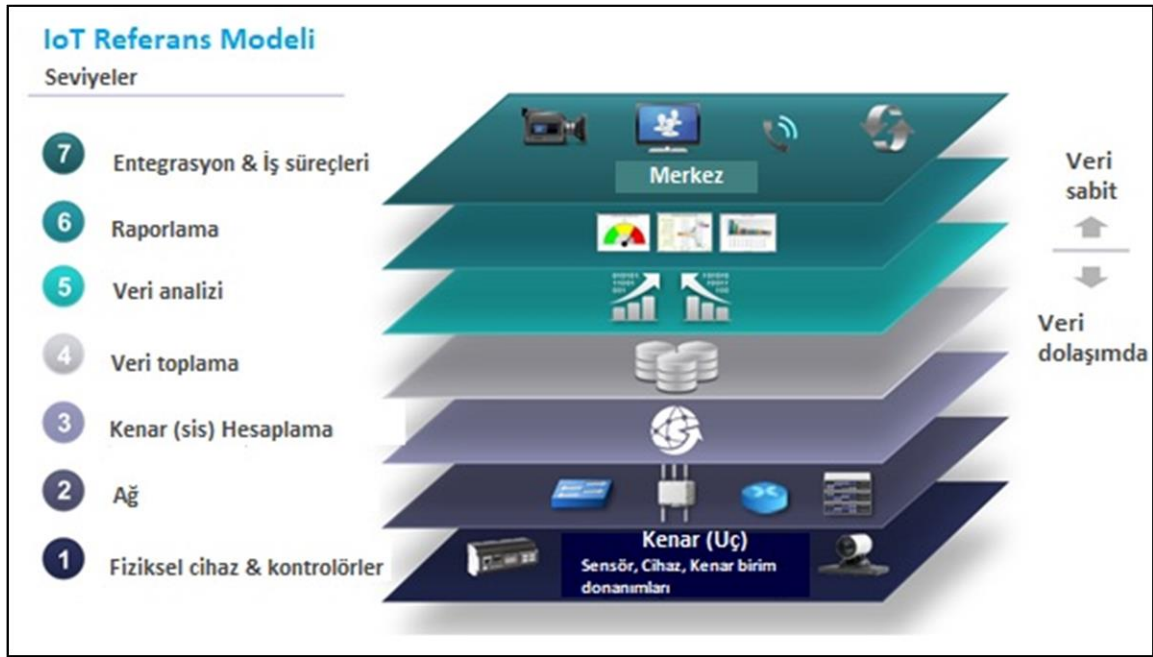
IoT alanındaki en önemli gelişmelerden biri ise 2011 yılında internete bağlı cihazların bir nevi adreslenmesi işlevini gören IP protokolüne ait IPv6 versiyonunun geliştirilmesi olmuştur. Böylelikle neredeyse sınırsız sayıda cihazın internete bağlı olması mümkün hale gelmiş ve bu gelişme IoT alanındaki hızlı büyüme ve ilgiyi tetiklemiştir (Suresh, Daniel, Parthasarathy, ve Aswathy, 2014). IoT teknoloji altyapısının bu şekilde güçlendirilmesi ile günümüzde 26,6 milyar aktif IoT cihazı bulunduğu belirtilmektedir (Group, 2020).

IoT teknolojisi daha derinlemesine incelendiğinde çok katmanlı yapılardan oluştuğu görülmektedir. Jia, Feng, Fan, ve Lei (2012) IoT'in algılama, ağ ve servis (uygulama) olmak üzere üç katmanlı bir yapıdan oluştuğunu belirtmiştir. Xu vd. (2014) ise bu alanda yapılmış çalışmaları derlediği çalışmasında IoT için dört katmanlı bir model önermiştir (Şekil 2.1)



Şekil 2.1. IoT'nin dört katmanlı yapısı

IoT oluşturan bu katmanlardan, algılama katmanında, sensörlere sahip kablosuz akıllı sistemler fiziksel çevreden veriyi alarak diğer cihazlara iletmekte, ağ katmanında tüm donanım ve uygulamalar birbirine bağlanarak veri paylaşımı gerçekleşmektedir. Servis katmanı (ara katman) ise servis ve uygulamaları, IoT ekosistemine sorunsuz bir şekilde entegre edilmesini sağlayan, “ara yazılım” teknolojisidir. Ara yüz katmanı ise nesnelerin yönetimini ve birbirine bağlanmasını basitleştirmek için kullanılmaktadır (Xu vd., 2014). Bununla birlikte IoT teknolojisini daha ayrıntılı seviyelerde inceleyen yayınlar mevcuttur. Ağ sistemleri üzerine çalışan Cisco (2014a), yayınladığı raporda IoT teknolojisini yedi seviyeli bir yapıda açıklamıştır (Şekil 2.2). Burada verinin hareket halinde olduğu ilk dört katman uygulama katmanı diğer üç katman ise iş süreçlerine ilişkin katmanlardır. (Laird ve Bowen, 2016). Uygulama katmanında fiziksel cihaz ve kontrolör adı verilen veri toplama aşaması birinci seviyeyi oluşturmaktadır. Ağ katmanı seviyesinde, birinci seviyede üretilen veriler ağ teknolojileri ile diğer seviyelere iletilmektedir. Kenar (sis) hesaplama seviyesi ağ veri akışlarını bir üst seviyede depolama ve işleme için uygun olan bilgi paketlerine dönüştürür. Veri toplama seviyesi verilerin saklandığı bölümdür. Bu seviyede veriler analiz, raporlama ve erişim seviyeleri için depolanır (Cisco, 2014a).



Şekil 2.2. IoT referans modeli (Cisco, 2014a)

2.1.3. Nesnelerin interneti teknolojilerinin getirdiği yenilikler ve riskler

IoT teknolojileri günümüzde birçok alanda çeşitli yenilikler ve fırsatlar yaratmaktadır. Sensörler ve nesneleri ağlara bağlayan donanımlar giderek daha küçük ve ucuz hale gelmekte, evlere, giysi ve aksesuarlara, kentlere, enerji ağlarına ve imalat süreçlerine yerleştirilebilmektedir (Schwab, 2016). Bağlı araçlar (connected vehicle), sürücünün mobil cihazına, diğer araçlara, yollar, trafik ışıkları ve otoparklar gibi ortak altyapıya bağlanabilir ve üzerindeki çok sayıda sensör tarafından toplanan verileri buluta iletebilir (Lee vd., 2018). Bu veriler işlenerek güvenlik ve performansı artırmak açısından sürücülere, yolculara, otomobil üreticilerine fayda sağlamak için kullanılabilir. Bir rüzgâr enerjisi merkezi rüzgâr tribünü üzerine yerleştirdiği sensörler ile uzaktan tribünü değişen hava koşullarına uyum sağlayacak şekilde yönlendirebilmekte (Lee vd., 2018) bir şehir yönetimi ise altında kimse olmadığına sönen sensörlü lambaları internete bağlayarak sokak yoğunluğu ile ilgili çok çarpıcı veriler elde edebilmektedir (Hawkins, 2016). IoT teknolojilerinin sağladığı tanımlama, algılama ve iletişim kapasiteleriyle desteklenen sağlık hizmetleri, içerisinde yer alan tüm bileşenler (insanlar, ekipman, ilaç vb.) ile sürekli olarak izlenebilir ve görüntülenebilir (Xu vd., 2014). Akıllı saatler ve fitness takip cihazları gibi giyilebilir cihazlar, kullanıcıların günlük aktivitelerini ve diğer sağlıkla ilgili verilerini izlemelerine ve analiz etmelerine olanak tanıyabilmektedir. Kronik hastalıkları olan hastaların (diabet) ya da hamilelerin sağlık durumları, giyilebilir IoT cihazları kullanarak riskli sağlık koşulları

oluştığında gerçek zamanlı olarak doktor ile paylaşılabilir (Verizon, 2016). IoT teknolojileri geleneksel fabrikaları, tahmini analitiğe dayanan önleyici bakım yoluyla maliyetleri azaltan ve optimum üretim koşullarını koruyan bağlı ve akıllı sistemlere dönüştürebilir. (Cisco, 2014b).

IoT teknolojileri, yarattığı yenilik ve fırsatların yanında göz ardı edilemeyecek riskler de içerebilmektedir. Lee vd. (2018) IoT cihazlarının günlük yaşantıda sıradan bir nesne haline geldikçe, kullanıcılar tarafından bu cihazlara karşı duyarsızlaşma riski oluşabileceğini ve duyarsızlaşma sonucu kullanıcıların, verilerinin nasıl toplandığını veya işlendiğini takip edemeyeceklerine dikkat çekmektedir. Bir diğer risk ise siber saldırılardır. Bir teknoloji firmasının yayınladığı raporda en yaygın olarak kullanılan 10 IoT cihazının %70'inin ciddi güvenlik açıkları içerdiğini, cihaz ve ağların çeşitliliği ve sayısının siber tehditler için potansiyel riskleri arttırdığı belirtilmektedir (Rawlinson, 2014). Flowers (2018) insanlık ve teknoloji arasındaki ilişkiye değindiği kitabında nesnelerin internetini “akıllı” eve komut verme olarak değil, insan – insan etkileşiminin yerine geçen makine - makine etkileşimi, geçersizleşen/dağılan iş modelleri ve cihazlar arasındaki veri dağıtımında ortaya çıkan güvenlik ve gizlilik sorunları olarak ele almak gerektiğini belirtmiştir.

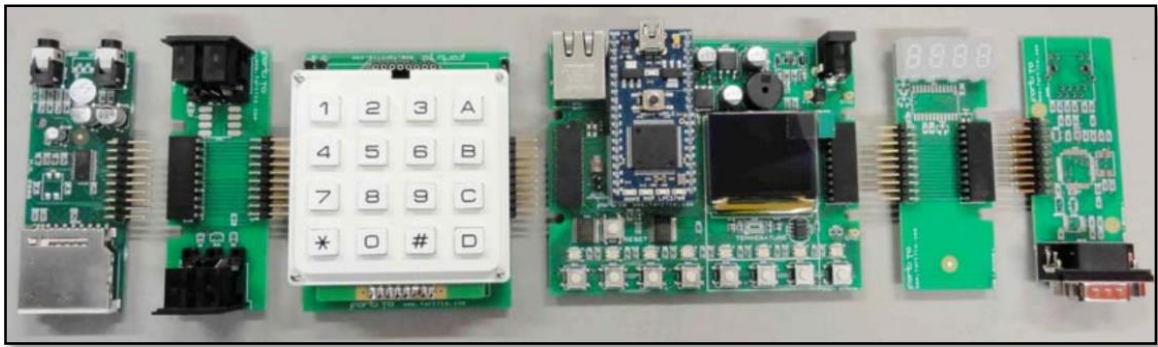
2.1.4. Nesnelerin interneti eğitimi

Gelecekte nesnelerin interneti teknolojilerini iş yaşamında kullanacak olan öğrenciler ve kaçınılmaz olarak bu teknolojiye geçiş yapan çalışanlar için IoT kavram ve ilkelerini anlama fırsatı verilmesi ve bu alandaki teorik bilgilerin pratiğe dönüşümüne imkân sağlayacak bir öğrenme ortamı sağlanması gerekmektedir. Ayrıca günümüzde tasarlanmış sistemlerin sahip oldukları entegrasyon yetenekleri (Laird ve Bowen, 2016) disiplinler arası çalışabilme gereksinimini de ön plana çıkarmıştır. Bu nedenle dünyada birçok üniversite IoT eğitimine müfredatlarında yer vermektedir (Callaghan, 2012; Chang, Chen, ve Huang, 2015). Bu eğitimler incelendiğinde ise IoT müfredatının genellikle bilgisayar bilimleri ile ilişkili olduğu görülmektedir (Voas ve Laplante, 2017). Örneğin Stevens teknoloji enstitüsü CS2013 kriterlerine (IEEE ve ACM kuruluşlarının lisans düzeyinde önerdiği bilgisayar bilimi müfredat standardı) uygun yazılım mühendisliği (SWE) lisans programı altında 2015 yılından bu yana CPS/IoT müfredatını uygulamaktadır (Laird ve Bowen, 2016). Bilgisayar bilimleri kapsamı dışında ise bir üniversite ağ mühendisliği lisans programına IoT donanımları ile ilgi müfredatın entegre edilmesi ile IoT mühendisliği programı oluşturulmuştur (Chunzhi, Hui, ve Xia, 2012). Bir diğer çalışmada üniversite düzeyinde

STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitiminde teori ve uygulamanın entegrasyonunda IoT tabanlı öğrenme modeli uygulanmıştır (He vd., 2016).

IoT eğitimi genelde mühendislik bilimlerinde kullanılsa da IoT'nin disiplinler arası yapısı ele alınarak farklı disiplinlerde uygulanmak üzere müfredat geliştirme çalışmaları da gerçekleştirilmiştir. Bogdanovic vd. (2014) E-ticaret alanında IoT müfredatı geliştirme çalışması yaparken Haan (2015) medya teknolojisi lisans programında, konuma dayalı hizmetlerin kullanımı, ortak tasarım uygulamaları ve tasarım pratiklerini arttırmak amaçlı öğrencilerin sensör ve çevre birimleri ile çeşitli IoT uygulamaları yapabilecekleri bir müfredat oluşturulmuştur.

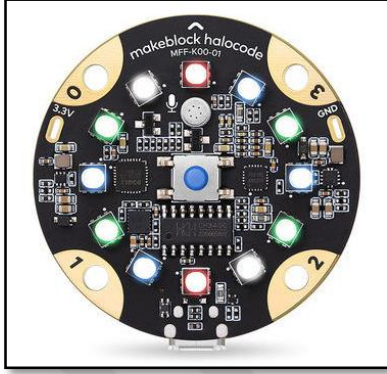
Literatür, IoT ile ilgili müfredat çalışmalarının çoğunlukla lisans düzeyinde olduğunu göstermektedir (Duvall ve Hollingsworth, 2016; Kurkovsky ve Williams, 2017; Kotsifakos, Makropoulos, ve Douligeris, 2019). Ancak, lisans öncesi eğitim düzeylerinde de IoT eğitimi ile ilgili çalışmalara rastlamak mümkündür. Callaghan (2012), çalışmasında hem lisans hem de lisans öncesi programlarda bilim ve mühendislik becerilerini arttırmak amacıyla IoT uygulamaları deney kiti geliştirmiştir. Bu kit (Buzz-boarding) birbirine bağlanabilen yaklaşık 30 adet takılabilir donanım kartından oluşan açık bir sistemden oluşmaktadır. Callaghan, geliştirdiği deney kitinin (Şekil 2.3), gömülü sistemler ve IoT ile ilgili temel kavramların uygulamalı olarak öğretilmesini desteklediğini belirtmektedir.



Şekil 2.3. Buzz-Boarding Deney Kiti Parçalarının Bir Kısım (Callaghan, 2012)

Lechelt vd. (2016) ise K-8'den itibaren çocukların IoT uygulamalarını deneyimleyebilecekleri bir müfredat oluşturmuştur. Bu müfredat içerisinde sensör ve çevre birimleri, kablosuz bağlantılar ve IoT sistemi oluşturma gibi konu başlıkları bulunmaktadır. Lechelt ayrıca uygulamalar sırasında çocuklar tarafından kullanımı daha kolay daha az bağlantı, elektronik ve programlama bilgisi gerektiren deney kitleri kullanmıştır. Bunun

dışında, ilkokul çağından itibaren blok programlama ile programlanabilen, internet bağlantı aşamaları basite indirgenmiş ve IoT uygulamalarının gerçekleştirilebildiği çeşitli donanım ve yazılım platformları bulunmaktadır (Şekil 2.4 ve Şekil 2.5) (Wylidrin, 2019; Makeblock, 2020).



Şekil 2.4. Blok Programlama İle Programlanabilen IoT Donanımı (Makeblock, 2020)



Şekil 2.5. Blok Programlama İle IoT Uygulamaları Gerçekleştirilebilen Çevrimiçi Bir Platform

Çeşitli temel programlama ve elektronik donanım ön bilgileri gerektiren ancak belirli bir sınıf düzeyi ve disiplinle ilişkili olmayan, uzaktan eğitim yolu ile birçok IoT eğitimi verilmektedir (Coursera, 2020; Standford, 2020). Ülkemizde de AB destekli ve ODTÜ tarafından yürütülen Bilge İş uzaktan eğitim platformunda belirli bir sınıf düzeyi gerektirmeyen IoT eğitimi verilmektedir (Bilgeiş, 2020). Bu eğitimde Raspberry Pi geliştirme kartı kullanılarak IoT ile temel kavramlar ile birlikte bazı IoT uygulamaları (uzak sunucu oluşturma, sıcaklık ve nem izleme, uzaktan cihaz kontrolü vb.) gerçekleştirilmektedir.

Gerek okullarda belirli bir müfredat çerçevesinde verilen eğitimler gerekse uzaktan eğitim ya da kurs şeklinde verilen eğitimlerde temel olarak donanım (sensör/çevre birimleri, mikrodnetleyici), yazılım (mikrodnetleyici/bulut tabanlı programlama), ağ sistemleri

(kablolu/kablosuz internet bağlantısı, bluetooth vb.) ve bunların bileşiminden oluşan IoT uygulamalarının ele alınabilmektedir (Burd vd., 2018). Nesnelerin interneti eğitimlerinde sensör/çevre birimlerinin bağlanabildiği, mikrodenetleyici içeren, ağ bağlantısına sahip ve kullanıcı ara yüzü bulunan donanımlar genellikle tercih edilmektedir. IoT eğitimlerinde en çok tercih edilen donanımlardan biri bir SBC (Single Board Computer – Tek Kart Bilgisayar) olarak da kullanılabilen Raspberry Pi kartıdır (Şekil 2.6) (Zhong ve Liang, 2016; Kurkovsky ve Williams, 2017; Burd vd., 2018).



Şekil 2.6. Raspberry Pi Geliştirme Kartı (Wikipedi, 2020)

2.2. Mesleki Eğitimde Program Geliştirme

Mesleki ve teknik eğitim programlarından beklenen bir mesleğin gerektirdiği bilgi, beceri ve yetkinliklerin kazandırılarak bireyin belirli bir iş için gerekli nitelikler ile donatılmasıdır (Demirel, 2015). Dolayısıyla mesleki eğitim programları öncelikle işin tanımlanmasına ve işin gerçekleştirilmesi için hangi niteliklerin gerektiğinin belirlenmesine ihtiyaç duymaktadır (Budak, 2009).

2.2.1. Mesleki Eğitim

Mesleki eğitim, bireyleri belirli bir mesleğin gerektirdiği yetkinlik düzeyine ulaştırmak için gerçekleştirilen etkinlikler bütünü olarak tanımlanabilir. Tamer ve Özcan (2013)'a göre mesleki eğitim genel anlamda “iş” ile “birey” arasında uyum sağlama sürecidir. Avrupa Birliği mesleki eğitimi, insanları belirli mesleklerde veya işgücü piyasasında gereken bilgi, teknik bilgi, beceri ve yetkinliklerle donatmayı amaçlayan eğitim ve öğretim olarak tanımlamaktadır (CEDEFOP, 2008).

2.2.1.1. Meslek Standardı

Meslek standardı, bir mesleğin başarı ile icra edilebilmesi için gerekli bilgi, beceri, tavır ve tutumların neler olduğunu gösteren asgari normlar olarak tanımlanabilir (*Resmi gazete*, 2006). Uluslararası meslek standartlarını belirlemeye yönelik ilk çalışmalar Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışma istatistikçileri uluslararası konferansında (1949) meslek gruplarının belirlendiği bir çalışma gerçekleştirilmiş ve böylelikle bugünkü sistemin ana hatları oluşturulmuştur (BDPD, 1967, p. 3). Günümüzde ise Avrupa’da ve birçok ülkede mesleki standartların işleyişi 2008 yılında Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi tarafından kabul edilen “Hayat Boyu Öğrenme için Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi” kapsamında yürütülmektedir (*Official journal of the european union*, 2008). Ülkemizde ise 1975 yıllarından itibaren İş ve İşçi Bulma Kurumu tarafından hazırlanan “Türk meslekler sözlüğü” ile başlayan meslek standartları çalışmaları (Küçük, 2016) 1992 yılında İstihdam ve Eğitim Projesiyle (EİP) “Meslek Standartları Komisyonu” kurulması ile devam etmiştir (MYK, 2020). Nihayetinde, 2006 yılında Mesleki Yeterlilik Kurumu (MYK) kurulmuştur. Günümüzde mesleki ve teknik eğitim programlarının işleyişi MYK tarafından yayımlanan ulusal meslek standartlarına göre yürütülmektedir (MYK, 2020).

2.2.1.2. Yeterlilik Kavramı

Yeterlilik, Avrupa ve Türkiye yeterlilik çerçevelerinde, “*yetkili bir otorite tarafından bireyin öğrenme kazanımlarını belirli standartlara göre edindiğinin bir değerlendirme ve geçerlilik kazandırma sürecinin sonunda belirlenmesi halinde elde edilen resmi çıktı*” olarak ifade edilmektedir (*Official journal of the european union*, 2008; MYK, 2020). Mesleki Yeterlilik Kurumu Kanunu’nda (2006) ise “*bireyin sahip olduğu, yetkili otorite tarafından tanınmış bilgi, beceri ve yetkinlik*” olarak tanımlanmaktadır. Uluslararası Çalışma Örgütü yeterliliği “*belirli bir bağlamda uygulanan ve uzmanlaşan bilgi, beceri ve yetkinlik (know-how)*” kapsayan bir terim olarak tanımlamıştır (ILO, 2004). Yeterlilik kavramına ilginin ABD’de 1960’lı yıllardan itibaren iş performansı ile ilgili davranışsal ve değerlendirilebilir unsurların ortaya konması ile başladığı söylenebilir (Biemans vd., 2009). Ancak tanımın o yıllardaki algılanışı indirgemeci olması, önemli bağlamsal ve grup faktörlerini göz ardı etmesi gibi nedenlerle eleştirilmiştir (Gonczi, 1992). Günümüzde ise yeterlilik kavramı sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramlarına dayanan daha kapsamlı bir yaklaşımla ele alınmaktadır (Biemans vd., 2004). Böylelikle yeterlilik kavramına, göreve dayalı bir

yaklaşımından ziyade yeterliliğe dayalı yani bilgi, beceri ve yetkinliğin bir entegrasyonu olarak bakılmıştır (Sturing vd., 2011). Edwards, Donderis-Quiles, Sánchez-Ruiz, ve Ballester-Sarrias (2006)'a göre ise yeterlilik kısaca bilgi, anlama, beceri ve yeteneklerin dinamik bir birleşimidir.

2.2.1.3. Mesleki eğitimde yeterlilik

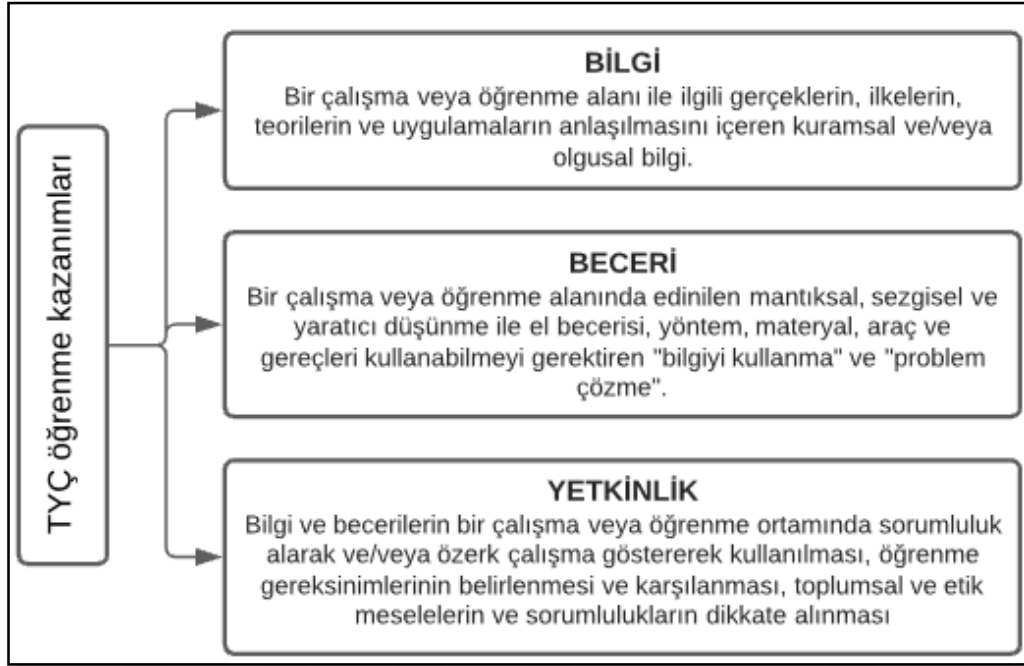
İş için gerekli yeterlilikler ülkelerde ağırlıklı olarak mesleki eğitim aracılığıyla kazandırılmaktadır. İş süreçlerindeki değişimin getirdiği yeni becerilerin kazandırılması da yine mesleki eğitim süreci ile gerçekleştirilir. Nitekim Uluslararası Çalışma Örgütü'nün mesleki ve teknik eğitim ile ilgili tavsiye kararında (ILO, 2004) ülkelerin işgücü piyasası ile ilgili becerilerin geliştirilmesi ve belgelendirilmesi için mesleki eğitim ve öğretim sistemlerinin güçlendirilmesi gerektiğine vurgu yapmıştır. Aynı tavsiye kararında yeterliliklerin gelişimi için ayrı bir başlık açılarak ülkelerin, sosyal ortakların da katılımıyla toplumun ihtiyaç duyduğu yeterliliklerdeki eğilimlerin sürekli olarak tanımlanmasını teşvik etmeleri gerektiğini belirtmiştir.

Mesleki eğitimde yeterlilik kavramı, belirli bir mesleğin faaliyetlerini etkin biçimde yerine getirmeyi veya istihdamda beklenen standartlara uygun bir işlevi yerine getirmeyi sağlayan bilgi, beceri ve yetkinliğin bir entegrasyonu olarak tanımlanabilir (Friesen ve Anderson, 2004; Sturing vd., 2011). Westera (2001) ise yeterlilik kavramını standartlaştırılmamış durumlarda başarılı davranışlar üretme yeteneği olarak tanımlamaktadır.

2.2.1.4. Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi (AYÇ)

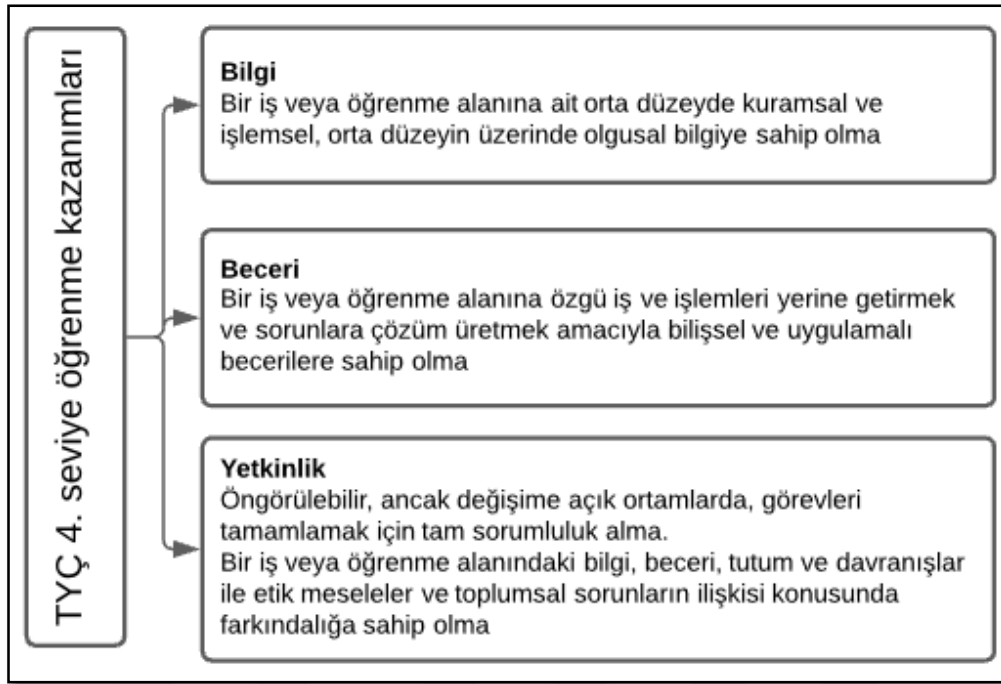
Mesleki standartların belirlenmesinde hem ulusal hem de uluslararası boyutta temel alınan Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi (AYÇ), yeterliliklerin anlaşılması ve karşılaştırılması için geliştirilmiş olup örgün, yaygın ve serbest öğrenme ortamlarında gerçekleşen öğrenmeleri kapsamaktadır (*Official journal of the european union*, 2008). AYÇ, mesleklerin ve bu mesleklerin gerektirdiği yetkinliklerin belirli standartlar çerçevesinde seviye ve nitelik olarak tanımlanmasını mümkün hale getirmiştir. Böylelikle yeterliliklerin işverenler, bireyler ve kurumlar tarafından daha anlaşılabilir olmasını sağlayarak, çalışanların ve öğrenenlerin yeterliliklerini diğer bir ülkede kullanabilmesinin yolunu açmaktadır (MYK, 2020). AYÇ'de yeterlilikler her seviyede sahip olunması gereken ortak bilgi, beceri ve yetkinliklerin (tutum) tanımlandığı sekiz farklı seviyeye ayrılmıştır. Bu

seviyeler, seviye tanımlayıcısı olarak adlandırılan bilgi, beceri ve yetkinlikten oluşan öğrenme kazanımı ifadeleriyle tanımlanmaktadır (*Official journal of the european union*, 2008). AYÇ'yi temel alan ve Mesleki Yeterlilik Kurumu tarafından yayınlanan Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinde (TYÇ) ise bilgi, beceri ve yetkinlik tanımları Şekil 2.7'de verilmiştir.



Şekil 2.7. Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi Bilgi, Beceri ve Yetkinlik Tanımları (MYK, 2020)

Meslek liseleri öğrenimi sonunda alınan diploma gerek AYÇ gerekse TYÇ'de dördüncü seviye olarak tanımlanmıştır. Dolayısıyla lise seviyesinde hazırlanacak mesleki yeterlilikler, yeterlilik çerçevesinde 4. Seviye için tanımlanan bilgi, beceri ve yetkinliği içermelidirler (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi Dördüncü Seviye Tanımları (MYK, 2020)

2.2.2. Program Geliştirme

İnsan, yaşamı boyunca devam eden eğitimi ile birtakım bilgi, beceri ve tutum edinmekte bunun sonucunda da davranış değişikliği meydana gelmektedir (Erden, 2005). Fidan ve Erden (1986) eğitimi “*bireyde kendi yaşantıları yoluyla davranış değişikliği meydana getirme süreci*” olarak tanımlamaktadır. Yaşantı, bireyin çevresiyle girdiği etkileşimlerin bireyde kalan kısmıdır (Ertürk, 2013). Eğitim programı ise bireyde hedeflenen davranış değişikliğini etkinlikler dizisi olarak planlama şeklinde tanımlanabilir. Nitekim Demirel (2015) planlanmış etkinlikler yoluyla sağlanan öğrenme yaşantıları düzenineğini eğitim programı olarak tanımlamaktadır. Doğan (1975, akt: Demirel, 2015) ise eğitim programını “öğrencilerde beklenen öğrenmeyi meydana getirebilmek için planlanmış faaliyetlerin tamamı” olarak tanımlamaktadır.

Demirel (2015, p. 5) program geliştirmeyi “*eğitim programının hedef, içerik, öğrenme-öğretme süreci ve değerlendirme öğeleri arasındaki dinamik ilişkiler bütünü*” olarak tanımlamaktadır. Program geliştirici, öğretim hedefleri, içerik, öğrenme etkinlikleri, eğitsel destek, araç-gereç, ölçme değerlendirmeye kadar birçok kararı alabilir (Demeuse ve Strauven, 2016, p. 3). Burada program geliştirmede ele alınacak hedef, içerik, öğrenme-öğretme süreci ve değerlendirme öğelerinin kapsamına göre program, eğitim programı, öğretim programı ve ders programı gibi farklı tanımlar alabilmektedir. Varış (1988)’a göre

eğitim programı en genel kapsamı oluşturmaktadır. Ona göre eğitim programı, bir eğitim kurumunda yer alan tüm eğitim faaliyetlerini kapsarken öğretim programı ise öğrenme-öğretme süreçleri ile ilgili tüm etkinlikleri kapsamaktadır. Ders programı da belirli bir ders ile ilgili tüm eğitim faaliyetlerini kapsamaktadır (Demirel, 2015). Görge (2013)'e göre öğretim programı, belirli bilgi kategorilerinden oluşan bilgi, tutum ve becerilerin eğitim programlarının amaçları doğrultusunda ve planlı bir şekilde kazandırılmasına dönük düzenlenen programdır.

Program geliştirme çalışmaları genelde planlama, uygulama ve değerlendirme aşamalarını içermektedir (Oliva ve Gordon II, 2012; Demirel, 2015). Ancak program geliştirme çalışmalarına başlamadan önce programın hangi öğelerden oluşacağını ortaya çıkarmak amacıyla programın tasarımı ortaya konmalıdır (Demirel, 2015).

2.2.2.1. Eğitim programı tasarımı

Program tasarımı yaklaşımları genelde konu, öğrenen ve sorun merkezli yaklaşımlar olarak ayrılmaktadır (Demirel, 2015; Hunkins ve Ornstein, 2016; Adıgüzel, 2017). Okullarda uygulanan eğitim programının büyük bir çoğunluğu konu merkezli yaklaşımla düzenlenmiştir (Demirel, 2015, p. 44). Konu merkezli programların toplumun kültürel paradigmaları ile bağlantılı olarak tasarlanmış olması ve programda yer alan içerik ve öğretim yaklaşımlarının bilindik yollarla seçilmesi, insanların bu yaklaşımla öğrenmesini kolaylaştırmaktadır (Adıgüzel, 2017). Öğrenen merkezli tasarım yaklaşımı ise daha çok ilköğretim süreçlerinde ve öğrenciyi merkeze alan bir yaklaşım olarak kabul edilir (Adıgüzel, 2017). Öğrencinin programın merkezi olduğu ve konuların öğrenciye göre düzenlenmesi gerektiğini savunan bu yaklaşım genelde ilköğretim düzeyindeki programlar çerçevesinde kalmıştır (Demirel, 2017). Sorun temelli tasarım yaklaşımı ise bireyi ve toplumun problemlerini merkeze alan bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Demirel, 2015; Adıgüzel, 2017). Bu yaklaşımda konu kadar öğrencinin gelişmesi de ön planda tutulur.

Demeuse ve Strauven (2016) ise kitabında tasarım yaklaşımlarını konu, hedef ve yeterlilik tabanlı yaklaşımlar olarak ele almaktadır. Demeuse ve Strauven (2016) gruplandırdıkları tasarım yaklaşımları arasındaki farkları şu şekilde açıklar.

“Hedef merkezli program tasarım yaklaşımı, konu merkezli program tasarım yaklaşımına göre, içerikle ilgili beklenen etkinliklere açıklık getirmesi

nedeniyle apaçık bir ilerleme anlamına gelmektedir. Bununla birlikte, hedef merkezli program tasarım yaklaşımı öğrenmelerin işlevsel niteliğini fiilen garanti altına almaz. Dolayısıyla, basitçe "hedefe göre eğitim" ifadesi, anlamdan çok dikkatin teknik yöne çekilmesine yöneliktir. Bütünleyici hedefler bu duruma çözüm bulma çabasıdır ve başka bir tür eğitim programının yani yeterliliğe dayalı program tasarım yaklaşımının habercisidir."

Demeuse ve Strauven (2016) bütünleyici hedef kavramının yapılandırmacı psikoloji kuramına işaret ettiğini belirtmektedir. Ona göre, bir öğrenme, giderek karmaşılaşan davranışların gittikçe artan kaynaşması sayesinde oluşur ve yeterliliklerin oluşumuna yol açar; bir hedefin kazanılması önceden öğrenilenlerin yapısını değiştirir ve yeniden yapılanmalarına yol açar (Demeuse ve Strauven, 2016).

2.2.2.2. Eğitim Programı Modeli

Demirel (2015) eğitim programı tasarımlarının ayrıntılı ve belirli bir yaklaşıma göre oluşturulduğunu, eğitim programı modellerinin ise daha şematik ve görsel bir anlatım sunduğunu belirtmektedir. Demirel'e göre eğitim programı modeli, program tasarımının algoritmik bir akış şeması içerisinde görsel bir özetidir. Dünyada farklı program geliştirme yaklaşımları bulunmaktadır (Şeker vd., 2013). İngiltere'de program geliştirmede ağırlıklı olarak üç farklı yaklaşımdan söz edilmektedir (Demirel, 2015). Bu yaklaşımlar temel nitelikleri ile birlikte Tablo 2.1'de görülebilir.

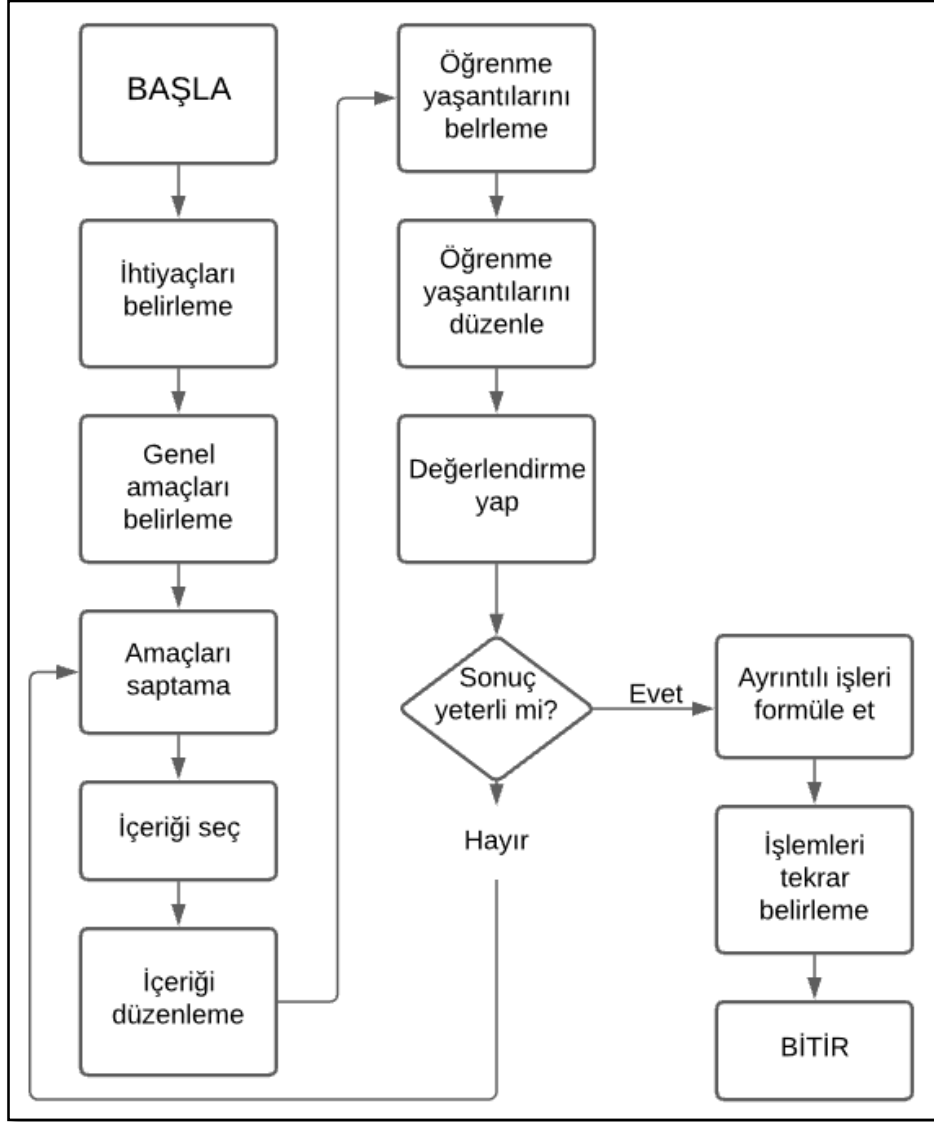
Tablo 2.1. Avrupa'daki Program Geliştirme Modellerinin Karşılaştırılması*

Rasyonel Planlama	Süreç Yaklaşımı Modeli	Durumsal Model
Genel Amaçlar Amaçlar	İçerik-Bağlam Öğrenme Durumları	Durum Çözümlemesi Amaçlar Öğrenme-Öğretme
Öğrenme Durumları	Genel Amaçlar	Programı Desenleme Programı Uygulama
Değerlendirme	Değerlendirme	Değerlendirme

*Kaynak: (Demirel, 2015)

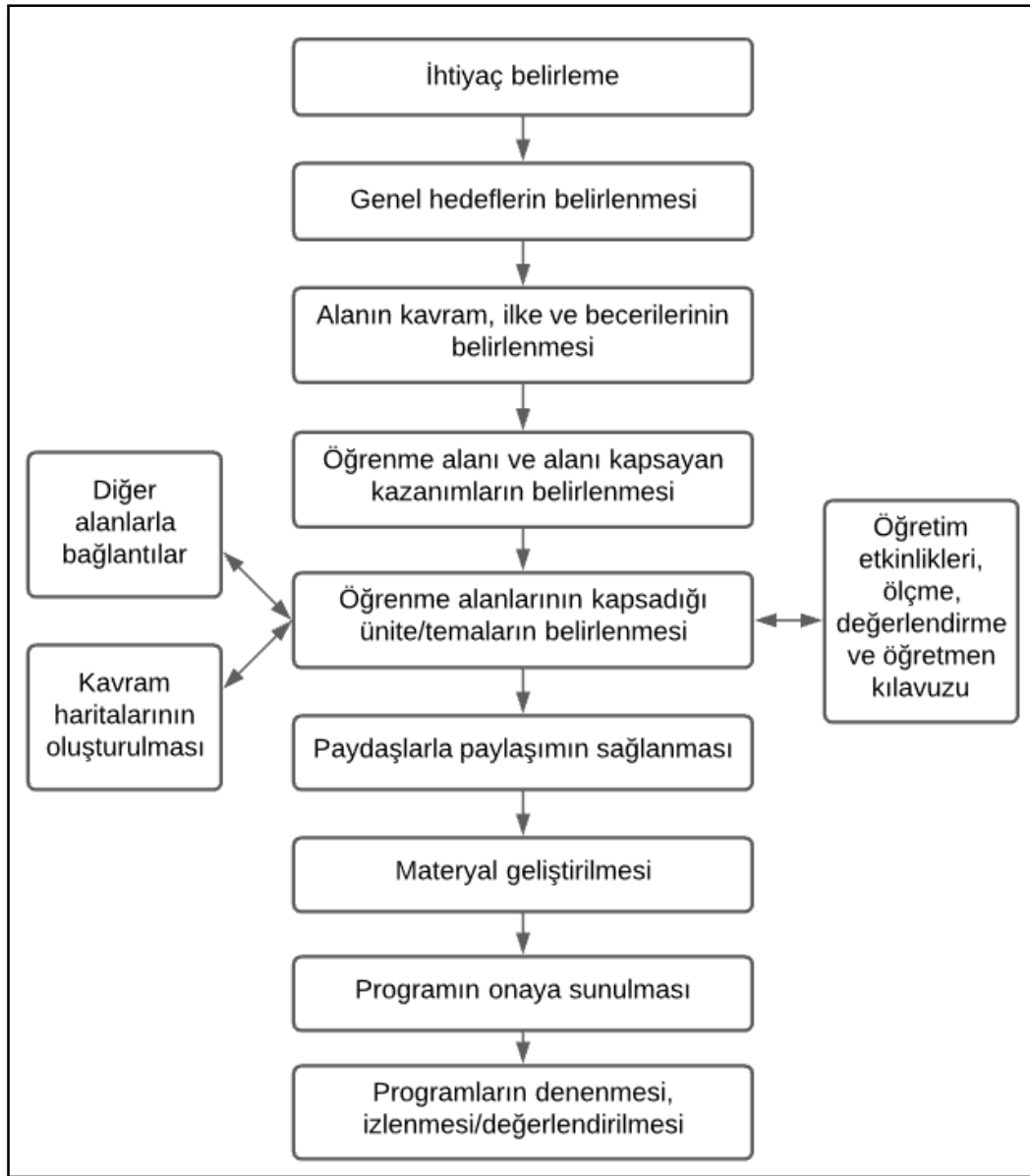
Süreç yaklaşımı modeli Stenhouse (1975) tarafından geliştirilmiş ve daha çok öğretmenin program geliştirmede etkin olduğu bir model olup ilerlemecilik felsefesi etkisindedir (Demirel, 2015). Durumsal model ise okul merkezli bir program geliştirme anlayışına sahiptir ve Skilbeck (1990) tarafından geliştirilmiştir. Rasyonel planlama modeli ise daha çok yeniden kurmacılık anlayışına sahiptir ve Taba-Tyler modeline

yakınsamaktadır (Şeker vd., 2013). Taba-Tyler modeli özellikle ABD’de olmak üzere Türkiye’de dahil bir çok ülkede benimsenmiştir (Demirel, 2015). İki farklı modelin sentezlenmesinden oluşan bu model ihtiyaçların belirlenmesini ön plana çıkarması ve tüme varımsal bir yaklaşım izlemesi ile diğer modellerden ayrılmaktadır (Şeker vd., 2013) (Şekil 2.9).



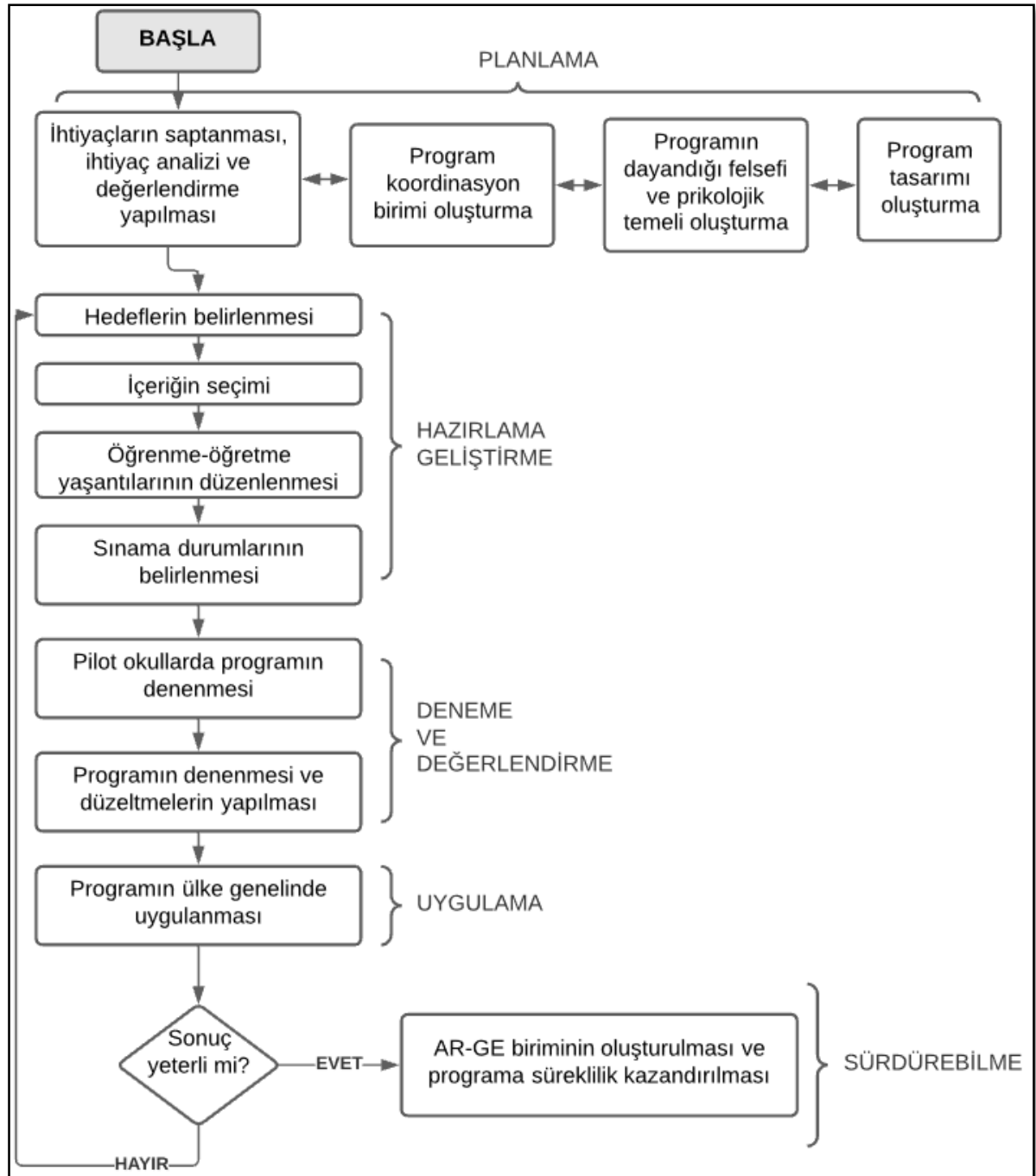
Şekil 2.9. Taba-Tyler Program Geliştirme Modeli (White, 1988 aktaran Demirel, 2015)

Ülkemizde ise 2004 yılında MEB (2004, Eylül 01) tarafından program geliştirme modeli yayınlanmıştır. Demirel (2015) MEB’in yayınladığı bu geliştirme modelinin Taba-Tyler modelini temel aldığını belirtmektedir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. MEB Program Geliştirme Modeli (MEB, 2004, Eylül 01)

Şeker vd. (2013) MEB program geliştirme modelinin öğrenciyi merkezine alan ve yapılandırmacı bir yaklaşım ile hazırlandığını belirtmektedir. Aşkar vd. (2005) ise bu modelde ölçme ve değerlendirme süreçlerinin sadece sonuç odaklı değil aynı zamanda süreç odaklı ele alındığını vurgulamaktadır. Demirel (2015) ise Taba-Tyler ve MEB program geliştirme modelleri ile örtüşen bir model önerisi getirmiştir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Demirel Program Geliştirme Modeli (Demirel, 2015)

Demirel program geliştirme modeli incelendiğinde ihtiyaçların saptanması ve ihtiyaç analizinin ön plana çıktığı görülmektedir. Bununla birlikte model, planlama, hazırlama/geliştirme, deneme ve değerlendirme, uygulama ve sürdürülebilirlik başlıkları altında detaylandırmış ve programı sürdürme kısmında AR-GE çalışmalarına ağırlık verilmesini önermiştir.

Literatürde farklı ihtiyaçlara ve tasarım yaklaşımlarına göre program geliştirme model önerileri bulunabilmektedir (Demirel, 2015). Dolayısıyla, Demeuse ve Strauven (2016) tarafından değinilen yeterlilik tabanlı program tasarımını odağına alan ve beceri öğretimi temelinde kurgulanan çeşitli yeterlilik tabanlı program geliştirme yaklaşımları da literatürde yer almaktadır (Gebhardt vd., 2015).

2.2.2.3. Yeterlilik tabanlı program geliştirme modeli

Bilgi odaklı eğitim ile toplumsal ve örgütsel ihtiyaçlar arasındaki boşluk, yeterlilik temelli öğrenme ve öğretime olan ilginin artmasına neden olmuştur (Sampson, Karampiperis ve Fytros, 2008). Gebhardt vd. (2015) yeterlilik tabanlı eğitimin, dijitalleşmiş bir iş dünyasının yeni taleplerine esnek bir şekilde tepki verebilecek bir müfredat çerçevesi oluşturabileceğini belirtmektedir. Nitekim yeterlilikler, ancak fiili öğrenme süreci olarak ele alındığında beklenen faydayı sağlayabilmektedir (Biemans vd., 2009). Yeterlilik tabanlı oluşturulacak bir müfredatın diğer müfredatlardan ayrıldığı önemli nokta, öğretim hedeflerinin yani yeterliliklerin daha ön planda olmasıdır. Nitekim Biemans vd. (2009) yeterlilik tabanlı eğitimde mesleki yeterliliklerin, müfredat tasarımı için başlangıç noktası olarak alınması ile öğrenimin öğrenciler açısından daha anlamlı hale geleceğini ve okul yaşamından iş yaşamına geçişi kolaylaştıracağını vurgulamaktadır.

Bruijn ve Leeman (2011) yeterlilik tabanlı eğitim modellerinde güçlü bir altyapı oluşturabilmek için programın dört yönünü vurgulamıştır. Bu yönler programın müfredat ve tanımlamalarının yapılması, öğretimin gerçekleştirilmesi ve öğretmenin rolüne ilişkin düzenlemelerin yapılması, değerlendirme ve öğrencinin kariyer yeterliliklerinin ortaya konmasıdır. Wesselink, Biemans, Mulder, ve Van den Elsen (2007) ise yeterlilik tabanlı eğitim programlarının hazırlanmasında 8 ilke önermiştir.

1. Yeterlilikler eğitim programının temelini oluşturmaktadır. Müfredatın düzenlenmesi yeterlilikler dikkate alınarak yapılır.
2. Yeterlilik tabanlı eğitim tasarımında temel yeterlilikler saptanır (çekirdek yeterlilikler) ve bu yeterliklere göre tasarım gerçekleştirilir.
3. Öğrencilerin yeterlilik gelişimi öğrenme öncesi, öğrenme sırası ve sonrasında değerlendirilir.
4. Öğrenme etkinlikleri yeterliliklerin gerçek hayatta kullandıkları duruma mümkün olduğunca benzer ortamlarda gerçekleştirilir.

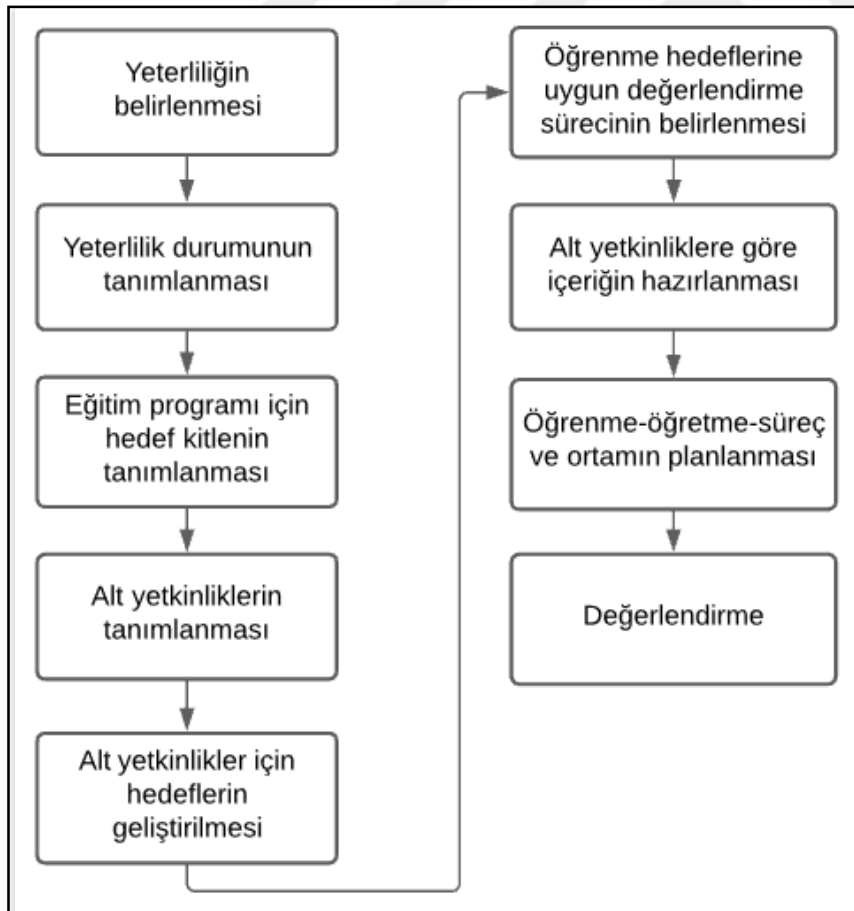
5. Bilgi, beceri ve yetkinlikler öğrenme ve değerlendirme süreçlerine entegre edilmiştir. Değerlendirme bilgi, beceri ve yetkinliklerin entegrasyonuna odaklanmalıdır.

6. Öğrenciler kendi öğrenme süreçlerinde sorumluluk almaya ve kendilerini ifade etmeye teşvik edilir. Öğrenci, öğrenme sorumluluğunu paylaşan aktif bir katılımcıdır. Öğrenci bir yandan süreç, öz değerlendirme ve öğrendiğini yansıtma uygulamaları yaparken diğer yandan öğretmen ve diğer öğrencilerle işbirliği yapar.

7. Öğretmenler, öğrenme sürecinde hem rehber hem de uzmandırlar. Öğrencilerin bilgiyi yapılandırmalarında onlara destek olurlar.

8. Yeterlilik tabanlı öğrenme, öğrencilerde hayat boyu öğrenmenin temelini oluşturur. Burada sadece iş için gerekli yeterliliklere odaklanmayıp, hayat boyu öğrenmeye ilişkin tutumlar ve iletişim becerilerine de odaklanılır.

Yeterliliklere dayalı tek bir model bulunmamakla birlikte sağlık eğitimi için hazırlanan ve Gebbie ve Gill (2008) tarafından geliştirilen yeterliliğe dayalı eğitimde müfredat oluşturma adımları Şekil 2.12’de görülebilir.



Şekil 2.12. Yeterliliğe Dayalı Program Geliştirme Adımları (Gebbie ve Gill, 2008)

Yeterliliğe dayalı program geliştirme adımları incelendiğinde ilk beş adımın yeterliliklerin belirlenmesi, tanımlanması ve öğrenme hedefleri olarak belirlenmesi olduğu görülmektedir.

2.2.3. Program geliştirmede öğrenme-öğretme süreçleri

Program tasarımları ile “Ne?” sorusuna yanıt aranırken öğrenme öğretme süreçlerinin belirlenmesi ile “Nasıl? Sorusuna yanıt aranmaktadır (Güven ve Alan, 2017). Demeuse ve Strauven (2016) strateji ve süreçlerin, öğrencinin, kendisine öğretilmeye çalışılanla yüzleşmesini sağlayacak şekilde duyularını harekete geçiren eğitsel araçların nasıl kullanıldığı ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Burada öğrenmenin, zihin ve davranışlarda bir değişim olduğu ve öğretim stratejilerinin kurgulanmasında, zihin ve davranışlarda amaçlanan değişim düzeyinin yani öğrenme düzeyinin belirlenmesine ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Pirotton (2014 aktaran Güneş, 2014) öğrenme yaklaşımlarını dikey düzlemlere ayırdığı çalışmasında, ezber ve tekrara yönelik öğrenme türünün benimsendiği geleneksel yaklaşımı sıfıncı düzey, deneme-yanılma, şartlandırma yoluyla öğrenme türünün benimsendiği davranışçı yaklaşımı birinci düzey, bilgi işleme ve gözlem yolu ile öğrenme türü olan bilişsel yaklaşımı ikinci düzey öğrenme olarak tanımlamıştır. İlgili kaynaklar incelendiğinde bilişsel alana yönelik hedeflerde kullanılabilecek öğretim stratejilerini sunuş, buluş ve araştırma yoluyla öğretim stratejisi olarak üç grupta ele almak mümkündür (Jacobsen, Eggen, ve Kauchak, 1993; Demirel, 2015). Bilişsel alana göre öğretim stratejilerinin sınıflandırılması ve bu sınıflandırmada kullanılan yöntem ve teknikler Tablo 2.2’de görülebilir (Demirel, 2015; Güven ve Alan, 2017).

Tablo 2.2. Bilişsel Alana Göre Öğretim Strateji, Yöntem ve Teknikleri

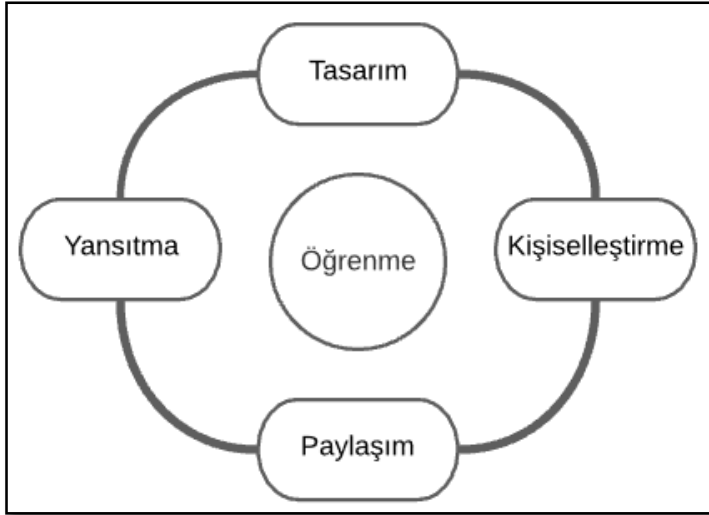
Bilişsel alan	Strateji	Yöntem	Teknik
Bilgi	Sunuş	Anlatım	Gösteri Beyin fırtınası
Kavrama	Buluş	Tartışma Örnek olay	Soru-cevap Beyin fırtınası
Uygulama Analiz Sentez Değerlendirme	Araştırma	Gösterip yaptırma Problem çözme Proje	Benzetim Drama Rol yapma Grup çalışması

Bir bilgi ve öğrenme kuramı olarak kabul edilen, etkinliklerle öğrenme, anlayarak ve bağ kurarak öğrenme türünü benimseyen yapılandırmacı yaklaşımı ise Pirotton (2014 aktaran Güneş, 2014) üçüncü düzey öğrenme olarak tanımlamaktadır. Güneş (2014) ise bilişsel ve yapılandırmacı öğrenmelerde bireyin zihin ve davranışlarında uzun dönemli

değişmeler olduğunu belirtmekte ve öğrenme etkinliklerinin özellikle yapılandırmacı yaklaşıma göre düzenlenmesi gerektiğini belirtmektedir. Yapılandırmacılık, bir bilgi ve öğrenme kuramı olarak, öğrenmeyi, bilşte oluşan anlam yapılarının zihin tarafından yeniden oluşturulması olarak açıkladığı söylenebilir. Bu bağlamda bilgi dış dünyadan olduğu gibi alınamayan ancak bireyin eylemleri ve deneyimleri ile ilişkili olarak bireyin zihninde oluşmaktadır (Demirel, 2008). Öğrenenlerin bilgiyi oluşturma biçimi kendilerine sunulandan ziyade bilgiyi zihinlerinde yapılandırdıkları şekildedir. Piaget'nin görüşlerine dayalı olan bilişsel yapılandırmacı yaklaşımda birey, karşılaştığı yeni durumu fark eder, mevcut bilgi ve deneyimlerine dayanarak yeni bilgiyi tanımaya ve anlamlandırmaya çalışır (Yaşar, 1998).

Burada, yapılandırmacılığın bir yorumu olan ve özellikle tasarım ve üretim temelli çalışmalarda dikkat çeken Papert (1993)'in inşacılık yaklaşımı ön plana çıkmaktadır. Papert'in inşacılık yaklaşımında, bireyler, öğrenme sürecinde sunabilecekleri bir ürün tasarımı ile fikir üretme, kendi hatalarını görebilme, süreci yansıtabilme durumlarını deneyimleyerek aktif bir yapılandırma sürecindedirler (Kafai ve Resnick, 1996). Bireylerin aktif olarak katıldıkları öğrenme sürecinde bir ürün oluşturmak amacıyla çeşitli araçlar kullanmaları ile öğrenme ortamları zenginleştirilebilir. Ayrıca, oluşturdukları ürünleri ve üretim sürecini sunarak deneyimlerini ve öğrenmelerini paylaşabilecekleri bir alan yaratabilirler. Bireyler, öncelikle dış kaynaklı aldıkları bilgileri içselleştirerek üretim/inşa sürecinde içselleştirdikleri bu bilgileri dışa aktarmaktadırlar (Papert, 1990).

İnşacı öğrenme özellikle uygulamalı derslerin yoğun olduğu meslek liselerinde öğrenme sürecini daha verimli kılabilir. Nesnelerin interneti öğrenimi de uygulama/teorik bileşenleri içermesi ve bir problemin çözümü üzerine kurgulanabilmesi açısından inşacı öğrenme yapısı ile uyuşabilir. Nitekim Callaghan (2012) nesnelerin interneti öğretimi için tasarladığı IoT deney kiti ve eğitim programını, pedagojik yaklaşım açısından inşacılık temeline dayandırmaktadır. İnşacı bir öğrenme teorisi ile özellikle K-12 sınıflarında teknolojinin öğrenme sürecine nasıl daha verimli olarak dahil edilebileceği ile ilgili çalışmasında Brennan (2015), inşacı bir öğrenme sürecini dört aşamada ele almaktadır. Bu aşamalar tasarım, kişiselleştirme, paylaşım ve yansıtmadır.



Şekil 2.13. İnşacılık Yaklaşımında Aşamalar

Yapılandırmacı bir öğrenme yaklaşımında, tasarım etkinlikleri yoluyla bireyler, tekrarlı düşünme, problem çözme uygulamaları ve eleştirel yaratıcılık ile öğrenirler (Brennan, 2015). Tasarım, sınırları belirleme, tartışma, belirsizlikleri ortadan kaldırma, yönetme ve ısrarcı olma gibi beceriler gerektirmektedir (Razzouk ve Shute, 2012). Bu aşamada birey, problem durumuna çözüm üretmek ya da bir fikri somutlama çalışmaları için sadece teknik becerilere değil, düşünme, analiz etme, problem çözme, sorgulama ve uygulama çalışmalarına da ihtiyaç duyabilir.

Kişiselleştirme aşaması, öğrenenin bireysel olarak, özgün bilişsel ve duygusal özellikleriyle birlikte sürece nasıl katılacağına dikkate alınması süreci ile ilgilidir. Bu aşama, bireylerin öğrenme stilleri ve benlik kavramlarındaki farklılıkları ve tek bir öğrenme yolu veya tarzı olmadığını kabul etmeyi de içermektedir (Brennan, 2015).

Paylaşım aşaması için Brennan (2015), Piaget'nin kişiselleştirme perspektifinden bakıldığında öğrenme ve gelişmenin önemli bireysel bileşenleri olduğu ama aynı zamanda derin sosyal süreçleri de içerdiğini belirtmektedir. Üretim sürecinde ve sonunda, bireysel fikirlerin akranlar, öğretmen, aile vb taraflarca paylaşılarak onlardan gelen fikirlerle desteklenmesi düşünme biçiminde çeşitliliği artırabilir ve bilgi inşa sürecini olumlu yönde etkileyebilir.

Tasarım, kişiselleştirme ve paylaşma etkinlikleri, öğrencileri kendilerine, ne yaptıklarına ve nasıl düşündüklerine dair “Ne oluşturmak istiyorum? Onu oluşturmak için neye ihtiyacım var? Ne konuda yardıma ihtiyacım var? Neden beklediğim gibi çalışmadı?

Bana kim yardım edebilir? Kime yardım edebilirim? Tüm bu sorunlara nasıl daha iyi yaklaşabilirim?” gibi çok sayıda soru sormaya davet edebilir (Brennan, 2015). Bu tür sorular, öğrenenin, kendi yaklaşımını, çözümünü ve ulaştığı sonuçları sorgulamak ve daha iyi çözümler olup olmayacağı konusunda değerlendirmelerde bulunma sürecini yani yansıtma sürecini oluşturabilir.

Problem tabanlı stratejiler inşacılık yaklaşımına göre düzenlenmiş öğretim ortamları ve yeterliliğe dayalı program tasarıları için uygun olabilir (Brennan, 2015; Demeuse ve Strauven, 2016). Tablo 2.2’de de işaret edildiği üzere proje tabanlı öğrenim uygulama, analiz, sentez ve değerlendirme bilişsel alanlarını içeren bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Aynı zamanda öğrenciler inşacı bir öğrenme ortamına uygun olarak proje tabanlı öğrenme ile bir problem temelinde fikir oluşturarak tasarım yapma, üretim sürecinde kendi bireysel özelliklerini katarak kişiselleştirme, proje sonucunu paylaşma ve kendi deneyimlerini yansıtma aşamalarını gerçekleştirirler. Demirel (2015) proje tabanlı öğrenimi farklı disiplinlerle bağlantılı bir problem üzerine inşa edilen ve öğrencinin işbirlikli ve bağımsız çalışmalar yürüterek öğrenmeyi yapılandırıp tasarladığı bir süreç olarak tanımlamıştır.

2.2.3.1. Proje tabanlı öğrenme

John Dewey’in kurucusu kabul edilen ve kaynağını pragmatizm felsefesinden alan proje tabanlı öğrenme ilk olarak ABD’de uygulanmış ve o yıldan bu yana ABD ve bir çok ülkede geniş bir kabul görmüştür (Saban, 2000). Erdem (2002) Proje tabanlı öğrenmeyi öğrencilerin kendi öğrenmelerini kurgulayıp geliştirdikleri ve sorunları işbirliği içerisinde çözümleyebildikleri teknoloji tabanlı öğrenme olarak tanımlamaktadır. Demirel (2015) ise öğrencilerin kendilerine özgü bir biçimde kendi bilgilerini kurmalarına izin veren ve sonunda gerçekçi ürünlere ulaşmayı sağlayan bir yaklaşım olduğunu belirtmektedir. Dolayısıyla proje tabanlı öğrenmenin öğrenciyi merkeze alan ve öğrencilerin bireysel yeteneklerini geliştirmeyi destekleyen bir yaklaşım olduğu söylenebilir. Karoğlu (2013) bireysel yetenekleri gelişen öğrencilerin, Bloom’un eğitim amaçları taksonomisindeki karmaşık becerileri içeren “analiz, sentez ve değerlendirme” basamaklarına çıkabileceklerini belirtmektedir.

Bell (2010), proje tabanlı öğrenme sürecinin genellikle bir problem cümlesi ile başladığını belirtmektedir. Bu ilk basamakta problem cümlesi belirlenir ve bu problemi detaylandıran, açık uçlu alt sorular oluşturularak her bir sorunun çözümüne ilişkin etkinlikler

planlanabilir. Bu süreçte, öğrencilerin de soru oluşturup etkinliklerin planlamasına katkı sunması önemlidir. Böylelikle proje süreci ve proje ürününde, öğrencinin kendi bakış açısını daha fazla yansıtması sağlanır (Karoğlu, 2013). Araştırma sorusu belirlendikten sonra aynı soruya ilgi duyan öğrenciler bir araya gelerek proje gruplarını oluşturabilirler. Proje grupları, daha sonra proje ürünü için gerekli kaynak ve materyal arayışı, ürünü tamamlama süreci ve nihayetinde projenin sunumunu gerçekleştirirler (Bell, 2010). Proje tabanlı öğrenme süreci, bir dersin belirli bir konusu ile ilgili birkaç günlük bir etkinlik olabileceği gibi birkaç hafta ya da bir dönemlik süreleri kapsayabilir. Nitekim Karoğlu (2013), farklı araştırmacıların çalışmalarından, proje tabanlı öğrenme yaklaşımının nasıl kullanılabileceğine yönelik elde ettiği bulgulara, proje tabanlı öğrenmenin ders içi uygulanabilecek bir teknik olmasının yanında, ders tasarımı yapılırken kullanılabilecek bir yol olarak da ele alınmasının araştırmacılar tarafından önerildiğini belirtmektedir.

Proje tabanlı öğrenme sürecinde üretilen projelerin, mümkün olduğunca gerçek hayata değinen ve içinde farklı disiplinler ile ilgilenmeyi gerektiren süreçlerin yer almasının, öğrenme sürecinin başarısında önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir. Nitekim Boss ve Krauss (2014) proje tabanlı öğretimde projelerin, gerçek hayata benzer şekilde karmaşık ve birden fazla disiplini içerecek şekilde tasarlanmasının gerekliliğini vurgulamıştır.

Proje tabanlı öğrenme her ne kadar süreç odaklı olsa da, proje ürününün sunumu da sürecin son aşaması olması bakımından önemlidir. Öğrencilerin belirli bir çevreye (okul, ilgili sektörler, aile vb.) proje ürünlerini prototip, rapor, video gibi materyaller yardımı ile sunmaları, proje sürecine öğrencilerin çok daha titizlikle yaklaşmalarına yardımcı olabilir (Karoğlu, 2013).

Proje tabanlı öğrenme, sınıf sınırları dışına taşan öğrenme sürecini destekleyebilir. Nitekim güncel teknolojinin imkânları ve herkes tarafından kolaylıkla erişilebilir olması hem proje sürecinde hem de ders dışı öğrenmede önemli bir avantaj sağlayabilmektedir. Özellikle internet gibi bilgiye erişimi son derece kolaylaştıran ağlar, öğrencilerin kısa zamanda ve mekândan bağımsız şekilde bilgiye erişmelerine ve kullanmalarına imkân tanıyabilir. Teknolojik araçlar, proje tabanlı öğrenmede, bilgiye ulaşma, analiz etme ve paylaşma anlamında fayda sağlayabilirler (Blumenfeld, Fishman, Krajcik, Marx, ve Soloway, 2000). Bilginin öğrenciler için gereken şekilde organize edilerek sunulması ve kolaylıkla erişilebilir olması teşvik edici olabilir (Karoğlu, 2013)

Mesleki eğitimde proje tabanlı öğrenme, okulda edinilen becerilerin gerçek hayata transferinde önemli bir rol oynamaktadır. Blumenfeld vd. (2000) proje çalışmalarının okul deneyimi ile gerçek hayattaki deneyimler arasında bir köprü görevi üstlendiği ve böylelikle günlük yaşamdan çıkan sorunların ve cevapların değer bulduğunu belirtmektedir. Bununla birlikte, proje tabanlı öğrenme modelinde değerlendirme sadece öğrencilerin konu ve kavramları öğrenme düzeyine göre değil aynı zamanda okul dışında, gerçek hayatta ihtiyaç duydukları becerilerin değerlendirilmesiyle de ilgilidir (Demirel, 2015).

Proje tabanlı öğrenmede, öğrenenlerin süreci disiplinler arası bir yaklaşım ile ele almaları inceledikleri sorunu bütüncül bir bakış açısı ile ve daha derinlemesine görmelerini sağlayabilir. Nitekim Demirel (2015) proje tabanlı öğrenmenin temel özelliği olarak farklı disiplinler ile bağlantılı bir problem üzerine inşa edilmesi olduğunu belirterek proje tabanlı öğrenmenin çok disiplinli yapısını geleneksel öğretim yöntemlerinden ayıran bir özelliği olarak vurgulamıştır.

2.2.3.2. Disiplinler arası öğrenme

Disiplinler arası öğrenme, tekil disiplinlere ilişkin konu alanlarının anlamlı bir biçimde bir araya getirilerek belirli kavramlar altında sunulması olarak tanımlanabilir (Yıldırım, 1996). Erickson (2007) disiplinler arası yaklaşımı, değişik disiplinlere ait kavramların kavramsal bir entegrasyonu olarak tanımlamıştır. Disiplinler arası yaklaşım, öğrencileri, farklı alanlardaki kavramları bir araya getirerek sentezleme ve kavramlar arasındaki ilişkiyi analiz etme gibi üst düzey bilişsel düşünmeye yöneltebilir. Bu bağlamda disiplinler arası program yaklaşımında amaç, öğrencilerin problem durumlar karşısında bütüncül ve üst düzey düşüncelerini sağlamaktır (Erickson, 2007). Kavramların tekil disiplinler içerisinde değerlendirilmesi Erickson (2007) tarafından bilginin parçalanması olarak ifade edilmektedir. Disiplinler arası yaklaşımda ise öğrenciler, kavramlara karşı farklı bakış açıları geliştirilerek daha derin bir ilişki kurmayı öğrenebilirler ve yeni bilgileri bu algılayış üzerinde daha kolay yapılandırabilirler (McDonald ve Czerniak, 1994).

Disiplinler arası bir yaklaşımda öğretim sürecinin, öğrencilerin, problem durumlara karşı analitik ve farklı bakış açıları geliştirebilmeleri, farklı konu alanlarına ilişkin bilgiler ile derinlikli ilişkiler kurarak yapılandırabilmeleri, analiz edebilmeleri ve bu bilgileri yeni konu alanları üzerinde sentezleyebilmelerine olanak tanıyacak şekilde kurgulanması beklenmektedir (Akbulut, 2019, p. 4). Bu bakımdan öğretim tasarımında disiplinler arası

yaklaşımın, disipliner yaklaşımlara göre daha fazla dikkat ve çaba gerektiren bir süreç olduğu söylenebilir. Ancak bu noktada Akbulut (2019), disiplinler arası ve disipliner yaklaşımın birbirlerinin karşısı ya da alternatifi olarak düşünülmemesi gerektiğini belirtmektedir. Disipliner yaklaşımlar, belirli bir konu alanına ilişkin derinlemesine bilgi ve beceri ediniminde daha etkili olabilmektedir (Yıldırım, 1996). Dolayısıyla öğretim programı tasarımlarında disiplinler arası ve disipliner yaklaşımları bir arada düşünmek daha yerinde bir tutum olabilir. Böylelikle öğrenci, bir yandan kendi alanı ile ilgili bilgi ve beceri edinimini derinlikli bir noktaya taşıırken diğer yandan edindiği bilgi ve becerileri farklı alanlar ile ilişkilendirerek daha geniş bir perspektif oluşturabilir (Özkök, 2005).

2.3. Nesnelerin İnterneti Yeterlilikleri ve Mesleki Eğitim

Teknolojideki değişimin başlıca etken olduğu iş modellerindeki dönüşümler, iş için gerekli beceri gereksinimlerini de değiştirmiştir. Nitekim Bach, Zoroja, ve Vukšić (2013) her nesnenin potansiyel olarak artık “bağlı” olabileceğini dolayısıyla iş modellerinin internet ve bağlı olmayı içerek şekilde yeniden ele alınması gerektiğini belirtmiştir.

2.3.1. İş süreçlerinde teknolojiye bağlı yeterliliklerin durumu

Philbeck ve Davis (2018) henüz Dördüncü Sanayi Devrimi'nin başında olduğunu yani geleceği tanımlayacak normlar, standartlar, altyapı, düzenlemeler ve iş modellerinin ortaya çıkmaya devam ettiğini vurgulamaktadır. Dijitalleşen iş süreçlerinin (özellikle teknik tabanlı işler) daha karmaşık ve çok disiplinli yapısı, iş için gerekli gereksinimleri arttıracaktır (Gebhardt vd., 2015). Gelişen teknolojiye insanların iş süreçlerini yönetebilmeleri için veri okuma, analiz etme gibi “dijital düşünebilme” becerilerini geliştirmeleri ve çalışanların daha fazla bağımsız karar almaya ve özerkliğe ihtiyaç duyacağı düşünülmektedir (Scheer, 2012; Roblek vd., 2016).

Endüstri 4.0'ın her ne kadar verimlilik kazanımları ve yeni iş modellerinden değer yaratma gibi olumlu etkileri olsa da teknolojik değişimin istihdam üzerinde hem olumlu hem de olumsuz bir etkisi olabilir (Roblek vd., 2016). Burada karşılaşılabilecek önemli zorluklardan biri işlerin yeniden yapılandırılmasında az emek gerektiren işlerin hızla ortadan kalkabileceğidir (Kane, Palmer, Phillips, ve Kiron, 2015). Akıllı teknolojilerin kullanımından elde edilen üretkenlik artışının tüketici talebindeki artışa ve buna bağlı olarak işleri güvence altına alma gibi olumlu bir etki yaratabilmesinin yanında bu teknolojilerinin kullanımının iş süreçlerini yok etme olasılığı da göz ardı edilmemelidir (Roblek vd., 2016).

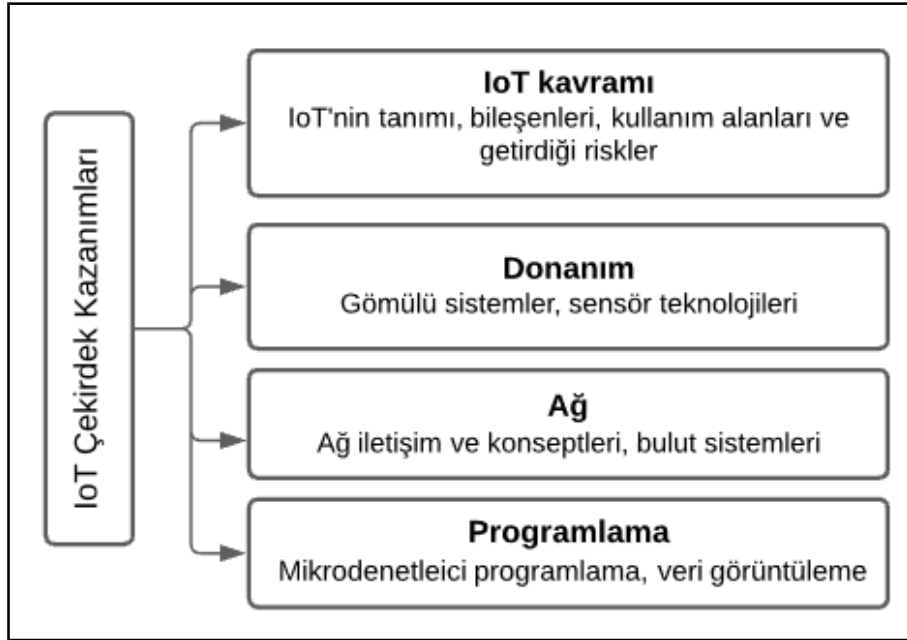
Hungerland vd. (2015) uzun vadede endüstri 4.0'ın iş süreçlerini yok etme olasılığının daha baskın olacağını ve teknolojik işsizlik yaratacağını vurgulamaktadır. Dolayısıyla endüstri 4.0 sadece robotik ve üretimin otomatikleştirilmesi ile açıklanamamalıdır. Endüstri 4.0, malzeme tedarikinden ürünün üretimi ve müşteriye ulaşmasına kadarki tüm iş süreçlerinin bir bütün olarak dijitalleştirilmesidir (Roblek vd., 2016). Kane vd. (2015) yeni teknolojilerdeki iş çözümlerine artık insanların büyük oranda bilişsel yetenekleri ile katma değer sağlayabileceğini belirtmektedir. Bilişim teknolojilerindeki yeterlilikler ile birlikte disiplinler arası düşünme becerisi de uzun vadeli gelecekte birçok alandaki işler için temel gereksinimlerden biri haline gelecektir (Gebhardt vd., 2015).

Teknolojik gelişmelerin iş süreçlerini ve dolayısıyla istihdamı olumsuz etkilemesinin yanında gelişim, yeni beceri ihtiyaçlarını da doğurabilmektedir (Sharkov vd., 2020). Veri bilimi alanında yürütülen bir araştırmada şirketlerin %43'ü çalışanlarda analitik becerilerin eksikliğini vurgulamışlardır (Ransbotham, Kiron, ve Prentice, 2015). Bir başka araştırma ise teknoloji alanında faaliyet gösteren şirketlerin %68'inin IoT uzmanı bulmakta zorlandıklarını belirtmiştir (Canonical, 2017). Sharkov vd. (2020) teknolojinin önemli bir yer tuttuğu alanlarda gereksinim duyulan becerilerin sürekli güncellenmeye ihtiyaç duyduğunu belirtmektedir. Bu nedenle endüstri 4.0'ın önemli yapıtaşlarından biri olan nesnelerin interneti teknolojilerinin gereksinim duyduğu yetkinliklerin sürekli gözden geçirilmesi önemli görülmektedir.

2.3.2. Nesnelerin interneti ile ilişkili kazanımlar

Nesnelerin interneti teknolojilerinin eğitiminde literatürde yer çalışmalarda hedeflenen kazanımlar incelendiğinde IoT ile ilgili temel kavramların tanımlanmasının yanında genel olarak sensör ve mikrodenetleyici ağırlıklı elektronik donanımların bağlantısı ve kurulumu, ağ iletişiminin kurulması ve programlama becerileri etrafında yoğunlaştığı görülmektedir (Duvall ve Hollingsworth, 2016; Förster, Dede, Könsgen, Udugama, ve Zaman, 2017; Voas ve Laplante, 2017). Nitekim Förster vd. (2017) nesnelerin internetinin temel çerçevesini çevreyi algılama, verileri iletme ve aynı ortamda eylemler gerçekleştirme olarak tanımlamaktadır. Raikar, Desai, ve Naragund (2016) IoT eğitimi ile ilgili çalışmada sensör teknolojileri, kablolu/kablosuz iletişim ve programlama ile ilgili kazanımları odağına almıştır. He vd. (2016) CS/SWE kazanımları ile örtük olarak oluşturdukları IoT müfredatına ağ sistemleri ve gömülü sistemler ile ilgili kazanımları da eklemiştir. Burd vd. (2018) IoT ile ilgili eğitimleri derledikleri çalışmada ise çekirdek kazanımları donanım (gömülü

sistemler, sensörler), ağ/bulut sistemleri ve insan-bilgisayar etkileşimi (otomasyon, veri görüntüleme) olarak belirlemiştir. Bu çalışmalardan yola çıkarak nesnelerin interneti ile ilgili çekirdek (temel) olarak tanımlanabilecek kazanımlar Şekil 2.14'te verildiği şekliyle düzenlenebilir.



Şekil 2.14. IoT ile İlgili Çekirdek Kazanımlar

IoT temel kazanımları arasında yer alan IoT kavramı ise birçok çalışmada IoT'nin tanımı, IoT sistemini oluşturan bileşenlerin tanımlanması ve IoT kullanım alanları gibi konuları içerdiği görülmektedir (Maenpaa, Tarkoma, Varjonen, ve Vihavainen, 2015; Duvall ve Hollingsworth, 2016; He vd., 2016). Bununla birlikte nesnelerin interneti sistemlerinin neden olduğu riskler üzerinde duran çalışmalarda mevcuttur. Duvall ve Hollingsworth (2016) IoT kazanımları arasına IoT'de gizlilik, güvenlik ve etik durumlara da yer vermiştir. Kurkovsky ve Williams (2017) çalışmasında IoT sistemlerinin neden olduğu sosyal etkiler ve etik durumların tanımlanmasını kazanımları arasında belirtmiştir. Burd vd. (2018) ise IoT'de güvenlik, gizlilik ve etik durumları çekirdek kazanımların dışında tutarak “derinlikli kazanımlar” olarak tanımlamıştır.

Çalışmalar, nesnelerin interneti eğitimlerinde IoT kavramı, donanım, ağ, programlama kazanımlarının yanında farklı kazanımlara da değinmektedir. Bu kazanımlar arasında tasarım becerileri ve 3D tasarım yapabilme (Duvall ve Hollingsworth, 2016; Kurkovsky ve Williams, 2017), makine öğrenmesi ve büyük veri (Kurkovsky ve Williams, 2017; Burd vd.,

2018), disiplinler arası çalışabilme (He vd., 2016; Laird ve Bowen, 2016) gibi kazanımlar yer almaktadır.

2.3.3. Mesleki eğitimde nesnelerin interneti eğitimi

IoT teknolojilerinin getirdiği yeni yetkinlikler mesleki eğitimde henüz tam olarak karşılanamamaktadır (Gronau vd., 2017). Nesnelerin interneti teknolojileri, bilişim teknolojileri alanında çalışanların ihtiyaç duydukları becerileri daha karmaşık ve değişken kılmakta ve bu alanda bir beceri boşluğu oluşmasına neden olmaktadır (Sharkov vd., 2020). Ancak, teknolojik ilerleme ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan dönüşümlere rağmen insan gücü hala kritik bir “başarı faktörü” olmaya devam etmektedir (Schirner, Erdogmus, Chowdhury, ve Padir, 2013). Bu nedenle, dijital yeterliliklerin tüm mesleki ve teknik eğitime entegrasyonu ve disiplinler arası çalışmaların müfredat ile kaynaştırılması önemli görülmektedir (Gebhardt vd., 2015). Çalışanların IoT kaynaklı gereksinimleri karşılayabilecek düzeyde olmaları endüstri 4.0 iş süreçlerinin başarısı açısından son derece önemlidir. Bu gereksinimleri karşılayabilmek için disiplinler arası çalışabilme başta olmak üzere problem çözme, bütüncül düşünme, iletişim ve uyum gibi yetkinliklere ihtiyaç duyulmaktadır (Prinz vd., 2016).

Endüstrinin ihtiyaç duyduğu yeni becerilerin –iş öncesi- okulda kazandırılmasına duyulan ihtiyaç mesleki eğitimi daha kritik bir noktaya taşımasına rağmen (Ishar, Derahman, ve Kamin, 2020) mesleki eğitim, nesnelerin interneti ve veri analitiğinden yararlanan sektörlerin giderek çeşitlenmesinden kaynaklı beceri ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalmaktadır (Mikroyannidis, Domingue, Phethean, Beeston, ve Simperl, 2017). Ancak yine de son dönemde mesleki eğitimde nesnelerin interneti ile ilgili müfredat çalışmalarının arttığı görülmektedir. Birçok Avrupa üniversitesi ve mesleki eğitim kurumunun dâhil olduğu bir projede veri bilimi ve IoT teknolojileri ile ilgili yeterlilikler belirlenmeye çalışılarak çok disiplinli bir Mesleki ve Teknik Eğitim müfredatı oluşturma çalışması gerçekleştirilmiştir (Sharkov vd., 2020). Bu çalışmada temel olarak mesleki eğitim düzeyinde IoT kavramları ve cihazları, IoT sistemi, güvenlik/gizlilik ve IoT iş süreçleri ile ilgili konular müfredatta yer almıştır. Bir başka çalışmada ise denizcilik alanında mesleki eğitim veren kurumların bu alanda giderek yaygınlaşan akıllı sistemlerin kullanımına yönelik öğrenci yeterliliğini arttırmak amaçlanmış ve IoT teknolojileri üzerine bir eğitim programı geliştirilmiştir (Katranaş, Riel, Corchado-Rodríguez, ve Plaza-Hernández, 2020).

Birçok ülkede devlet kurumları da mesleki eğitimde IoT teknolojilerini kapsayan dijital yeterliliklerin artırılması için çeşitli çalışmalarda bulunmaktadır. Örneğin, Malezya hükümeti, sektörün kullandığı endüstri 4.0 teknolojilerini dinamik bir şekilde mesleki eğitim müfredatlarına yerleştirmeye yönelik bir çalışma yürütmektedir. Bu kapsamda yapay zeka, veri bilimi, nesnelerin interneti gibi teknolojilerin dâhil olduğu alanlarda faaliyet gösteren işgücü nitelikleri yeniden tanımlanmaya başlanmıştır.(Ishar vd., 2020). Çin, 2010 yılında tamamladığı mesleki eğitim reformunda IoT becerilerinin öğretimi için müfredat, materyal ve değerlendirme süreçlerine yer vermiştir (Hui-xiaoa ve Shu-Sheng, 2011). Almanya’da ise 2006 yılında ilk defa ortaya konan “Alman İleri Teknoloji Stratejisi” 2010 yılında mesleki eğitim ve üniversiteleri de kapsayacak şekilde yeniden güncellenmiştir (Mohammadian vd., 2020). 2010 yılında hükümet destekli mesleki eğitimde dijital yeterliliklerin güçlendirilmesini de içeren “Deutschland Digital 2015” çerçevesi oluşturulmuş ve bu çerçeve kapsamında “eğitim ve yeterlilikler” başlığında IoT eğitimi, IoT teknolojilerinin eğitimde kullanılması vb. konularda birçok proje desteklenmiştir (Business, 2018).

Mesleki eğitimde IoT becerilerinin kazandırılmasında ağırlıklı olarak öğretim süreç ve etkinliklerine odaklanan çalışmalarda ise IoT öğretiminde gerçek hayata ilişkin problemlere odaklanan ve proje tabanlı öğrenim yöntemlerinin önemine vurgu yapıldığı görülmektedir (Shiyong vd., 2016; Burd vd., 2018; Mătăsaru vd., 2018). IoT, yapay zeka ve makine öğrenmesi gibi yeni paradigma ve teknolojilere ilişkin becerileri kazandırmayı amaçlayan bir çalışmada gerçek hayata yönelik problemleri teknik ve finansal zorluklardan, pazar analizi ve sunuma kadar bütüncül bir şekilde ele alan projelerin IoT ile ilgili kazanımlara ulaşmadaki önemine vurgu yapılmıştır (Mătăsaru vd., 2018). Shiyong vd. (2016) IoT eğitim ve müfredat sistemini incelediği çalışmasında sektör ile eğitim kurumlarının işbirliğinin önemine dikkat çekerek IoT eğitiminde sektörel bazda ihtiyaç analizine göre eğitimin şekillendirilmesini ve işletmeler ile işbirliği içerisinde pratik uygulamaları içerecek bir öğretim süreci oluşturulmasını önermektedir.

3. YÖNTEM

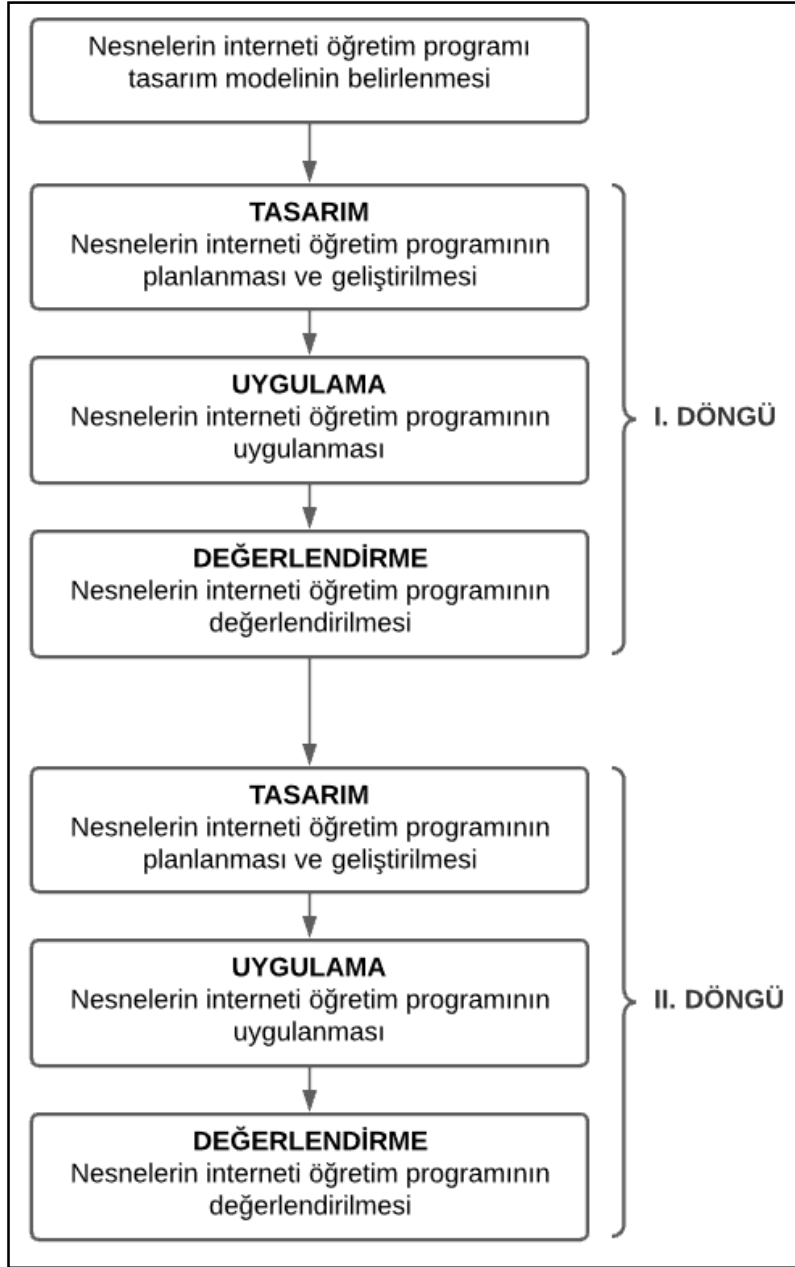
Bu çalışma, meslek lisesi öğrencilerinin teknolojik yetkinliklerini arttırmak amacıyla nesnelerin interneti ile ilgili bir yeterlilik profili tasarlayarak bu yeterlilikleri kazandırmayı hedefleyen bir öğretim programı oluşturma ve yansımalarını bu bağlamda incelemeye odaklanmıştır. Nesnelerin interneti öğretim programını mümkün olduğunca eğitim öğretimin doğal ortamına entegre edebilecek, öğretim ortamı ve öğretim programı arasındaki ilişkileri doğru bir şekilde açıklayabilecek ve sürece müdahale imkânı sağlayacak bir metodoloji ile tasarlanması gerektiği düşünülmektedir. Bu nedenle, araştırma sürecinde müdahaleci, tekrarlayıcı ve sürecin her aşamasında inceleme imkânı verecek esnekliğe sahip bir araştırma modeli olan tasarım tabanlı araştırma (TTA) modeli kullanılmıştır (Confrey, 2006). Araştırma süreci genel olarak dört aşamada ifade edilebilir. Bu aşamalardan bazıları TTA kapsamında döngüsel olarak tekrar edilmiştir.

- Nesnelerin interneti öğretim programı tasarım modelinin belirlenmesi
- Nesnelerin interneti öğretim programının planlanması ve geliştirilmesi
- Nesnelerin interneti öğretim programının uygulanması
- Nesnelerin interneti öğretim programının değerlendirilmesi

3.1. Araştırma Modeli

Tasarım tabanlı araştırma (TTA), tasarım, uygulama, analiz ve yeniden tasarım adımlarını farklı öğrenme ortamlarında tekrar etmektedir (Collective, 2003). Confrey (2006) TTA'yı, bir dizi tasarlanmış, yenilikçi öğretim programlarının ve eğitim teknolojileri tarafından desteklenen eğitim etkileşimlerinin kapsamlı bir incelemesi olarak tanımlamaktadır. Barab ve Squire (2004)'a göre TTA'da amaç araştırma sırasında öğrenci, öğretmen, yönetici ve topluluk üyeleri gibi değişkenleri sterilize etmek yerine farklı ortamlarda uygulandığında bile yararlı olan esnek teoriler geliştirmektir. Araştırmada tasarım, uygulama ve değerlendirme süreçleri iki döngü ile kurgulanmıştır. Her döngü sonunda, programı iyileştirme süreci işletilerek sonraki döngüye ait revizyonlar gerçekleştirilmiştir. Araştırma sürecinde ilk adım nesnelerin interneti öğretim programı ile ilgili bir tasarım modelinin oluşturulmasıdır. Böylelikle programın hangi öğelerden oluşacağı ve bu öğeler arasındaki ilişkinin boyutu ortaya çıkarılabilir (Demirel, 2015, p. 43).

Sonraki adımlar ise TTA'ya uygun olarak nesnelerin interneti öğretim programının planlanması ve geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi aşamalarının döngüsel olarak tekrarından oluşmaktadır. Araştırma modeli Şekil 3.1'de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Araştırma Modeli

3.2. Araştırma Süreci

Araştırma süreci başlığı altında araştırmanın aşamaları tanıtılmış ve bu aşamalarda kullanılan yöntem ve teknikler detaylı olarak incelenmiştir. Araştırma modelinin her bir aşamasında kullanılan yöntem ve teknikler Tablo 3.1'de yer aldığı şekilde özetlenebilir.

Tablo 3.1. Araştırma aşamaları ve kullanılan yöntem ve teknikler

Araştırma aşamaları			Yöntem ve Teknikler
Nesnelerin interneti öğretim programı tasarım modelinin belirlenmesi			Literatür incelemesi
I. Döngü	Tasarım	Nesnelerin interneti öğretim programının planlanması ve geliştirilmesi	Literatür incelemesi İhtiyaç analizi (DELPHI)
	Uygulama	Nesnelerin interneti öğretim programının uygulanması	Deneysel çalışma, gözlem ve görüşmeler
	Değerlendirme	Nesnelerin interneti öğretim programının değerlendirilmesi	Nitel ve nitel verilerin analizi
II. Döngü	Tasarım	Nesnelerin interneti öğretim programının revizyonu	I. Döngü bulgularının yansıtılması
	Uygulama	Nesnelerin interneti öğretim programının uygulanması	Deneysel çalışma, gözlem ve görüşmeler
	Değerlendirme	Nesnelerin interneti öğretim programının değerlendirilmesi	Nitel ve nitel verilerin analizi

3.2.1. Nesnelerin interneti öğretim programı tasarım modeli

Bu başlık altında nesnelerin interneti öğretiminde hedef, içerik, öğrenme yaşantıları ve değerlendirmelerinin hangi adımlar çerçevesinde geliştirileceğini planlamak amacıyla bir program geliştirme modelinin belirlenme aşamaları açıklanmıştır. Program geliştirme çalışmaları eğitim programı, öğretim programı ve ders programı olarak kapsayıcılığına göre farklı çerçevelerde ele alınabilir (Demirel, 2015). Çalışma kapsamında planlanan öğrenme öğretme yaşantıları ve ölçme değerlendirme etkinlikleri, nesnelerin interneti yeterliliklerinin bir eğitim öğretim dönemi boyunca kazandırılmasına yönelik olduğu için öğretim programı çerçevesinde oluşturulmuştur.

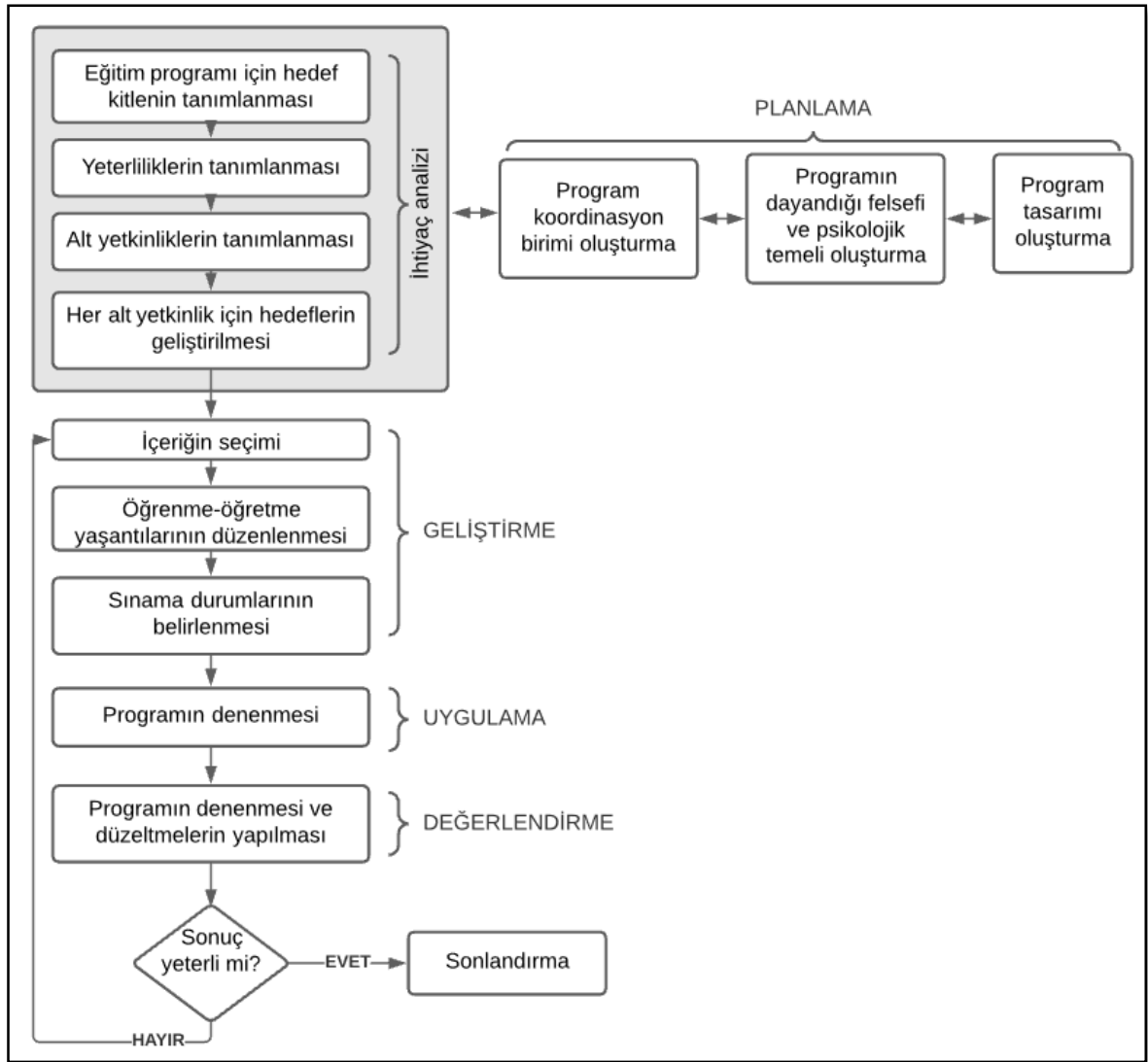
Nesnelerin interneti öğretim programı, program geliştirme çalışmalarında genelde izlenen planlama, uygulama ve değerlendirme aşamalarını içermektedir (Oliva ve Gordon II, 2012; Demirel, 2015). Ancak, bu aşamalardan önce programın hangi öğelerden oluşacağını tam olarak ortaya koymak amacıyla bir tasarım yaklaşımı belirlenmiştir.

3.2.1.1. Programın dayandığı kuramsal altyapı ve program tasarımı yaklaşımı

Bu çalışmada tasarlanan nesnelerin interneti öğretim programı, nesnelerin interneti yeterlilik çerçevesinde belirtilen bilgi, beceri ve tutum davranışlara en verimli yoldan ulaşmayı amaçlayan bir süreç olarak ele alınmıştır. Bu bağlamda program tasarımında

“yeterliliğe dayalı tasarım” yaklaşımı tercih edilmiştir. Demeuse ve Strauven (2016) yeterlilik merkezli program yaklaşımının ilk başlarda eğitim ve psikoloji bilimlerine uzak olduğunu ancak sonradan bilişsel öğrenme, yapılandırmacılık ve sosyal yapılandırmacılıktan kaynaklanan bir literatüre bağlı geliştiğini ve kabul gördüğünü belirtmektedir. Bu çalışmada tasarlanan nesnelerin interneti öğretim programı, çalışmanın kavramsal çerçeve başlığında detaylıca bahsedilen yapılandırmacı yaklaşımın bir yorumu olarak inşacılık temelinde ele alınmıştır. İnşacılık yaklaşımına göre bireyler, bir ürün tasarımı ile fikir üretme, kendi hatalarını fark etme, süreci yansıtabilme ve öğrenme sürecini sunabilme durumlarını deneyimlemeleri sayesinde aktif bir yapılandırma sürecindedirler (Kafai ve Resnick, 1996). Nesnelerin interneti eğitimleri incelendiğinde, neredeyse tamamı uygulamalı etkinlikler içermekte, birçoğu ise eğitim sürecinde öğrencilerin takımlara ayrıldığı bir proje çalışmasına da yer vermektedir (Förster vd., 2017; Kurkovsky ve Williams, 2017; Burd vd., 2018). Bu çalışma kapsamında tasarlanan nesnelerin interneti öğretim programında özellikle proje tabanlı süreçte belirginleşen, öğrencinin bir problem durumunu ele alarak probleme IoT alanında bir çözüm geliştirmesi, çözümünü sunacak prototip, video, görsel vb. çeşitli araçlar tasarlaması ve karşılaştığı sorunların üstesinden gelebilmesi yolu ile bilgiyi, kendisinin merkezde olduğu haliyle aktif bir biçimde inşa ettiği düşünülebilir.

Çalışma kapsamında tasarlanan Nesnelerin İnterneti öğretiminin test edilmesini mümkün kılan aşamaların kurgulanması amacıyla kavramsal çerçevede tanıtılan MEB modeli ile uyumlu Demirel (2015) Program Geliştirme Modelinden (DEPGEM) yararlanılmıştır. Ancak DEPGEM modelinde program akışı nihai olarak ülke genelinde uygulamaya yöneliktir. Bu çalışmada geliştirilen nesnelerin interneti öğretim programında uygulama aşamaları tüm çalışma evrenini kapsamamaktadır. Programın denenmesi aşaması birçok şehir ve okulda gerçekleştirilmesine karşın programın ülke genelinde uygulanma aşaması bu çalışmanın kapsamına alınmamıştır. Bu çalışmada, yeterliliğe dayalı program geliştirme modeli ve DEPGEM, araştırmanın özgün koşulları ile birlikte ele alınmış ve her iki program geliştirme modeli temel alınarak nesnelerin interneti öğretim programına ilişkin bir geliştirme modeli oluşturulmuştur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programı Geliştirme Modeli

Şekil 3.2’de görüldüğü üzere nesnelerin interneti öğretim programı geliştirme modeli yeterlilik tabanlı model ile DEPGEM modelinden yararlanılarak oluşturulmuştur. Nesnelerin interneti öğretim programı geliştirme modelinde ihtiyaç analizi aşaması, Gebbie ve Gill (2008)’in önerdiği yeterlilik tabanlı modelde yer alan hedef kitlenin tanımlanması, yeterliliklerin tanımlanması, alt yetkinliklerin tanımlanması ve hedeflerin geliştirilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Yeterlilik tabanlı eğitimlerde yeterlilikler, öğretim programının ana ögesi olarak görülebilir.(Wesselink vd., 2007) Bu modelde de yeterlilikler programın temelini oluşturmaktadır. Programın geliştirme, uygulama ve değerlendirme aşamaları ise DEPGEM’de yer alan aşamalara uygun olarak düzenlenmiştir. DEPGEM’in programı ülke geneline yansıtma aşamaları bu çalışma kapsamı ve sınırlılığı göz önüne alındığından nesnelerin interneti öğretim programında yer almamıştır.

3.2.2. Nesnelerin interneti öğretim programı planlanma, geliştirme ve revizyon süreçleri

Bu başlıkta araştırmanın birinci döngüsünde gerçekleştirilen ihtiyaç analizi, içerik oluşturma, öğrenme-öğretme yaşantılarının ve sinama durumlarının düzenlenmesi ile birlikte araştırmanın ikinci döngüsünde gerçekleştirilen programın revizyonu süreci açıklanmıştır.

3.2.2.1. Nesnelerin interneti öğretim programının planlanması

Nesnelerin interneti öğretim programının tasarımı ve kuramsal altyapısının oluşturulması ile birlikte planlama aşamasının bir diğer adımı, program geliştirme çalışma grubunun (PGÇG) oluşturulmasıdır. PGÇG programın hazırlanması, uygulanması, değerlendirilmesi ve revizyonu süreçlerini yürütmek üzere oluşturulmuştur. PGÇG ile ilgili detaylı bilgiler “Çalışma grubu” başlığında verilmiştir. Planlama aşamasının bir diğer önemli adımı ihtiyaç analizidir. İhtiyaç analizinde öncelikle eğitim programının uygulanacağı hedef kitle tanımlanmıştır. Bu çalışmanın çıkış noktası, meslek lisesi öğrencilerinin bilgi, beceri ve tutum olarak teknolojik yetkinliklerini arttırmak olduğu için meslek lisesi seviyesinde bir yeterlilik çerçevesi oluşturulmuştur. Kavramsal çerçeve başlığında detaylı olarak bahsedildiği üzere meslek liseleri öğrenimi sonunda alınan diploma hem AYÇ hem de Ulusal Yeterlilik Çerçevesinde (UYÇ) dördüncü seviye olarak tanımlanmaktadır (*Official journal of the european union*, 2008). Dördüncü seviye bir yeterliliğin bilgi, beceri ve yetkinlik bağlamında tanımı Tablo 3.2’de görülebilir (MYK, 2020).

Tablo 3.2. Dördüncü Seviye Yeterlilik Tanımı

Türkiye yeterlilikler çerçevesi 4. seviye	
Bilgi	• Bir çalışma veya öğrenme alanında geniş kapsamlı teorik (kuramsal) ve olgusal bilgi
Beceri	• Bir çalışma veya öğrenme alanındaki belirli sorunlara çözüm üretmek için gerekli bilişsel ve uygulamalı beceriler dizisi
Yetkinlik	• Öngörülebilir, ancak değişime açık ortamlarda, görevleri tamamlamak için tam sorumluluk alma. • Başkalarının yürüttüğü sıradan görevlerin gözetimini yapma, bu görevlerin değerlendirilmesinde ve iyileştirilmesinde sınırlı sorumluluk alma. • Hayat boyu öğrenme yaklaşımı kapsamında öğrenme ihtiyaçlarını karşılama ve rehberlik eşliğinde ileriye yönelik öğrenme hedeflerini belirleme. • Bir iş veya öğrenme alanındaki bilgi, beceri, tutum ve davranışlar ile etik meseleler ve toplumsal sorunların ilişkisi konusunda farkındalığa sahip olma

Tablo 3.2’de belirtilen seviye tanımına uygun olarak nesnelerin interneti yeterliliklerin belirlenmesinde literatür incelemesi ve Delphi tekniğinden yararlanılmıştır. A. Kılıç, Aydın, Ökmen, ve Şahin (2019) ihtiyaç belirleme çalışmalarında doküman incelemesi ve literatür taramasının gerekliliğine vurgu yapmaktadır. Literatür araştırması ile çeşitli eğitim düzeylerini, farklı eğitim yaklaşımlarını ve nesnelerin internetinin farklı kullanım alanlarını içeren akademik çalışmalar ve eğitim programları incelenmiştir. Bu çalışmalarda ortak olarak yer alan kazanımlar belirlenmiş ve nesnelerin interneti ile ilgili taslak yeterlilik çerçevesi ortaya çıkarılmıştır. Delphi tekniği ile taslak yeterlilikler temel alınarak nesnelerin interneti yeterlilik çerçevesi oluşturulmuştur. Delphi tekniği standart ve akreditasyonların oluşturulması dâhil program geliştirme süreçlerinin her aşamasında kullanılabilen bir tekniktir (Semerci ve Semerci, 2001). Çalışmada delphi tekniği A. Kılıç vd. (2019) tarafından ortaya konan aşamalar izlenerek gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda delphi çalışmasının aşamaları;

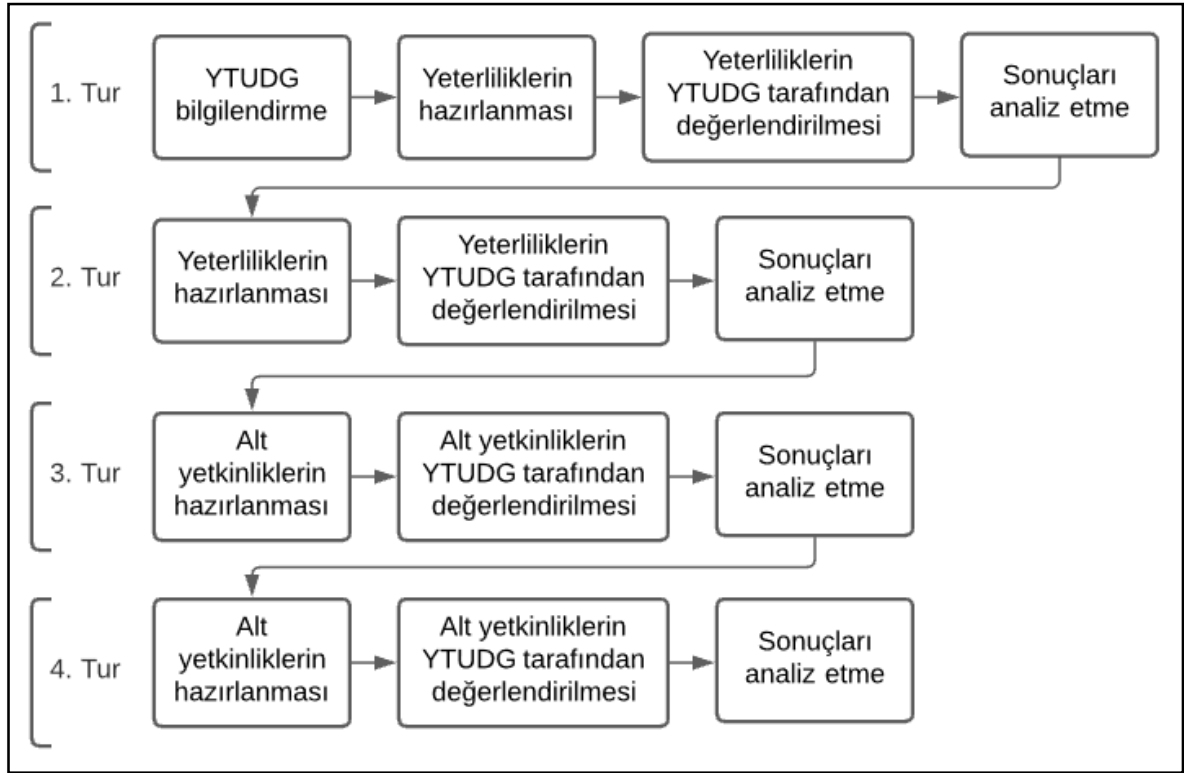
- Taslak yeterliliklerin “Yeterlilik Tasarımı Uzman Danışma Grubuna” (YTUDG) mail yolu ile gönderilerek uzman değerlendirmesine sunulması
- Değerlendirme sonuçlarının yeterlilik maddelerine revize olarak yansıtılması
- Revize edilen yeterlilik maddelerinin tekrar YTUDG’nun değerlendirmesine sunulması
- Tekrarlı ve kontrollü bu geri bildirim sürecinin önceden uzlaşmış olan kapsam geçerliliğini sağlayana kadar devam etmesi şeklindedir.

Bu çalışmada uzmanlar, görüşlerini sunarken bir araya gelmemiş, uzman görüşleri mail aracılığı ile koordinatöre iletilmiştir. Bu yönü ile diğer tekniklerden farklılık gösteren Delphi tekniğinin kullanılma sebebi görüş bildirme aşamasında bir arada bulunarak uzmanların birbirlerini etkileme olasılığının önüne geçmektir (Semerci ve Semerci, 2001). Aynı zamanda farklı iş sektörlerinden oluşan YTUDG grubunun sürekli toplantılar halinde bir araya getirmekte zorluk yaşanabileceği düşünülmüştür.

Planlama aşamasında öncelikle uzman grubunu oluşturma, anket turlarını yönetme ve sonuçları yorumlama aşamaları için bir zaman çizelgesi oluşturulmuştur. Zaman çizelgesi “3.5. Verilerin Toplanması” başlığında iş/zaman akış tablosunun (Tablo 3.22) “Nesnelerin interneti yeterlik çerçevesinin belirlenmesi” kısmında detaylı olarak sunulmuştur. Delphi sürecinin planlanmasında ayrıca uzman grubu oluşturulmuş ve uzman grubunun oluşturulma

sürecine ilişkin detaylı bilgiler “3.3.1 Yeterlik Tasarımı Uzman Danışma Grubu (YTUDG)” başlığında sunulmuştur.

Anket turları genellikle üç ya da dört turla tamamlanabilmektedir (A. Kılıç vd., 2019). Bu çalışmada dört anket turu gerçekleştirilmiştir. Anket turlarına ilişkin şema Şekil 3.3’te görülebilir.



Şekil 3.3. Delphi Süreci Anket Turlarını Yönetme Aşamaları

Şekil 3.3’te görüldüğü üzere ilk turda YTDUG, zaman çizelgesi ve iş akışı hakkında bilgilendirilmiştir. YTUDG ile tüm anket turlarında iletişim e-mail aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. İlk iki turda nesnelerin interneti yeterlilikleri oluşturulmuş, üçüncü ve dördüncü turda ise her bir yeterliliğe ilişkin alt yetkinlikler belirlenmiştir. Bu çalışmada uzlaşmaya varma ölçütü olarak kapsam geçerliliği çalışmalarında kullanılan Lawshe tekniği kullanılmıştır. Uzlaşma ölçütleri ve nihai verilerin yorumlanması aşaması “4.1. Nesnelerin İnterneti Yeterliliklerinin Tasarımına İlişkin Bulgular” başlığında detaylı olarak sunulmuştur.

3.2.2.2. Nesnelerin interneti öğretim programının geliştirilmesi

Program çalışma grubu, içerik, öğrenme ve öğretme süreçlerini, nesnelerin interneti yeterliliklerine ulaşmayı hedefleyerek ve öğrenme ortamının koşullarını da dikkate alarak

oluşturmuştur. Nesnelerin interneti öğretim programında bilişsel kuramlarda belirtilen bilişsel alanlara uygun öğretim, yöntem ve stratejiler kullanılmıştır (Demeuse ve Strauven, 2016; Güven ve Alan, 2017). Bu bağlamda yeni bilgilerin aktarımında, görsel materyaller (sunu, video vb.) ve öğretmen tarafından gerçekleştirilen laboratuvar ya da simülasyon (Tinkercad vb.) uygulamaları ile desteklenmiş anlatım yöntemleri kullanılmıştır. Aktarılan bilgilerin öğrenciler tarafından içselleştirilmesi amacıyla çeşitli problemler üzerinden örnek olay incelemesi ya da soru-cevap etkinlikleri düzenlenmiştir. Nesnelerin interneti teknolojilerinin farklı disiplinleri içermesi ve beceri ile ilgili yetkinlikler gerektirmesi nedeniyle üst düzey bilişsel alanlar olan uygulama, analiz, sentez ve değerlendirme alanlarına ilişkin yöntem ve stratejiler, bu çalışmanın “3.2.1.1 Programın Dayandığı Kuramsal Altyapı Ve Program Tasarımı Yaklaşımı” başlığında belirtilen inşacılık kuramına uygun olarak tasarlanmıştır. Öğrencilerin, bir problem temelinde, farklı disiplinlere ilişkin öğrendikleri bilgilerini bir araya getirerek sentezlemeleri, uygulama ve sunum deneyimi yaşayarak bilgiyi aktif olarak inşa etmelerini sağlamak amacıyla problem tabanlı stratejiler kullanılmıştır. Nesnelerin interneti öğretim programında kullanılan proje tabanlı öğrenme süreci, bir teknikten ziyade inşacı bir öğrenme ortamının oluşturulması amacıyla programın tasarımında önemli bir bileşen olarak yerini almıştır. İnşacı bir öğrenme süreci aşamaları ile proje tabanlı öğrenme sürecinin düzenlenmesi arasındaki ilişki Tablo 3.3’te yer almaktadır.

Tablo 3.3. Nesnelerin İnterneti Öğretiminde Gerçekleştirilen Etkinliklerin İnşacı Öğrenme Aşamalarına Göre Sınıflandırılması

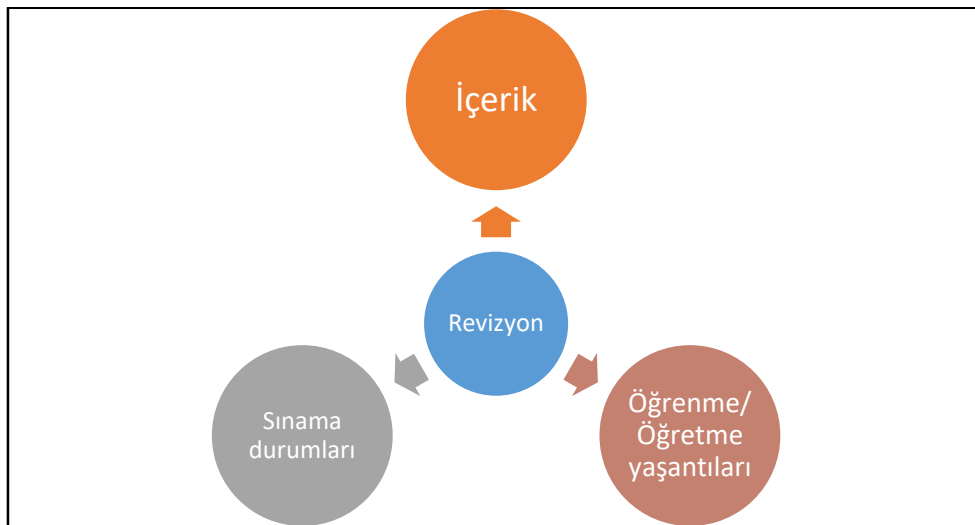
Aşama	Etkinlik	Açıklama
Tasarım	Beyin fırtınası	Öğrenciler, günlük hayatta karşılaştıkları ya da gözlemledikleri sorunları tanımlayarak, bu sorunlar ile ilgili IoT çözümleri ortaya koyar ve tartışır
	Grup çalışması	Farklı çözümler bir araya getirilerek proje grupları oluşturulur. Projelerde güvenlik, gizlilik ve etik ile risklerin nasıl ortadan kaldırılacağı üzerine tartışılır ve çözüm üretilir
Kişiselleştirme	Uygulama	Gruplar, IoT projelerinin uygun donanım ihtiyaçlarını belirler, fiziksel bağlantılarını gerçekleştirir ve test ederler. Donanım ve yazılım hataları tespit edilerek gruplar tarafından giderilir.
	Proje sunumu	Öğrenciler, öğretim programı sonunda birinci döngüde çalışmaya İstanbul’da bir üniversitede, ikinci döngüde bulundukları ilin Bilim Merkezlerinde çalışmalarını birbirleri, üniversite öğrencileri, öğretmenler, akademik ve sektörel çevreden kişilerle paylaşırlar.
Yansıtma	Görüşme	Öğrencilerin edindikleri deneyim ve görüşlerini almak üzere ilk döngüde üniversitede panel düzenlenir. Her iki döngüde ise öğrenciler, proje süreçlerini ve deneyimlerini aktardıkları poster ve üç dakikalık video hazırlarlar. Ayrıca proje takımları ile görüşme gerçekleştirilir.

Programın son beş haftası, öğrencilerin proje fikri oluşturma, fikirlerini sunacak protoip, video vb materyallerin hazırlanması ve projelerinin sunumuna ayrılmıştır. Proje tabanlı öğrenme stratejisinin bir diğer avantajı ise değerlendirmedir. Bu stratejide değerlendirme, ürün ve sürecin birlikte değerlendirildiği bir yapı içermektedir (Demirel, 2015). Böylelikle proje ürününün ortaya konulması ve ürünün geliştirilme süreci, öğrencilerin nesnelerin interneti yeterliliklerini kavrama ve kullanma bağlamında fikir vermektedir.

Programın ölçme değerlendirme araçları olan “Yeterlilik düzeyini belirleme testi (YDBT)” ve “Öğrenci Projelerini Değerlendirme Formu (ÖPDF)” veri toplama araçları başlığında detaylı olarak açıklanmıştır. Nesnelerin interneti öğretim programını değerlendirme yaklaşımı, esasında öğrencilerin birbirlerine göre durumlarının değerlendirilmesinden ziyade yeterliliklere ulaşma hedefine göre tasarlanmıştır. Demirel (2015) bu tür değerlendirmeyi amaca yönelik değerlendirme olarak tanımlamaktadır. Ayrıca öğrencilerin programda yer alan uygulamaları gerçekleştirebilme düzeyleri de öğretmenler tarafından değerlendirilmiştir.

3.2.2.3. Nesnelerin interneti öğretim programının revizyonu

Program hakkında daha tutarlı bilgiye sahip olmak amacıyla birinci döngü uygulama süreci ile program denenmiş ve elde edilen veriler ile yeniden gözden geçirilerek program revize edilmiştir. Böylelikle, programın hedefler, davranışlar, işleyiş, yöntem, materyaller ve düzeye göre eksik ya da iyi yönlerini tespit ederek en iyi programa ulaşmak hedeflenmiştir (Demirel, 2015). Nesnelerin interneti öğretim programı revizyonu içerik, öğrenme/öğretme yaşantıları ve sinama durumları bağlamında ele alınmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programında Revize Edilen Durumlar

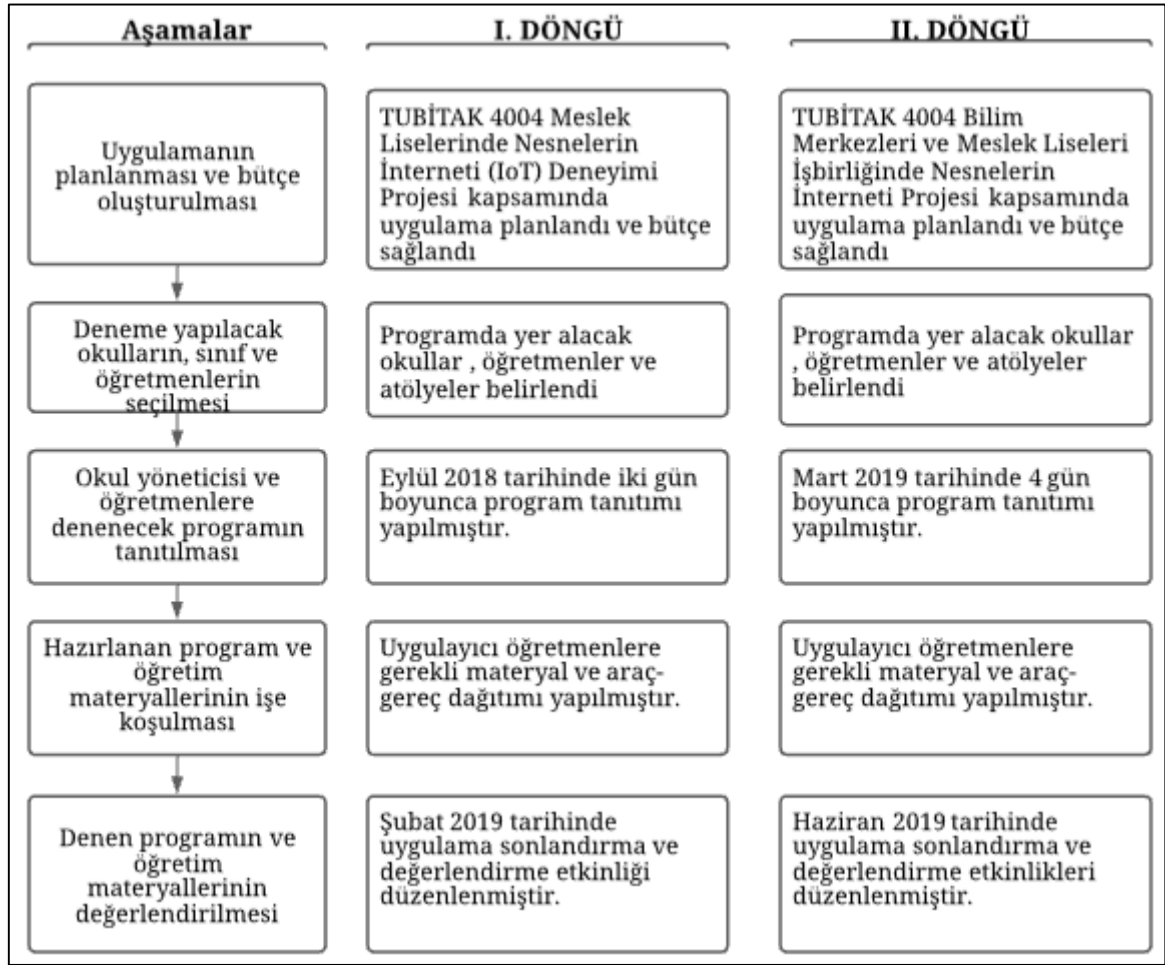
Nesnelerin interneti öğretim programında gerçekleştirilen revizyonlar bulgular ve yorumlar bölümünde “4.2.1. Programın Revizyonu” başlığı altında detaylı olarak ele alınmıştır.

3.2.3. Nesnelerin interneti öğretim programı uygulama süreçleri

Bu çalışmada öğretim programı iki döngü olarak uygulanmıştır. Programın tekrarlı uygulanmasının sebebi, hedef kitle özellikleri ile eğitim amaçları arasındaki tutarlılığın sağlanması, programı uygulayanların yeterliliklerinin belirlenmesi ve iyileştirilmesi, programı uygulayan eğitim kurumlarındaki koşulların tecrübe edilmesi ve program hakkında geçerli ve güvenilir veriler elde edilmesidir. (Demeuse ve Strauven, 2016). Ayrıca, program geliştirme sürecinde alınan kararların hangi ölçüde işlevsel ve uygulanabilir olduğunun, eksik ya da iyileştirmeye açık alanların belirlenmesi sağlanmıştır (Erişti ve Polat, 2017). Programın hedeflenen şekilde uygulanması amacıyla, uygulama öncesinde çeşitli planlama ve hazırlıklar gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda programın başarıya ulaşması için öğretmen ve kurum ihtiyaçlarının belirlenmesi, farklı ölçeklerde ve gerekli altyapıya sahip okulların seçimi ve uygulama öncesi öğretmenlere programın tanıtılması (Demirel, 2015) adımları gerçekleştirilmiş, ayrıca, programın ekonomik boyutu da göz önüne alınmıştır. Demeuse ve Strauven (2016) eğitim programı geliştirme sürecinin birbiri ile bağlantılı ve çok sayıda ayrıntılı karar almayı ve bu kararlar doğrultusunda etkinlikler gerçekleştirmeyi içerdiğinden ekonomik boyutunun da göz önüne alınması gerektiğini belirtmiştir. Bu çalışmada sürecin ekonomik boyutu olarak, ön hazırlık çalışmaları, dokümantasyon, ulaşım, çoğaltma işlemleri, görevlilerin ücretlendirilmeleri, öğretim materyallerinin temini gibi süreçler sayılabilir. Dolayısıyla uygulamanın planlanması aşamasında uygulama için gerekli bütçenin sağlanması da önemli bir yer tutmaktadır. Nesnelerin interneti öğretim programının uygulama süreçlerinde gerçekleştirilen işlemler Şekil 3.5’te sunulmuştur.

Programın uygulama aşamalarında da görüldüğü üzere okul yöneticisi ve öğretmenlere denenecek programın tanıtılması her iki döngüde de gerçekleştirilmiştir. Programın tanıtım süreci için önemli miktarda bütçe ayrılmış, uygulayıcı öğretmenler, tüm masrafları karşılamak üzere her iki döngüde de uygulama öncesi İstanbul’da Nişantaşı ve Marmara Üniversitelerinde program tanıtım etkinliklerine katılmışlardır. Solter, Duc ve Engelbrecht (2007) (aktaran Erişti ve Polat, 2017) ön uygulama öncesinde tasarlanan eğitim programının uygulamayı gerçekleştirecek eğiticilere tanıtılmasının ön uygulamanın başarılı olması

açısından önemli olduğunu vurgulamaktadır. Araştırmanın her iki döngüsünde gerçekleştirilen programın uygulama süreçleri detaylı olarak alt başlıklarda sunulmuştur.



Şekil 3.5. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programı Uygulama Aşamaları

3.2.3.1. Programın birinci döngüde uygulanması

Nesnelerin interneti öğretim programının birinci döngü uygulama süreci 2018 – 2019 eğitim öğretim yılının ilk döneminde Eylül 2018 ve Şubat 2019 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Programın uygulanması, “Mesleki Eğitimde Nesnelerin İnterneti Deneyimi” olarak projelendirilmiş ve proje TUBİTAK tarafından desteklenmiştir. Bu araştırmanın danışmanı proje yürütücüsü, araştırmacı ise projede uzman olarak görev almıştır. Birinci döngü uygulama süreci boyunca ihtiyaç duyulan yol, konaklama masrafları, eğitim materyalleri, sarf malzemelerinin alımı ve eğitmen ücretleri masrafları TUBİTAK desteği ile karşılanmıştır. Birinci döngü uygulama sürecine ilişkin takvim Tablo 3.4’te yer almaktadır.

Tablo 3.4. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programı Birinci Döngü Uygulama Süreci

Etkinlik	Tarih	Yer	
Eğitici eğitimi	10 – 11 Eylül 2018	İstanbul	Nişantaşı Üniversitesi,
		İzmir	Gaz. Çetin Altan MTAL
Programın uygulanması	24 Eylül – 04 Ocak 2018	İstanbul	Haydarpaşa MTAL
			Şişli MTAL
		Mardin	Mardin MTAL
Projelerin sunumu ve programın sonlandırılması	15 – 16 Şubat 2019	İstanbul	Nişantaşı Üniversitesi

Programın uygulanması öncesinde program çalışma grubu, uygulama süreci hazırlıklarını ve eğitici eğitimini Eylül ayında Nişantaşı Üniversitesinde iki gün süren toplantılar boyunca gerçekleştirmiştir. Bu süreçte program takvimi, programda kullanılacak materyaller ve içerik eğiticilere tanıtılmış, program içerisinde yer alan uygulamalar eğiticiler ile birlikte denenmiştir (Şekil 3.6). Eğitici eğitimi sonunda öğretmenlerden program hakkında görüşleri ve programın uygulanmasına dönük planlarını öğrenmek üzere odak görüşmesi yapılmıştır. Uygulama sırasında Tablo 3.5’te verilen donanımlar proje bütçesi kapsamında temin edilerek öğretmenlere dağıtılmıştır. Donanımlar, araştırma sonrasında, öğretmenlerin nesnelerin interneti eğitimlerine devam edebilmeleri için okullardan geri alınmamıştır.

Tablo 3.5. Programı Uygulayacak Her Bir Öğretmene Tahsis Edilen Donanımlar

Donanım adı	Adet
MBot	1
Arduino Uno	5
Raspberry Pi 4	3
Particle photon	2
Sensör seti (32 parça)	1
SD card (8 Gb)	3
Raspberry Pi adaptörü	3
Raspberry Pi koruyucu kasa	3
Breadboard	5
Temel devre elemanları seti (Led, direnç, buton, bağlantı kabloları)	5



Eğitici eğitimi videoları için QR kodu

Şekil 3.6. Birinci Döngü Eğitici Eğitiminden Kareler Ve Video QR Kodu (Nişantaşı Üniversitesi – 10.09.2018)

Programın uygulandığı okullar, TÜBİTAK projesi kapsamında projeye destek veren kurum kategorisinde yer almışlar, program boyunca atölye tahsisi, öğretmen ders programlarının düzenlenmesi ve öğrenci öğretmen hareketliliği için gerekli işlemleri gerçekleştirmişlerdir. Nesnelerin interneti eğitimi öğrencilerin bulundukları okullardaki atölye ve laboratuvarlarda gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7 ve Şekil 3.8).



Şekil 3.7. Birinci Döngü Eğitim Süreci (Gazeteci Çetin Altan Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi)



Şekil 3.8. Proje Tabanlı Süreç İle İlgili Çalışmalar (Şişli Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi)

Öğrencilerin proje sunumları ve birinci döngü uygulamasının sonlandırılması 2019 Şubat ayında Nişantaşı Üniversitesinde iki gün süren etkinlikler çerçevesinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.9). Proje sunumlarının ardından katılımcıların deneyimlerini paylaştıkları bir panel düzenlenmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.9. Proje Sunum Etkinliği (Nişantaşı Üniversitesi – 15.02.2019)



Şekil 3.10. Proje Sunum Etkinliklerinde Öğrenci Ve Öğretmenlerin Deneyimlerini Paylaştıkları Panel (Nişantaşı Üniversitesi – 16.02.2019)

Programın uygulama aşamasında araştırmacı tarafından kontrollü olarak oluşturulan durumların bağımlı değişken üzerindeki etkisini test etmek amacıyla ön test – son test kontrol gruplu deneysel araştırma kullanılmıştır (Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz, ve Demirel, 2008). Böylelikle programın uygulanmadığı (Kontrol grubu) grup ile uygulandığı grup (deney grubu) arasında karşılaştırmalı analizler yapılabilmektedir. Çalışma grupları okullarda yer alan şubelerden ve okuldaki bir alan ya da dalın bir şubesi deney diğer şubesi kontrol grubu olacak şekilde seçilmiştir. Çalışma gruplarının seçimi ile ilgili detaylı bilgi bu çalışmada “3.3. Çalışma Grupları” başlığı altında verilmiştir. Programın sonunda gruplara “Yeterlilik Düzeyini Belirleme Testi” uygulanmış ve sonuçlar, yine bu çalışmada “4.1.3. Programın Değerlendirilmesi” başlığı altında tartışılmıştır.

3.2.3.2. Programın ikinci döngüde uygulanması

Nesnelerin interneti öğretim programının ikinci döngü uygulama süreci 2018 – 2019 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde Mart ve Haziran 2019 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Programın uygulanması, “Bilim Merkezleri ve Meslek Liseleri İşbirliğinde Nesnelerin İnterneti” olarak projelendirilmiş ve proje TUBİTAK tarafından desteklenmiştir. Bu araştırmanın danışmanı proje yürütücüsü, araştırmacı ise projede uzman olarak görev almıştır. İkinci döngü uygulama süreci boyunca ihtiyaç duyulan yol, konaklama masrafları, eğitim materyalleri, sarf malzemelerinin alımı ve eğitmen ücretleri masrafları TUBİTAK desteği ile karşılanmıştır. İkinci döngü uygulama sürecine ilişkin takvim Tablo 3.6’da yer almaktadır.

Tablo 3.6. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programı İkinci Döngü Uygulama Süreci

Etkinlik	Tarih	Yer	
Eğitici eğitimi	17 – 21 Mart 2019	İstanbul	Marmara Üniversitesi Nişantaşı Üniversitesi
Programın uygulanması	25 Mart – 07 Haziran 2019	Bursa	TSO Gürsu MTAL
		Kayseri	Bünyan MTAL
		Kocaeli	Bahçecik MTAL
		Konya	Ereğli MTAL
		Elazığ	Karşıyaka MTAL
Projelerin sunumu ve programın sonlandırılması	09 – 14 Haziran 2019	Bursa	Bursa Bilim Merkezi
		Kayseri	Kayseri Bilim Merkezi
		Kocaeli	Kocaeli Bilim Merkezi
		Konya	Konya Bilim Merkezi
		Elazığ	Elazığ Bilim Merkezi

Program çalışma grubu hazırlıkları ve eğitici eğitimi Mart ayında Marmara Üniversitesi ve Nişantaşı Üniversitesinde dört gün süren toplantılar boyunca gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte program takvimi, programda kullanılacak materyaller ve içerik eğiticilere tanıtılmış, program içerisinde yer alan uygulamalar eğiticiler ile birlikte denenmiştir (Şekil 3.11).



Eğitici eğitimi videoları için QR kodu

Şekil 3.11. İkinci Döngü Eğitici Eğitimi

Uygulama sırasında Tablo 3.5’te verilen donanımlar proje bütçesi ile kapsamında temin edilerek öğretmenlere dağıtılmıştır. Donanımlar, araştırma sonrasında, öğretmenlerin nesnelerin interneti eğitimlerine devam edebilmeleri için okullardan geri alınmamıştır.

Tablo 3.7. Programı Uygulayacak Her Bir Öğretmene Tahsis Edilen Donanımlar

Donanım adı	Adet
Arduino Uno	5
Raspberry Pi 4 ve aksesuarları (Sd card, adaptör vb.)	1
Particle photon	3
Sensör seti (32 parça)	1
ESP Node MCU	2
Breadboard	5
Temel devre elemanları seti (Led, direnç, buton, bağlantı kabloları)	5

Programın uygulandığı okullar, TUBİTAK projesi kapsamında projeye destek veren kurum kategorisinde yer almışlar, program boyunca atölye tahsisi, öğretmen ders programlarının düzenlenmesi ve öğrenci, öğretmen hareketliliği için gerekli resmi işlemleri gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerin proje sunumları ve birinci döngü uygulamasının sonlandırılması okulların bulundukları illerdeki Bilim Merkezlerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Proje Sunum Etkinliği (Kayseri, Elazığ, Kocaeli ve Konya Bilim Merkezi)

Bu çalışmada deneklerin bağımlı değişkene ilişkin ölçümleri uygulama öncesinde ön test, uygulama sonrasında son test olarak aynı denekler ve aynı ölçme araçları kullanılarak test edilmiştir. Programda “Yeterlilik Düzeyini Belirleme Testi” ön test ve son test olarak uygulanmış, sonuçlar bulgular ve yorum bölümünde “ikinci döngü programının değerlendirilmesi” başlığı altında tartışılmıştır.

3.2.4. Nesnelerin interneti öğretim programının değerlendirilmesi

Bu başlıkta nesnelerin interneti öğretim programı uygulamalarının değerlendirilmesinde izlenen yol ve aşamalar açıklanmıştır. Değerlendirme süreci ile uygulamalar sonucunda

oluşan aksaklıkları ve eksik yönlerin nedenlerini ortaya koymak, düzeltmeleri gerçekleştirmek amaçlanmıştır. Çalışmada programın değerlendirilmesi süreci genel hatlarıyla veri toplama, verileri ölçütlerle karşılaştırıp yorumlama ve etkililik hakkında karar verme aşamaları halinde (Demirel, 2015) her iki döngüde de uygulanmıştır. Bu çalışmada program değerlendirme aşaması tasarım sürecinin önemli bir parçasıdır. Bu yüzden programın gözden geçirilmesi için geliştirme modeli döngüsel olarak tasarlanmıştır. Ayrıca, değerlendirme sürecinde programı tasarlayan ve geliştiren araştırmacının gözlemleri de yer almaktadır. Araştırmacının tasarım, geliştirme ve değerlendirme aşamalarında yer alması, tasarımda gerçekleştirilen değişikliklerin altında yatan nedenleri doğru bir şekilde açıklayabilir (Demeuse ve Strauven, 2016). Araştırmada programın değerlendirilmesi, öğrenme/öğretme yaşantılarında (içerik, fiziki koşullar, araç-gereç, yöntem ve stratejiler vb) ortaya çıkan güçlüklerin tespit edilmesi ve öğrencilerin yeterliliklere ulaşma düzeyini belirlemeye odaklanmıştır. Değerlendirmeye ilişkin verilerin toplanmasında ise öğretmen ve öğrencilerden görüş alma, araştırmacı tarafından gerçekleştirilen gözlem ve programın çeşitli bileşenlerinin uygulanmasına ilişkin nicel ve nitel bilgiler toplanmıştır. Program değerlendirmesinde kullanılan veri toplama araçları ise bu bölümde “3.4. Veri Toplama Araçları” başlığında detaylı olarak ele alınmıştır.

3.3. Çalışma Grubu

Bu başlıkta araştırma sürecinin farklı aşamalarında oluşturulan uzman ve çalışma grupları tanımlanmıştır.

3.3.1. Yeterlilik tasarımı uzman danışma grubu (YTUDG)

YTUDG nesnelerin interneti yeterliliklerini belirlemek üzere ilgili sektör, akademik ve mesleki eğitim çevrelerinden oluşturulmuştur. YTUDG’nun görevi nesnelerin interneti taslak yeterliliklerini temel alarak bu çalışma kapsamında ele alınan nesnelerin interneti yeterlilik çerçevesini oluşturmak ve araştırmacının her bir döngüsü sonucunda yeterlilik çerçevesi kapsamında gerekli revizyon işlemlerini gerçekleştirmektir.

YTUDG sektörel, akademi ve mesleki eğitim olmak üzere üç ayrı grubun birleşiminden oluşmaktadır. Sektörel grup nesnelerin interneti alanında faaliyet gösteren firmalar arasından seçilmiştir. Firma seçiminde ayrıca, mesleki eğitim düzeyinde beceri ve yetkinlikler hakkında fikir sahibi olabileceği düşüncesiyle, bünyesinde meslek lisesinin elektrik elektronik, bilişim ve endüstriyel otomasyon teknolojileri alanlarında okuyan en az bir

stajyer öğrenci çalıştırması koşulu aranmıştır. Firmaların seçiminde İstanbul ilinin sayıca en fazla öğrencisi bulunan iki meslek lisesi olan Haydarpaşa ve Şişli MTAL'nin işletmede beceri eğitimi işbirliği yapılan firmalara ait veri tabanları esas alınmıştır. Firmaların eğitim ya da kurumsal ilişkilerinden sorumlu yetkililerine çalışma genel hatları ile telefon ya da mail aracılığı ile tanıtılmış ve mühendis, yönetici mühendis veya teknisyen kademelerinde çalışan bir yetkilinin araştırmaya dahil olması talep edilmiştir. Sektör katılımcılarından oluşacak uzman grubunda yönetici, mühendis ve tekniker dağılımının dengeli olmasına dikkat edilmiştir. Bu dağılıma uygun olarak talebe ilk geri dönüş yapan firmaların yönlendirdikleri kişiler uzman grubuna dahil edilmiştir. İkinci grup akademik çevreden oluşmaktadır. Bilgisayar ve öğretim teknolojileri alanından iki, elektronik mühendisliği alanından ise bir kişi YTUDG çalışma grubunda yer almıştır. Akademik çevreden katılan uzman grubu aynı zamanda TUBİTAK destekli “Mesleki Eğitimde IoT Deneyimi” ve “Bilim Merkezleri ve Meslek Liseleri İşbirliğinde Nesnelerin İnterneti Eğitimi” adlı projelerde yer almışlardır. Üçüncü grup olan mesleki eğitim çevresinden ise, yine aynı projelerde görev almış bilişim teknolojileri alanından iki, elektrik-elektronik teknolojileri alanından ise bir teknik öğretmen yer almıştır. YTUDG çalışma alanlarına ait bilgiler Tablo 3.8’de sunulmuştur.

Tablo 3.8. YTUDG Çalışma Alanlarına İlişkin Bilgiler

Üye	Çalışma Alanı
UZM1	Sektörel/ Mühendis (Yönetici)
UZM2	Sektörel/ Mühendis (Yönetici)
UZM3	Sektörel/ Mühendis
UZM4	Sektörel/ Mühendis
UZM5	Sektörel/ Mühendis
UZM6	Sektörel/ Mühendis
UZM7	Sektörel/ Tekniker
UZM8	Sektörel/ Tekniker
UZM9	Sektörel/ Tekniker
UZM10	Akademi/ Elektronik mühendisliği
UZM11	Akademi/ Bilgisayar ve Öğretim Tek.
UZM12	Akademi/ Bilgisayar ve Öğretim Tek.
UZM13	Mesleki ve Teknik Eğitim/ Bilişim Teknolojileri
UZM14	Mesleki ve Teknik Eğitim/ Bilişim Teknolojileri
UZM15	Mesleki ve Teknik Eğitim/ Elektrik-Elektronik Tek.

3.3.2. Program geliştirme çalışma grubu (PGÇG)

PGÇG, Nesnelerin interneti öğretim programın hazırlanması, uygulanması, değerlendirilmesi ve revizyonu süreçlerini yürütmek için oluşturulmuştur. PGÇG programın hazırlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi çalışmalarında görev yapan “Program Çalışma Grubu” ve süreç boyunca danışmanlık ve kolaylaştırıcılık yapmak üzere “Program Danışma Grubu” olarak iki alt gruba ayrılmıştır.

3.3.2.1. Program çalışma grubu

Program çalışma grubu, programın hazırlanması, uygulanması, değerlendirilmesi ve geliştirilmesi aşamalarını yürütmek üzere oluşturulmuştur. Dolayısıyla bu grupta nesnelerin interneti eğitimi ve program geliştirme alanlarından uzmanlar ve her iki döngüde programı uygulayacak öğretmenler yer almıştır. Çalışma grubu üyeleri TUBİTAK destekli nesnelerin interneti eğitimi ile ilgili çeşitli projelerde yürütücü, uzman, rehber ve eğitmen olarak çeşitli görevler almış kişilerden oluşmaktadır.

Tablo 3.9’da görüldüğü üzere program çalışma grubu üyelerinden bazıları çalışmanın tüm aşamalarında yer alırken bazı üyeler sadece belirli bir aşamada çalışma grubunda yer almışlardır. Programın birinci döngü uygulaması TUBİTAK 4004 Doğa ve Bilim Okulları Destek çağrısı kapsamında yürütülen “Mesleki Eğitimde Nesnelerin İnterneti (IoT) Deneyimi” projesi kapsamında yürütülmüştür. Proje kapsamında uygulamanın gerçekleştirileceği okulların seçiminde, sürecin her an gözlenebilmesi açısından İstanbul ilinde Haydarpaşa ve Şişli MTAL olmak üzere iki okul seçilmiştir. Araştırmacı, Şişli MTAL’de elektrik-elektronik teknolojileri öğretmeni olarak görev yapmaktadır. Araştırmanın sınırlılıklarında da belirtildiği üzere programın uygulanacağı okullar elektrik-elektronik, endüstriyel otomasyon ve bilişim teknolojileri alanlarından en az ikisini barındıran meslek liseleri olarak belirlenmiştir. Haydarpaşa MTAL endüstriyel otomasyon, elektrik-elektronik, bilişim teknolojileri Şişli MTAL ile elektrik-elektronik ve bilişim teknolojileri alanlarını barındırmaktadır. İstanbul dışındaki okulların seçimi için Mesleki ve Teknik Öğretim Genel Müdürlüğü Sosyal Ortaklar ve Projeler Daire Başkanlığına elektronik posta yoluyla bilgi verilerek okullara duyurulması talep edilmiştir. Geri dönüşte bulunan ve bünyelerinde endüstriyel otomasyon, elektrik elektronik ve bilişim teknolojileri alanlarından en az ikisini barındıran ilk üç okul (Gazeteci Çetin Altan, Seferihisar ve Mardin MTAL) çalışma grubuna dâhil edilmiştir. Ancak daha sonra Seferihisar MTAL, çalışmada eğitmen olarak yer alacak öğretmenin yurtdışı görevinden dolayı uygulama sürecinden çekilmiştir.

Programın ikinci döngü uygulaması TUBİTAK 4004 Doğa ve Bilim Okulları Destek çağrısı kapsamında yürütülen “Bilim Merkezleri ve Meslek Liseleri İşbirliğinde Nesnelerin İnterneti” projesi kapsamında yürütülmüştür. Proje kapsamında uygulamanın gerçekleştirileceği okullar ülkemizde TUBİTAK’a bağlı bilim merkezlerinin bulunduğu 5 farklı ilde yer almaktadır. Tablo 3.9’da program çalışma grubunun üyeleri ile ilgili bilgiler ve çalışmada görev yaptıkları aşamalar görülebilir.

Tablo 3.9. Program Çalışma Üyelerine İlişkin Bilgiler

Üye Kodu	Görevi	Görev yaptığı alan/bölüm	Program geliştirme	Çalışmanın görev alınan aşamaları	
				Uygulama	
				I. Döngü	II. Döngü
UZM1	Uzman	MÜ AEF BÖTE (Öğretim üyesi)	X	X	X
UZM2	Uzman	Şişli MTAL Elk.-Elo. Öğr.	X	X	X
		MÜ AEF BÖTE (Doktora öğrencisi)			
UZM3	Uzman	NÜ Mobil Tek. (Öğretim üyesi)	X	X	X
		MÜ AEF BÖTE (Doktora öğrencisi)			
UZM4	Uzman	İstanbul İl MEM	X		
UZM5	Uzman	MÜ AEF BÖTE (Öğretim üyesi)		X	
UZM6	Uzman	MÜ AEF BÖTE (Öğretim üyesi)		X	
UZM7	Uzman	Şişli MTAL Bilişim Tek. Öğr.		X	
		MÜ AEF BÖTE (Doktora öğrencisi)			
UZM8	Uzman	MÜ Müh.F. Elo. Müh. (Öğretim üyesi)		X	
UZM9	Uzman	NÜ Mobil Tek. (Öğretim üyesi)			X
UYG1	Uygulayıcı	Şişli MTAL Elk.-Elo. Öğr.		X	
UYG2	Uygulayıcı	Haydarpaşa MTAL Elk.-Elo. Öğr.		X	
UYG3	Uygulayıcı	Haydarpaşa MTAL End. Oto.Tek. Öğr.		X	
UYG4	Uygulayıcı	Gzt. Çetin Altan MTAL Elk.-Elo. Öğr.		X	
UYG5	Uygulayıcı	Gzt. Çetin Altan MTAL Bilişim Tek. Öğr.		X	
UYG6	Uygulayıcı	Mardin MTAL Bilişim Tek. Öğr.		X	
UYG7	Uygulayıcı	Bahçecik MTAL Bilişim Tek. Öğr.			X
UYG8	Uygulayıcı	Bahçecik MTAL Elk.-Elo. Öğr.			X
UYG9	Uygulayıcı	Bünyan MTAL Bilişim Tek. Öğr.			X
UYG10	Uygulayıcı	Ereğli MTAL Bilişim Tek. Öğr.			X
UYG11	Uygulayıcı	Ereğli MTAL Elk.-Elo. Öğr.			X
UYG12	Uygulayıcı	Karşıyaka MTAL Elk.-Elo. Öğr.			X
UYG13	Uygulayıcı	Karşıyaka MTAL Elk.-Elo. Öğr.			X
UYG14	Uygulayıcı	TSO Gürsu MTAL Bilişim Tek. Öğr.			X
UYG15	Uygulayıcı	TSO Gürsu MTAL Elk.-Elo. Öğr.			X

3.3.2.2. Program danışma grubu

Program danışma grubu, nesnelerin interneti öğretim programının hazırlık, tanıtım, uygulama ve koordinasyon süreçlerinde kurumsal olarak çalışma sürecinde yer alan

üyelerden oluşmaktadır. Program danışma grubu, araştırma süreci içinde yer alan kurumların yönetici ya da karar vericilerinden oluşmaktadır. Program danışma grubunda yer alan kurumsal üyeler TUBİTAK 4004 Doğa ve Bilim Okulları Destek Programı Çağrısı 118B543 ve 218B027 numaralı projelerde yürütücü, katılımcı ve destek veren kuruluş olarak çeşitli görevlerde bulunmuşlardır. Marmara Üniversitesi her iki döngüde de nesnelerin interneti öğretim programının uygulama öncesi hazırlık (malzeme alımı, eğitmen eğitimi, öğrenci-öğretmen hareketliliğinin organizasyonu vb.) ve program uygulamaları boyunca yürütücü ve koordinasyon görevlerini gerçekleştirmiştir. Kurumların araştırma sürecine yönelik katkıları Tablo 3.10’da görülebilir.

Tablo 3.10. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programı Süreçlerinde Yer Alan Kurumların Görevlerine İlişkin Bilgiler

Kurum adı	Döngü		Personel desteği	Atölye, toplantı salonu desteği	Gereksinimlerine ilişkin satın	Öğrenci/öğretmen hareketliliği ve organizasyonları	Eğitmen eğitimi süreçleri	Öğretim etkinlikleri	Proje sunum ve değerlendirme etkinlikleri
	I	II							
Marmara Üniversitesi	X	X	X	X	X	X	X		X
Nişantaşı Üniversitesi	X	X	X	X			X		X
Şişli İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü	X	X	X						
Gazeteci Çetin Altan MTAL	X		X	X				X	
Haydarpaşa MTAL	X		X	X				X	
Mardin MTAL	X		X	X				X	
Şişli MTAL	X		X	X				X	
Bahçecik MTAL		X	X	X				X	
Bünyan MTAL		X	X	X				X	
Ereğli MTAL		X	X	X				X	
Karşıyaka MTAL		X	X	X				X	
TSO Gürsu MTAL		X	X	X				X	
Elazığ Bilim Merkezi		X	X	X					X
Kayseri Bilim Merkezi		X	X	X					X
Kocaeli Bilim Merkezi		X	X	X					X
Kayseri Bilim Merkezi		X	X	X					X

3.3.3. Öğrenci çalışma grubu

Öğrenci çalışma grubu, nesnelerin interneti programının uygulama sürecine katılan öğrencilerin yer aldığı gruptur. Programın uygulandığı her iki döngüde farklı il, okul ve öğrenci grupları ile çalışılmıştır.

3.3.3.1. Birinci döngü öğrenci çalışma grubu

Birinci döngü öğrenci çalışma grubu, nesnelerin interneti öğretim programının birinci döngü uygulama aşamasında programın uygulandığı gruptur. Birinci döngü çalışma grubunda deney grubu ve kontrol grubu olmak üzere 150 öğrenci bulunmaktadır. Öğrenciler çalışmanın yürütüleceği okulların ilgili alanlarının 11. ve 12. sınıflarından seçilmiştir. Mesleki eğitimde öğrenciler alan derslerine 10. Sınıftan itibaren başlamaktadır. Dolayısıyla, birinci döngü uygulaması eğitim-öğretim sürecinin ilk döneminde gerçekleştirildiği için birinci döngü uygulama sürecinde 10. Sınıflar yer almamışlardır. Deney grubunda yer alan öğrenciler nesnelerin interneti öğretiminin uygulandığı grup olup TUBİTAK destekli “Mesleki Eğitimde Nesnelerin İnterneti (IoT) Deneyimi” projesinde katılımcı olarak yer almaktadır. Deney grubu demografisinin okul ve alanlara göre dağılımı Tablo 3.11’de görülebilir.

Tablo 3.11. Birinci Döngü Deney Grubuna İlişkin Demografik Bilgiler

Okul Adı	Bulunduğu İl	Alan	Grup Kodu	Sınıf	N	Örneklem Seçim Kriteri
Gzt. Çetin Altan MTAL	İzmir	Bilişim Tek.	D1	11	12	Tüm şube
Haydarpaşa MTAL	İstanbul	Elektrik Elektronik Tek.	D2	12	11	Tüm şube
Mardin MTAL	Mardin	Elektrik Elektronik Tek.	D3	12	11	Tüm şube
Şişli MTAL	İstanbul	End. Otomasyon Tek.	D4	12	10	Tüm şube
		Bilişim Tek.	D5	11	6	SOUÖ*
				12	4	
		Elektrik Elektronik Tek.	D6	11	12	Tüm şube
			D7	11	9	Tüm şube
Toplam					75	

- Seçkisiz olmayan uygun örnekleme

Nesnelerin interneti öğretimi eğitim öğretim yılı içerisinde haftalık ders programında yer alan meslek derslerinde okul ve öğretmen uygun gördüğü gün ve saat aralığında gerçekleştirilmiştir. Okullarda uygulama süreci öğretmenin, araştırmacının ve okul idaresinin birlikte belirlediği bir sınıfa ait tüm öğrencilerin katılımı ile yürütülmüştür. Sadece Mardin MTAL’de uygulama süreci haftalık ders programı içerisinde yürütülemediğinden öğretmenin belirlediği öğrenciler ile birlikte ders dışı egzersiz olarak gerçekleştirilmiştir.

Kontrol grubu ise deney grubu ile eş demografik özelliklere sahip öğrenciler arasından seçilmiştir. Kontrol grubunda yer alan öğrencilere nesnelerin interneti öğretim programı uygulanmamıştır. Kontrol grubu öğrencileri okul, sınıf ve alan bazında normal eğitim

öğretim süreçlerine devam etmişlerdir. Kontrol grubu demografisinin okul ve alanlara göre dağılımı Tablo 3.12’de görülebilir.

Tablo 3.12. Birinci Döngü Kontrol Grubuna İlişkin Demografik Bilgiler

Okul Adı	Bulunduğu İl	Alan	Grup Kodu	Sınıf	N
Gzt. Çetin Altan MTAL	İzmir	Bilişim Tek.	K1	11	12
		Elektrik Elektronik Tek.	K2	12	11
Haydarpaşa MTAL	İstanbul	Elektrik Elektronik Tek.	K3	12	11
		End. Otomasyon Tek.	K4	12	10
Mardin MTAL	Mardin	Bilişim Tek.	K5	11	6
			K6	12	4
Şişli MTAL	İstanbul	Elektrik Elektronik Tek.	K7	11	21
Toplam					75

3.3.3.2. İkinci döngü öğrenci çalışma grubu

İkinci döngü öğrenci çalışma grubu, nesnelerin interneti öğretim programının ikinci döngü uygulama aşamasında programın uygulandığı gruptur. İkinci döngü çalışma grubunda 74 öğrenci bulunmaktadır. Öğrenciler çalışmanın yürütüleceği okulların ilgili alanlarının 10, 11 ve 12. sınıflarından seçilmiştir. Çalışma grubunda yer alan öğrenciler TUBİTAK destekli “Bilim Merkezleri ve Meslek Liseleri İşbirliğinde Nesnelerin İnterneti” projesinde katılımcı olarak yer almaktadır. Öğrenci çalışma grubu demografisinin okul ve alanlara göre dağılımı Tablo 3.13’de görülebilir.

Tablo 3.13. İkinci Döngü Öğrenci Çalışma Grubuna İlişkin Demografik Bilgiler

Okul Adı	Bulunduğu İl	Alan	Grup Kodu	Sınıf	Öğr. Sayısı	Örneklem Seçim Kriteri
Bahçecik MTAL	Kocaeli	Bilişim T.	2G1	10	5	SOUÖ
		Elektrik Elektronik T.	2G2	10	2	Tüm şube
Bünyan MTAL	Kayseri	Bilişim T.	2G3	10	2	SOUÖ
				11	3	
Ereğli MTAL	Konya	Bilişim T.	2G4	11	9	Tüm şube
		Elektrik Elektronik T.	2G5	11	8	Tüm şube
Karşıyaka MTAL	Elazığ	Elektrik Elektronik T.	2G6	10	10	Tüm şube
			2G7	10	11	Tüm şube
TSO Gürsu MTAL	Bursa	Bilişim T.	2G8	12	6	Tüm şube
		Elektrik Elektronik T.	2G9	10	5	SOUÖ
				11	6	
Toplam					74	

Uygulama, eğitim öğretim yılı içerisinde haftalık ders programında yer alan meslek derslerinde okul ve öğretmenin uygun gördüğü gün ve saat aralığında gerçekleştirilmiştir. Okullarda uygulama süreci öğretmenin, araştırmacının ve okul idaresinin birlikte belirlediği bir sınıfa ait tüm öğrencilerin katılımı ile yürütülmüştür. Ancak Bünyan MTAL’de ve TSO Gürsu MTAL elektrik elektronik alanında uygulama süreci haftalık ders programı içerisinde yürütülemediğinden öğretmenin belirlediği öğrenciler ile birlikte ders dışı egzersiz olarak gerçekleştirilmiştir.

3.4. Veri Toplama Araçları

Araştırmada nicel ve nitel veri toplama araçları, tasarımın uygulama aşaması boyunca toplanmış ve değerlendirme süreçlerine ışık tutmuştur. Bu başlık altında, araştırmada kullanılan veri toplama araçları detaylı olarak açıklanmıştır.

3.4.1. Yeterlilik düzeyini belirleme testi (YDBT)

YDBT, çalışmanın her iki döngüsünde nesnelerin interneti öğretim sürecine katılan öğrencilerin, çalışma kapsamında tasarlanan nesnelerin interneti yeterlilik çerçevesinde belirtilen yeterliliklere ne düzeyde ulaşıldığını tespit etmek amacıyla oluşturulmuştur. Tablo 3.14’te YDBT sorularının nesnelerin interneti yeterlilik çerçevesinde bulunan hangi alt yetkinlikleri ölçtüğüne ve ölçmede kullanılan soru sayısına ilişkin madde belirtke tablosu sunulmuştur.

Tablo 3.14. YDBT Madde Belirtke Tablosu

Yeterlilik	Alt yetkinlik	Soru numarası	Soru sayısı	Yeterlilik	Alt yetkinlik	Soru numarası	Soru sayısı
Y.1	AY-1.1	1 2 3	9	Y.4	AY-4.1	16 20	7
	AY-1.2	1 3			AY-4.2	18 24	
	AY-1.3	2 4 29			AY-4.3	19 20	
	AY-1.4	5 6 9			AY-4.4	21 17	
	AY-1.5	2 7 9		Y.5	AY-5.1	22 23	4
	AY-1.6	7 9			AY-5.2	24 31	
	AY-1.7	9 29		Y.6	AY-6.1	25 26	4
Y.2	AY-2.1	10 11	6		AY-6.2	27 28	
	AY-2.2	12 13 14	Y.7	AY-7.1	29 30	2	
	AY-2.3	12 13 14		AY-7.2	29 30		
	AY-2.4	12 13 15	Y.8	AY-8.1	32 33	4	
Y.3	AY-3.1	8 17		6			AY-8.2
	AY-3.2	12 13 14	Y.9	AY-9.1	36 37	3	
	AY-3.3	13 15		AY-9.2	36 38		
Y.10				Y.10	AY-10.1	39 40	2
					AY-10.2	39 40	

İlk aşamada YDBT testinde, nesnelerin interneti yeterliliklerini oluşturan ve her bir alt yetkinliği en az iki soru ile ölçebilecek şekilde 43 soru ve çoktan seçmeli yanıtlar geliştirilmiştir. Yapılan kapsam geçerliliği ve madde analizi sonucunda YDBT soru sayısı 40 olarak belirlenmiştir. YDBT testi EK-1’de yer almaktadır.

3.4.1.1. YDBT’de geçerlik ve güvenirlik

YDBT çoktan seçmeli test olarak düzenlenmiştir. Çoktan seçmeli olarak düzenlenmesinin nedeni nesnelerin interneti yeterliliklerinde her bir alt yetkinliği ölçecek birden çok soruya yer verilmek istenmesi nedeniyle çok sayıda soruya ihtiyaç duyulmasıdır. Çoktan seçmeli testlerde cevaplama işlemi uygun şıkkı kodlamaktan ibaret olduğu için çok sayıda soru sormak mümkündür (Turgut ve Baykul, 2012). Bir diğer nedeni ise YDBT’nin uygulamasının, katılımcıların bulundukları okullarda ve öğretmenleri aracılığıyla gerçekleştirildiğinden değerlendirme sürecine etki edebilecek koşullar arasındaki farkın azaltılmasıdır. YDBT’nin ölçülecek davranış alanı için iyi bir davranış örnekleme olabilmesi için kapsam geçerliliği çalışması yapılmıştır (Büyüköztürk vd., 2008).

YDBT kapsam geçerliliği Lawshe tekniği ile belirlenmiştir. Lawshe (1975) tekniği uzman grubun oluşturulması, ölçek formlarının hazırlanması, uzman görüşlerinin elde edilmesi, kapsam geçerlilik oranları (KGO) ve kapsam geçerlilik indeksinin (KGİ) elde edilmesi ve nihai formun oluşturulması adımlarından oluşmaktadır. Bu yüzden geliştirilen nicel veri toplama araçlarının kapsam geçerliliğini sağlamak için beş kişilik bir uzman grubu oluşturulmuştur. Veneziano (1997) beş kişiden oluşan bir uzman grubu için KGO oranını 0,99 olarak belirlemiştir. Ayrıca KGİ indeksinin 0,80 üzeri olduğu durumlarda testin kapsam geçerliliğini sağladığı söylenebilir (Yurdugül, 2005). Uzman grubunda akademik ve mesleki eğitim çevrelerinden nesnelerin interneti ile ilgili çeşitli çalışma ve projelerde bulunmuş kişiler yer almaktadır. Tablo 3.15’te verilen uzman grubuna geliştirilen test gönderilmiştir.

Tablo 3.15. YDBT Kapsam Geçerliliği Belirlenmesinde Uzman Grubuna İlişkin Bilgiler

Kurum	Alan	N
Üniversite (Devlet)	BÖTE	2
Üniversite (Özel)	Mobil teknolojileri (MYO)	1
MEB (Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi)	Elektrik-Elektronik Teknolojileri	1
	Bilişim Teknolojileri	1
Toplam		5

Uzman grubundan ilgili sorunun ölçülen yetkinliğe uygun olup olmadığı, soruya verilen yanıtların ve kullanılan görsellerin uygunluğu hakkında görüş istenmiştir (Şekil 3.13).

Soru				
		6) Şekildeki mesafe sensörü bir verici ve alıcıdan oluşur. Verici tarafından gönderilen sinyal cisme çarpıp geri yansır ve alıcıya ulaşır. Sinyalin gönderilme ve alma arasındaki zaman farkı cisme olan mesafeyi vermektedir. Sensör hangi tür sinyali gönderip almaktadır? a) Radyo Frekans (RF) sinyali b) Kızılötesi ışık c) Ses sinyali d) Mikrodalga sinyali		
Yetkinlik: <u>Sensör kavramını ve sensör çeşitlerini açıklar.</u>				
	Gerekli	Gerekli /yetersiz	Gereksiz	Yorum
Soru yetkinliği ölçmede gerekli mi?				
	Tutarlı/ uygun	Tutarsız/ uygun değil		Yorum
Yanıt seçenekleri tutarlı mı?				
Görseller uygun mu?				
Soru				

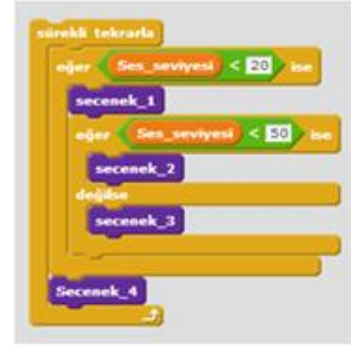
Şekil 3.13. YDBT Soruları İçin Uzman Görüşü Alınması

Uzmanlardan gelen dönütlerde test sorularının ilgili yetkinliği ölçmede gerekli olup olmadığı konusunda üç sorunun (Şekil 3.14) kapsam geçerlilik oranı (KGO) düşük bulunduğu için testten çıkarılmıştır. Şekil 3.14’te yer alan ve YDBT testinden çıkarılan 13 numaralı soru için, bir uzman benzer yetkinliği ölçen daha anlaşılır sorular olduğu için testten çıkarılmalı yorumunu yapmıştır. 14 numaralı soru için ise bir uzman “karmaşık” diğer bir uzman ise “programlamada döngü ve operatör atamasını bilse bile bu soruyu yapamayabilir” yorumunda bulunmuştur. 15 numaralı soru için bir uzman “belirli bir markaya ait yazılım görseli üzerinden soru üretilmemeli” bir başka uzman ise “spesifik uygulamalara ait sorular yer almamalı” şeklinde görüş belirtmiştir.

Ayrıca uzmanların yanıt seçenekleri ve görseller hakkındaki yorumları üzerinde bazı soruların yanıt seçenekleri ve görsellerinde değişiklikler yapılmıştır. Uzman görüşüne üçüncü başvurunun ardından testte yer alan tüm maddeler $KGO > 0,99$ koşulunu sağlamış ve KGİ değeri 0,99 olarak bulunmuştur. Bu değerler incelendiğinde YDBT’in kapsam geçerliğini sağladığı görülmektedir. KGİ değerinin kabul edilebilir bulunması ile birlikte teste ilişkin başka bir düzeltme yapılmamıştır.

13) Mikrodenetleyiciye bağlanan bir mikrofona, ses seviyesini 0 ile 100 değerleri arasında algılamaktadır (sessiz 0, çok gürültülü 100). Sınıfa yerleştirilen mikrofona sınıfın gürültü durumuna göre farklı seçenekler uygulanmaktadır. Ses seviyesi 20'den az ise sessiz bir çalışma ortamı, 50'den az ise öğrencilerin grup çalışması yaptıkları anlaşılmaktadır. Sizce sınıf ortamında çok fazla gürültü varsa kod bloğunda yer alan hangi seçenek uygulanır?

- a) seçenek_1 b) seçenek_2 c) seçenek_3 d) seçenek_4



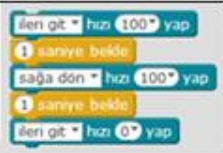
14) Yanda verilen kod bloğu, aracın 1 sn boyunca ileri gidip ardından sağa dönmesi ve durması eylemini gerçekleştirmektedir. Öğrenci araca bir kare çizdirmek istemektedir. Aşağıdaki hangi kod bloğu aracın bir kare çizmesini sağlar?

a)

b)

c)

d)



29) Particle photon cihazının mobil Tinker uygulaması ile photon üzerindeki D7 pinine bağlı LED'in yakılması isteniyor. Hangi seçenekte bu işlem doğru bir şekilde verilmiştir.

a)

b)

c)

d)



Şekil 3.14. YDBT'nden KGO Düşük Bulunduğu İçin Çıkarılan Sorular

YDBT'in geçerliğini etkileyen en önemli etkenlerden biri testin güvenilirliğidir. YDBT güvenilirlik katsayısının hesaplanmasında iç tutarlılığı belirlemek için Kuder-Richardson 20 (KR-20) formülü için SPSS 20 istatistik programında cronbach's alpha değerine bakılmıştır. KR-20 formülü, bir test maddesine verilen cevapların doğru "0" ve yanlış "1" ile puanlandığında kullanılabilir (Büyüköztürk vd., 2008). Güvenilirliği sağlamak için YDBT,

2018 Eylül ayında araştırmacının görev yaptığı Şişli MTAL’de elektrik elektronik ve bilişim teknolojileri alanı 12. Sınıfında öğrenim gören 42 öğrenciye uygulanmıştır. Uygulama sonucunda elde edilen cronbach’s alpha değeri 0,818 olarak bulunmuştur. Cronbach’s alpha değerinin $> ,70$ olduğu durumlarda testin güvenilirliği sağladığı söylenebilir (George, 2011).

YDBT testinin ön uygulanmasında testte yer alan maddelerin ayırt edicilik ve güçlük indekslerinin belirlenmesi amacıyla madde analizi gerçekleştirilmiştir. Madde analizinde maddelerin doğru cevaplanma oranı (madde güçlük indeksi) ve maddelerin ölçülen özelliklerle ilgili olarak bireyleri ne derece ayırt ettiğini (madde ayırt edicilik indeksi) betimleyen testler uygulanabilir (Büyüköztürk vd., 2008). Madde analizinde alt-üst grup %27 ortalamaları farkına dayalı madde analizi (Büyüköztürk vd., 2008) uygulanmıştır. Bu analizde YDBT sonucu en başarılı %27 ve en başarısız %27’lik gruplara ayrılarak madde ayırt edicilik (D) ve güçlük (P) indeksleri hesaplanmıştır. Tablo 3.16’da madde analizine ilişkin bulgular görülebilir.

Tablo 3.16. YDBT’ne İlişkin Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksi

Soru	N %27		Doğru sayısı		D	P	Soru	N %27		Doğru sayısı		D	P
	Üst	Alt	Üst	Alt				Üst	Alt	Üst	Alt		
S1	11	11	9	1	0,73	0,46	S21	11	11	11	4	0,64	0,68
S2	11	11	6	1	0,46	0,32	S22	11	11	11	0	1,00	0,50
S3	11	11	6	0	0,55	0,27	S23	11	11	8	3	0,46	0,50
S4	11	11	11	2	0,82	0,59	S24	11	11	11	5	0,55	0,73
S5	11	11	11	7	0,36	0,82	S25	11	11	9	4	0,46	0,59
S6	11	11	4	0	0,36	0,18	S26	11	11	10	3	0,64	0,59
S7	11	11	4	1	0,27	0,23	S27	11	11	11	0	1,00	0,50
S8	11	11	11	2	0,82	0,59	S28	11	11	10	0	0,91	0,46
S9	11	11	8	4	0,36	0,55	S29	11	11	11	5	0,55	0,73
S10	11	11	8	3	0,46	0,50	S30	11	11	7	3	0,36	0,46
S11	11	11	11	4	0,64	0,68	S31	11	11	7	1	0,55	0,36
S12	11	11	9	4	0,46	0,59	S32	11	11	8	5	0,27	0,59
S13	11	11	8	1	0,64	0,41	S33	11	11	7	1	0,55	0,36
S14	11	11	9	2	0,64	0,50	S34	11	11	8	5	0,27	0,59
S15	11	11	11	1	0,91	0,55	S35	11	11	9	3	0,55	0,55
S16	11	11	11	2	0,82	0,59	S36	11	11	6	3	0,27	0,41
S17	11	11	9	2	0,64	0,50	S37	11	11	7	1	0,55	0,36
S18	11	11	7	4	0,27	0,50	S38	11	11	9	6	0,27	0,68
S19	11	11	10	2	0,73	0,55	S39	11	11	7	4	0,27	0,50
S20	11	11	9	4	0,46	0,59	S40	11	11	9	6	0,27	0,68

Madde ayırt edicilik indeks değerinin yorumlanmasında <20 olan değerlere sahip maddelerin düzeltilmesi ya da testten çıkarılması gerekmektedir (Crocker ve Algina, 1986). Tablo 3.16’da görüldüğü üzere her bir madde için ayırt edici indeks değerleri >20 koşulunu sağlamaktadır. Ayrıca madde ortalama güçlük değeri 0,519 olarak bulunmuştur. Bir testteki maddelerin her birinin güçlük düzeyi farklı olsa da bunların ortalaması alınarak bulunacak olan testin ortalama güçlülüğünün 0,50 civarında olması arzu edilen bir durumdur (Çepni vd., 2015). YDBT testinin elde edilen bulgular neticesinde geçerlilik ve güvenilirliği sağladığı görülmektedir.

3.4.2. Öğrenci Projelerini Değerlendirme Formu (ÖPDF)

Nesnelerin interneti öğretiminin önemli bir kısmını proje tabanlı süreç oluşturmaktadır. Bu süreçte öğrenciler, takım olarak ele aldıkları bir soruna nesnelerin interneti kapsamında bir çözüm üretmiş ve çözümlerini yazılı/görsel materyal ve prototipler hazırlayarak sunmuşlardır. Öğrencilerin takım olarak geliştirdikleri bir nesnelerin interneti çözümünü prototip ve çeşitli dokümanlar ile sunmaları nesnelerin interneti kazanımlarının gerçek hayata yansması hakkında bir fikir verebileceği düşünülmektedir. Oldukça uzun ve karmaşık bir süreç olan proje çalışmasında standart yönerge ve puanlama kriterleri gereklidir (Özsevgeç, 2012). Öğrenci Projelerini Değerlendirme Formu (ÖPDF) proje çalışmasının sonunda ortaya çıkan ürünleri ve takımların ürünlerini sunmaktaki performansları puanlanmaktadır. Böylelikle değerlendirme, standart ve nesnel bir biçimde yapılabilir (Kutlu, Doğan, ve Karakaya, 2014). Çalışmada proje ürünlerinin değerlendirilmesi, proje çalışmalarının her bir aşamasından ziyade belirli özelliklerinin değerlendirilmesi ve proje çalışmalarının takım olarak sunumuna odaklandığı için “bütünsel dereceli puanlama anahtarı” kullanımı tercih edilmiştir. Böylelikle değerlendiricinin, proje takımlarının her bir görev ya da maddede göstermiş oldukları performansı bir bütün olarak inceleyerek, alt bileşenlerine ayrılmaksızın değerlendirmesi sağlanmıştır (Güler, 2015). ÖPDF’nda (EK-2) her bir görevin puanlama yöntemine ilişkin detaylı bilgi Tablo 3.17’de görülebilir.

Tablo 3.17. ÖPDF Puanlar ve Tanımları

Puanlar	Tanımlar
5 puan	Görev / durum <i>tüm yönleri</i> ile başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.
4 puan	Görev / durum <i>oldukça</i> başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.
3 puan	Görev / durum <i>kısmen</i> başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.
2 puan	Görev / durum <i>çok az bir kısmı</i> başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.
1 puan	Görev / durum <i>hiçbir yönü</i> ile başarılı olamamıştır.

3.4.2.1. ÖPDF’da geçerlik ve güvenirlik

ÖPDF geçerlilik çalışması için Tablo 3.15’te bilgileri verilen uzman grubuna gönderilmiş ve kapsam geçerliliğine tabi tutulmuştur. İlk gönderimde “proje sunumunun değerlendirilmesi” başlığı altında sunulan “Konuyu dinleyicilerin ilgisini çekecek şekilde sunma”, “Sunuda akıcı bir dil ve beden dilini kullanma” ve “Sunum sırasında Türkçeyi doğru biçimde kullanma” alt başlıkları KGO oranı düşük bulunduğundan formdan çıkarılmıştır. Bu maddeler ile ilgili olarak bir uzman proje amacına uygun bir değerlendirme olmadığı yönünde görüş belirtmiştir.

Önerilen düzeltmelerin yapılması ile birlikte ikinci gönderimde tüm maddeler için KGO oranı $>0,99$ sağlanmış, KGİ ise 0,99 bulunmuştur. Bu değerler ile ÖPDF’nın kapsam geçerliliğini sağladığı görülmektedir. ÖPDF’nın güvenirliğini arttırmak amacıyla her bir proje takımı için ÖPDF, ilk döngüde beş ve ikinci döngüde üçer kişiden oluşan akademi ve sektör çalışanlarının yer aldığı jüri tarafından doldurulmuştur. Puanlar her bir jürinin verdiği puanın ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Ayrıca her bir projenin değerlendirilmesi için yeterli süre tanınmış, öğrencilerin projelerini sunabilmeleri için gerekli tüm teknik ve donanım desteği verilmiştir.

3.4.3. Görüşmeler

Programın uygulanması boyunca araştırmacı tarafından gerçekleştirilen gözlemlerden elde edilemeyen duygu, düşünce ve katılımcıların olaylara yükledikleri anlamlar gibi durumların ortaya çıkarılabilmesi (Patton, 2014) amacıyla katılımcılar ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler araştırmanın her iki döngüsünde, öğretim programının sonunda araştırma soruları ve çalışma boyunca beliren önemli noktaları derinlemesine incelemek amacıyla öğrenci ve öğretmenler ile gerçekleştirilmiştir.

3.4.3.1. Öğretmenler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşme

Araştırmanın her iki döngüsünde uygulama sürecine katılan öğretmenler ile görüşme yapılmıştır. Görüşmede;

- Öğretmenler ile gerçekleştirilen eğitici eğitimi etkinlikleri,
- Öğretim ortamına ilişkin koşulların programın uygulanmasına yönelik etkileri,
- Öğretim programının ve proje geliştirme sürecinin öğrenciler üzerindeki etkisi,
- Programın kariyerlerine etkisi ile ilgili sorular yöneltilmiştir.

Öğretmenlere yönelik yarı yapılandırılmış görüşme formu EK-3'te yer almaktadır. Öğretmenler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler yaklaşık 30-45 dk. aralığında sürmüştür. Görüşmeler yüz yüze ve ses kaydı alınarak gerçekleşmiş, öğretmenlerin sorulara verdikleri yanıtlar araştırmacı tarafından not alınmış ve daha sonra alınan bu notlar ve ses kayıtları içerik analizi ile analiz edilmiştir.

3.4.3.2. Öğrenciler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşme

Araştırmanın her iki döngüsünde uygulama sürecine katılan öğrenciler ile görüşme yapılmıştır. Görüşmeler öğretim programı sonunda, birinci döngüde öğrencilerin projelerini sundukları Nişantaşı Üniversitesinde ikinci döngüde ise bulundukları ilin Bilim Merkezlerinde proje sunumları bittikten sonra gerçekleştirilmiştir. Proje sunumu etkinliklerinde yeterli zaman olmayışı ve sunum ile ilgili etkinliklerin yoğunluğundan kaynaklı olarak tüm öğrenciler ile görüşme yapılamamış her proje takımından proje takımının seçtiği bir öğrenci ile görüşme yapılmıştır. Görüşmelerde öğrencilerden;

- Öğretim programı,
- Kullanılan fiziksel programlama platformları,
- Proje geliştirme süreci,
- Programın mezun olduktan sonraki mesleki kariyerlerine etkisi ile ilgili görüşler alınmıştır.

Görüşmeler ortalama 15-20 dk. aralığında, yüz yüze ve ses kaydı alınarak gerçekleşmiş, görüşme sırasında öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtlar araştırmacı tarafından not alınmış ve daha sonra alınan bu notlar ve ses kayıtları içerik analizi ile analiz edilmiştir. Öğrencilere yönelik yarı yapılandırılmış görüşme formu EK-4'te yer almaktadır.

3.4.4. Program gözlem formu

Programın birinci döngü uygulamasında araştırmacının eğitmen olarak görev aldığı grup (D6) ile gerçekleştirdiği ders süreçleri boyunca araştırmacının katılımcı gözlemci olarak izlenimlerini not aldığı program gözlem formu oluşturulmuştur. Patton (2014), katılımcı gözlemcinin daha önce dikkat edilmeyen noktaları ortaya çıkarabildiğine vurgu yaparak gözlem yapılan ortamlardaki birincil elde deneyimlerin araştırmacının açık, keşif odaklı ve tüme varımsal olmasını sağlayacağını belirtmiştir. Böylelikle, ortaya çıkan sorunlar araştırmacı tarafından doğrudan yaşanır ve aşılması gereken engeller bizzat

hissedilir (Demeuse ve Strauven, 2016). Program gözlem formu ile programın uygulanmasında ortaya çıkabilecek zorluklar ya da müdahale gerektirecek unsurlar bizzat araştırmacı tarafından not edilmiş ve elde edilen veriler analiz edilerek programın revizyonuna ışık tutmuştur. Katılımcılarla uzun süreli ve tekrarlı gerçekleştirilen gözlem inandırıcılığı arttırabilir (Lincoln ve Guba aktaran Yıldırım ve Şimşek, 2016). Dolayısıyla, program gözlem formunun her hafta için doldurulması ile benzer durumlar ve benzer durumlara gösterilen farklı tepkileri belirleyen koşulların daha sağlıklı değerlendirilmesi imkânı doğmuştur. Program gözlem formu EK-5’te sunulmuştur.

3.4.5. Nitel veri toplama araçlarında geçerlik ve güvenirlik

Bir nitel araştırmanın bilimsel olarak kabul edilebilmesi için araştırma sürecinin ve sonuçlarının tutarlı ve diğer araştırmacılar tarafından yeniden uygulanabilir olması önem taşımaktadır (Büyüköztürk vd., 2008). Dolayısıyla nitel araştırmalarda geçerlik, araştırmacının araştırdığı olguyu, olduğu biçimiyle ve olabildiğince yansız gözlemesi anlamına gelmektedir (Kirk ve Miller'den aktaran Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu çalışmada nitel veri toplama araçlarında iç geçerlik olarak “inandırıcılık”, dış geçerlik olarak “aktarılabirlik”, iç güvenirlik olarak “tutarlık” ve dış güvenirlik olarak da “teyit edilebilirlik” kavramları kullanılmıştır (Krefting, 1991). Bu bağlamda araştırmanın, inandırıcılığını, aktarılabirliğini, tutarlığını ve dış güvenirliğini arttırmak için yapılan çalışmalar Tablo 3.18’de sunulmuştur.

Tablo 3.18. Araştırmanın Nitel Boyutunda Kullanılan Geçerlik ve Güvenirlik Yöntemleri

Nitel Faktör	Nitel Faktör	Kullanılan yöntem
İç geçerlik	İnandırıcılık	Uzman incelemesi
		Çeşitleme
		Uzun süreli etkileşim
Dış geçerlik	Aktarılabirlik	Ortam ve katılımcıları ayrıntılı betimleme
		Araştırmacının “katılımcı gözlemci” olarak yer alması
İç güvenirlik	Tutarlık	Araştırma bulgularının başka bir araştırmacı tarafından değerlendirilmesi
Dış güvenirlik	Teyit edilebilirlik	Değerlendiriciler arası uyum sağlanması

İnandırıcılık

Araştırmanın inandırıcılık faktörünü arttırmak için çalışma boyunca gerçekleştirilen tüm süreçler ve sonuçlar bu çalışmanın danışmanı ile gerçekleştirilen düzenli toplantılar da gözden geçirilmiştir. Ayrıca, birinci ve ikinci döngü uygulama süreçlerinde Bilgisayar ve

Öğretim Teknolojileri bölümünde, Nesnelerin İnterneti alanında doktora çalışması yürüten bir uzman, eğitici eğitimi, uygulamanın yürütüldüğü okullardan bazılarının ziyaret edilmesi, öğrenci projelerinin sunumu ve değerlendirilmesi süreçlerinde yer almıştır. Böylelikle araştırma süreci, araştırmacı dışında alanında uzman kişilerce de izlenerek veri toplama sürecinin tutarlılığı arttırılmıştır. Ayrıca, nitel verilerin içerik analizi, kod ve temalarının oluşturulması, araştırmacı ile birlikte konu alanında uzman iki kişi tarafından gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada nitel veri toplama süreci 2018-2019 eğitim öğretim yılına ait 10 aylık bir dönemi kapsamaktadır. Dolayısıyla gözlem ve görüşme verileri uzun süreli bir dönemde tekrarlı olarak toplanmıştır. Böylelikle, araştırmacının araştırma ortamında bulunmasının yarattığı ilk etkiler olan başlangıç etkisi ve belirli bir döneme ait koşulların yarattığı etkiler (Yıldırım ve Şimşek, 2016) en aza indirilmiştir. Araştırmanın tekrarlı döngüler olarak gerçekleştirilmesi uygulama ve veri toplama süreçlerinin birbirleri ile karşılaştırılmasına imkân vermiş ve bu yönüyle de elde edilen bulguların ve veri toplama sürecinin tutarlılığı arttırılmıştır.

Araştırmada farklı veri kaynakları ve yöntemler bir arada kullanılarak çeşitleme yoluyla inandırıcılığının arttırılması sağlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Veriler farklı yöntemler kullanılarak toplanmış ve elde edilen sonuçlar birbirleri ile teyit edilmiştir. Tablo 3.19’da verilerin toplanmasında kullanılan çeşitleme (farklı yöntemler) görülmektedir.

Tablo 3.19. Nitel Verilerin Toplanmasında Kullanılan Çeşitleme Yöntemi

Boyut	Kullanılan veri toplama yöntemleri
Öğretim ortamının etkileri	• Program gözlem formu • Öğretmenler ile görüşme formu
Fiziksel programlama platformları	• Program gözlem formu • Öğretmenler ile görüşme formu • Öğrenciler ile görüşme formu
Programın öğrencilere yönelik etkisi	• Program gözlem formu • Öğretmenler ile görüşme formu • Öğrenciler ile görüşme formu
Proje geliştirme sürecinin öğrencilere yönelik etkisi	• Öğretmenler ile görüşme formu • Öğrenciler ile görüşme formu

Aktarılabilirlik

Nitel araştırma sonuçlarının doğrudan benzer ortamlara genellenemeyeceği, ancak bu tür ortamlara sonuçların uygulanabilirliğine ilişkin geçici yargılara ulaşılabileceği için genelleme (Dış geçerlik) yerine aktarılabilirlik kavramı benimsenmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Araştırmanın aktarılabilirliğini sağlamak için ise ayrıntılı betimleme yöntemi kullanılmıştır (Erlandson vd., aktaran Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu çalışmada araştırma süreci, çalışma grupları, veri toplama araçları ve süreci ile birlikte verinin toplandığı ortam ayrıntılı olarak betimlenmiştir. Ayrıca araştırmacı, birinci döngüde eğitim verdiği çalışma grubunun bulunduğu ortamı detaylı olarak tanımlamıştır.

Araştırmada aktarılabilirliği sağlayabilecek bir diğer yöntem, örneklem seçiminde farklı özelliklerde veri kaynaklarının seçilmesidir. Böylelikle hem genele ait çıkarımların yapılabilmesi hem de veri kaynakları arasındaki farklılığın yansıtılabilmesi sağlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu bakımdan çalışmada okul seçiminde, okulun fiziki, donanım ve öğrenci sayısı açısından kapasitesi, farklı coğrafi bölgelerden okulların seçimi gibi kriterler dikkate alınmıştır. Araştırmada Türkiye'nin öğrenci sayısı, fiziki ve donanım kapasitesi açısından en iyi durumda sayılabilecek okullar ile farklı coğrafya ve farklı ölçeklerden okullar yer almıştır. Aynı zamanda araştırmanın döngüsel olması araştırma süresince karşılaşılan olay ve olgulara göre örneklem seçimi yapılabilmesine de imkân tanımıştır.

Uygulama süresince okullar araştırmacı, bu araştırmanın danışmanı ve bir uzman tarafından ziyaret edilmiş, okul yöneticileri, öğretmen ve öğrenciler ile görüşülmüştür. Uygulamaların farklı ölçek ve coğrafi bölgelerden okullarda yürütülmesi ve eğitim öğretim sürecine eklenmesi ile koşulların mümkün olduğunca doğal koşullara uyarlanmasına çalışılmış ve çalışmada sınırlılıklar detaylı olarak tanımlanmıştır. Böylelikle araştırma bulgularının benzer ortamda test edilebilirliği sağlanmıştır.

Tutarlılık

Araştırmada karşılaşılan olay ve olguların değişkenliğini araştırmaya tutarlı bir biçimde yansıtmak amacıyla (Yıldırım ve Şimşek, 2016) araştırmacı tarafından oluşturulan raporlar içerik ve sürecin tutarlılığı açısından araştırmanın danışmanı ve TÜBİTAK tarafından atanan iki uzman tarafından düzenli olarak izlenmiştir. Ayrıca uygulama süreci boyunca TÜBİTAK proje izleme ve değerlendirme birimine iki gelişim ve iki sonuç raporu sunulmuştur. Bununla

birlikte görüşme ve gözlemler yoluyla elde edilen nitel veriler kodlanarak şablon halinde sunulmuş, eğitim süresince araştırmacı tarafından gerçekleştirilen gözlem yolu ile elde edilen veriler eğitim sonunda öğrenci ve öğretmenler ile gerçekleştirilen görüşmeler ile teyit edilmiştir.

Teyit edilebilirlik

Araştırma süresince teyit edilebilirliği sağlamak üzere çalışma grubu, araştırma ortamı, veri toplama ve analiz süreçleri ve araştırma varsayımları detaylı olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte araştırma süresince elde edilen nitel verilerin analizinde ikinci bir araştırmacı yer almış ve değerlendiriciler arasındaki uyum hesaplanmıştır. Cohen, Manion, ve Morrison (2013) bu durumu değerlendiriciler (puanlayıcı) arası güvenilirlik olarak ele almakta ve iki ya da daha fazla değerlendirici arasındaki uyum veya tutarlılığın derecesi olarak tanımlanmaktadır. Bu tutarlık Cohen's Kappa katsayısı ile değerlendirilmektedir. Kappa katsayısına göre yapılabilecek yorumlar Tablo 3.20'de verilmiştir (Landis ve Koch, 1977).

Tablo 3.20. Cohen's Kappa Değerleri ve Yorumları

Cohen's Kappa	Yorum
<0	Şansa bağlı olabilecek uyumdan daha kötü uyum
0.01 — 0.20	Önemsiz düzeyde uyum
0.21 — 0.40	Zayıf düzeyde uyum
0.41 — 0.60	Orta düzeyde uyum
0.61 — 0.80	İyi düzeyde uyum
0.81 — 1.00	Çok iyi düzeyde uyum

Değerlendiriciler arasında uyumun sağlanmasında veri toplama araçlarından elde edilen veriler araştırmacı ve bir değerlendirici tarafından kodlanmıştır. Elde edilen temalar üzerinde yapılan görüşmeler ile temalara son şekli verilmiştir. Tekrar değerlendirme sonucunda her bir araştırma sorusuna ilişkin uyum yüzdeleri, Cohen's Kappa katsayıları ve yorumlar Tablo 3.21'de sunulmuştur.

Tablo 3.21. Araştırma Sorularına İlişkin Uyum Yüzdesi ve Yorumlar

Araştırma sorusu	Uyum (%)	Cohen's Kappa katsayısı	Yorum
4.1	88,9	,836	Çok iyi düzeyde uyum
4.2	86,7	,827	Çok iyi düzeyde uyum
4.3.	88,2	,841	Çok iyi düzeyde uyum
4.4	90,0	,875	Çok iyi düzeyde uyum
4.5	88,9	,849	Çok iyi düzeyde uyum
4.6	85,7	,826	Çok iyi düzeyde uyum
5.1	83,3	,813	Çok iyi düzeyde uyum
5.2	85,7	,840	Çok iyi düzeyde uyum
5.3	85,2	,838	Çok iyi düzeyde uyum
5.4	88,9	,877	Çok iyi düzeyde uyum

3.5. Verilerin Toplanması

Araştırma boyunca hem nitel hem nicel veriler toplanmıştır. Testler, ölçekler, görüşmeler ve gözlemler bu araştırmanın ana veri toplama kaynaklarını oluşturmaktadır. Nesnelerin interneti yeterliliklerin tasarımı 2018 Ocak ve Haziran ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte literatür taraması ile taslak yeterliliklere ilişkin veriler toplanmış, ardından YTUDG'na e-mail ile "Yeterlilik Değerlendirme Formu-1", "Yeterlilik Değerlendirme Formu – 2" ve "Nesnelerin İnterneti Alt Yetkinlikleri Değerlendirme Formu" gönderilerek veriler yine e-mail yolu ile alınmıştır.

Çalışmanın birinci döngü uygulamasına ilişkin veriler 2018 Eylül – 2019 Şubat tarihleri arasında, ikinci döngüye ilişkin veriler ise 2019 Mart – 2019 Haziran tarihleri arasında toplanmıştır. Her iki döngüde program uygulayıcısı öğretmenlere, YDBT'nin uygulanması hakkında uygulama öncesinde bir bilgilendirme toplantısı yapılmış, ardından YDBT, öğretmenlere kapalı zarflarda dağıtılmıştır. YDBT testi çalışmaya katılan öğretmenler tarafından sınıf ortamında öğrencilere uygulanmıştır. Öğretim programı sonunda ise öğretmenler, uyguladıkları YDBT'ni araştırmacıya elden teslim etmişlerdir. Araştırmacı, birinci döngü uygulama sürecinde eğitmen olarak yer alarak "Program Gözlem Formunu" haftalık periyotlarda doldurmuştur. Tablo 3.22'de çalışmanın birinci ve ikinci döngü süreçlerine ait iş/zaman tablosu görülebilir.

Tablo 3.22. Birinci ve ikinci döngü süreçlerine ait iş/zaman tablosu.

[illegible]

Her iki döngüde, program sonunda proje sunum etkinlikleri süresince ÖPDF, jüri tarafından doldurularak araştırmacıya teslim edilmiş, “Öğretmen Görüşme Formu” ve “Öğrenci Görüşme Formu”na ilişkin veriler ise ses kayıtları ve notlar yardımıyla toplanmıştır. ÖPDF ve görüşme formlarına ilişkin veriler birinci döngüde 2019 Şubat ayı içerisinde, Nişantaşı Üniversitesi Maslak yerleşkesinde, ikinci döngüde ise 2019 Haziran ayı içerisinde Kocaeli, Bursa, Konya, Kayseri, Elazığ illerindeki Bilim Merkezlerinde ses kayıtları ve notlar yardımıyla toplanmıştır.

3.6. Verilerin Analizi

Nicel veri toplama araçlarından elde edilen veriler MS Excel ve IBM SPSS.22 (Statistical Packages for Social Sciences) programları kullanılarak analiz edilmiştir. Verilere ilişkin bağımsız değişkenlerin ve demografik verilerin analizinde yüzde ve frekans analizleri kullanılmıştır. Gruplar arası fark analizlerinde öncelikle grup varyanslarının homojenliği incelenmiştir. Homojenlik testinde Levene testi, normal dağılım sınaması için ise grupların büyüklükleri 50’den fazla olduğu için Kolmogorov-Smirnov testi (Büyüköztürk, 2018, p. 40) kullanılmıştır. Anlamlılık değerlerinde $p > 0,05$ olduğu durumlarda dağılımın normal olduğu kabul edilmektedir.

Normallik varsayımının karşılandığı durumlarda ilişkili ölçümler için T-Testi ve ANOVA (one way ANOVA), karşılanmadığı durumlarda ise iki değişkenli yani tekrarlanan (ön test ve son test) durumlarda Wilcoxon testi, ikili ilişkisiz gruplarda Mann—Whitney U ve ikiden fazla gruplarda ise Kruskal Wallis testleri uygulanmıştır. Kruskal Wallis testinde $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı bir sonuç elde edilmesi durumunda anlamlılık düzeyinin hangi gruplar arası ve hangi yönde olduğunu belirlemek için ANOVA (One way ANOVA) varyans analizi kullanılmış ve varyansların eşit olmadığı varsayımıyla Tamhane’s T2 testi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarında elde edilen p değerinin 0,05’ten küçük olduğu durumlarda karşılaştırma yapılan grup puanlarının anlamlı derecede farklılık gösterdiği kabul edilmektedir.

Çalışmada nitel verilerin temelinde içerdiği kavramlar ve mesajların ortaya çıkarılması amacıyla içerik analizi kullanılmıştır (Cohen vd., 2013). İçerik analizine tabi tutulan veriler kategorilere ayrılmış ve bu kategoriler, hiyerarşik olarak bir araya getirilerek kod şemaları oluşturulmuştur. Kod şeması oluşturmada, önceden belirli kategoriler ve verilerin

incelenmesi ile elde edilen kategorilerin oluşturduğu karma yöntem (Çetin, 2016, p. 130) benimsenmiştir.



4. BULGULAR VE YORUMLAR

Bulgular ve yorumlar başlığı altında bu çalışmadan elde edilen nicel ve nitel veriler Tablo ve şekiller ile desteklenerek sunulmuştur. Öncelikle nesnelerin interneti öğretim programının geliştirilmesine yönelik bir model oluşturulmuş ve ardından nesnelerin interneti yeterlilik çerçevesi belirlenmiştir. Yeterliliklerin belirlenmesi ile nesnelerin interneti öğretim programının planlama, geliştirme ve uygulama/değerlendirme aşamaları araştırmanın her bir döngüsüne ait tasarım, uygulama ve değerlendirme süreçleri ayrı başlıklar halinde sunulmuştur.

4.1. Araştırmanın Birinci Döngüsüne İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci döngüsü nesnelerin interneti yeterliliklerinin tasarımı, nesnelerin interneti öğretim programının uygulanması ve uygulama sürecinin değerlendirilmesi aşamalarından oluşmaktadır.

4.1.1. Nesnelerin interneti yeterliliklerinin tasarımı

Meslek lisesi seviyesinde nesnelerin interneti (IoT) ile ilgili yeterliliklerin belirlenmesinde ilk önce taslak bir yeterlilik çerçevesi oluşturmak amacıyla literatür taraması yapılmıştır. Ardından delphi tekniği ile nesnelerin interneti yeterlik çerçevesinin nihai hali oluşturulmuştur.

4.1.1.1. Nesnelerin interneti taslak yeterliklerin belirlenmesi

Nesnelerin internetine ilişkin taslak yeterlilikler bu alanda yürütülmüş çalışmalar ve öğretim süreçlerinin incelenmesi sonucu oluşturulmuştur. IoT genellikle, donanım, yazılım ve ağ yapılarının bir arada çalıştığı sistemlerden oluşmaktadır(Burd vd., 2018). Temel düzeyde bile olsa IoT uygulamaları gerçekleştirmek için devre elemanlarını birbirine bağlama, şema ya da görseli verilen bir devreyi kurabilme gibi yetkinlikler gerekebilir. Bilişim alanındaki öğrencilere yönelik IoT eğitimi çalışmaları incelendiğinde temel düzeyde elektronik devreleri kurma ve test etme ile ilgili kazanımlara özellikle yer verildiği görülmektedir(Duvall ve Hollingsworth, 2016; Laird ve Bowen, 2016). Duvall ve Hollingsworth gerçekleştirdikleri çalışmada (2016), IoT eğitimini daha çok yazılım ağırlıklı olarak ele almalarına karşın breadboard kullanımı, LED, direnç ve anahtardan oluşan bir devrenin kurulması/test edilmesi ve analog-dijital sinyal kavramlarına eğitim içeriğinde yer verdikleri görülmektedir.

Bir IoT sisteminin donanım kısmında genellikle programlanabilir bir entegre (IC), bu entegreye bağlı sensör ve çıkış (aktuator) birimleri yer almaktadır(He vd., 2016). Donanımsal uygulamaları da kapsayan hemen hemen tüm IoT eğitimleri mikrodnetleyicilerin yapısı, sensör-aktuator gibi çevre birimleri, bu birimlerin mikrodnetleyici ile bağlantısı, program ile mikrodnetleyicilerin kontrol edilmesi konularına değinmektedir(Farha, 2015; Duvall ve Hollingsworth, 2016; Laird ve Bowen, 2016; He vd., 2016; Bogdanovic, 2014). Farklı öğrenme seviyelerindeki öğrencilere yönelik eğitimlerden (Raikar vd., 2016), IoT'nin spesifik uygulama alanlarına (Mankodiya, 2017) ve çevrim içi IoT eğitimlerine (Coursera, 2017) kadar bir çok eğitimde temel seviyede mikrodnetleyici, giriş ve çıkış donanımlarını tanımlayabilme, bağlantılarını yapabilme ve programlayabilme ile ilgili kazanımlar bulunmaktadır.

IoT sistemlerinde donanımların birbirleri arasında ya da çeşitli uygulamalar ile veri alışverişinde bulunabilmeleri için internet bağlantısına ihtiyacı vardır. Nitekim IoT donanımlarının merkezinde bulunan mikrodnetleyicileri hem kablolu hem kablosuz internete bağlamak için gerekli ayarları yapabilme ve IoT uygulamalarını birbirine entegre edebilme ile ilgili yetkinliklerin IoT eğitimi ve ilgili çalışmalarda yer verildiği görülmektedir (Coursera, 2017; Mankodiya, 2017; Raikar vd., 2016; Farha, 2015; Duvall ve Hollingsworth, 2016; Laird ve Bowen, 2016; He vd., 2016; Bogdanovic, 2014). Aynı zamanda öğrenci, donanımları internete bağlayabilmenin yanında farklı haberleşme protokollerini (Bluetooth vb.) ve ağ konseptlerini de tanımlayabilmelidir(Sebastian, 2017; Coursera, 2017; Mankodiya, 2017; Raikar vd., 2016; Girolami vd., 2016; Galuzzi vd., 2016; Farha, 2015; Duvall ve Hollingsworth, 2016; Laird ve Bowen, 2016; He vd., 2016; Bogdanovic, 2014).

IoT sistemini oluşturan donanım, yazılım ve ağ katmanı bileşenlerinin her birinin tanınmasına ilaveten bu katmanlar arasındaki ilişkinin de tanımlanabilmesi gerekmektedir(Oslo and Akershus University College of Applied Sciences, 2016; Sebastian, 2017; Mankodiya, 2017; Raikar vd., 2016; Farha, 2015; Duvall ve Hollingsworth, 2016; Laird ve Bowen, 2016; Mäenpää vd., 2015; Bogdanovic, 2014). Birçok IoT cihazı, hâlihazırda var olan ürünlerin daha verimli ve fonksiyonel kullanımını sağlamak ya da belirli bir probleme çözüm üretmek amacı ile geliştirilmiştir(Introduction to the Internet of Things and Embedded Systems, 2019). Dolayısıyla öğrenci, verilen bir tema ya da probleme çözüm amacı ile bir IoT sistemi önerebilmeli, önerdiği sistemin bileşenlerini (donanım ve yazılım ihtiyaçları) ve iletişim konseptini tanımlayabilmelidir(Oslo and Akershus University

College of Applied Sciences, 2016; Sebastian, 2017; Laird ve Bowen, 2016; Bogdanovic, 2014). Proje tabanlı ve problem çözme odaklı geliştirilen IoT eğitimlerinde (Mankodiya, 2017; Maenpaa vd., 2015) var olan bir problemi çözmek amacıyla IoT ürünü tasarlanmış ve prototip geliştirme çalışmaları yapılmıştır. Bununla birlikte, öğrenci, prototip geliştirme aşamasında 3D yazıcıları kullanarak fiziksel prototipler tasarlayabilir ve belirli tasarım prensiplerine bağlı kalarak bir ürünü eleştirebilir (Duvall ve Hollingsworth, 2016).

IoT ürünleri birçok yenilik ve konfor sunmasına karşın bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Sensörler aracılığı ile toplanan verilerin gizliliğinin ihlal edilebilmesi ya da cihazların internet erişimi kazanması ile uzaktan istenmeyen kişiler tarafından kontrolü gibi riskler ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca, birçok yeni ürünün ortaya çıkmasıyla bu ürünlerin kullanımından kaynaklı doğacak sonuçlarda tartışılmaktadır. IoT ürünlerinden kaynaklanan güvenlik, gizlilik ve etik riskler birçok IoT eğitiminde tanımlanmıştır (Duvall ve Hollingsworth, 2016; Voas&Laplante, 2017; Sebastian, 2017; Coursera, 2017; Oslo and Akershus University College of Applied Sciences, 2016). Literatür incelemesi sonucu lise düzeyinde nesnelerin interneti taslak yeterlilikleri Tablo 4.1’de görülebilir.

Tablo 4.1. Nesnelerin İnterneti Taslak Yeterlilikleri

Yeterlilik adı	
1	Temel devreleri board üzerinde kurabilir ve test edebilir.
2	Temel seviyede mikrodenetleyici, giriş ve çıkış donanımlarını tanımlar, bağlantılarını yapar ve programlayabilir.
3	İnternet üzerinden mikrodenetleyici ile etkileşimi sağlamak amacı ile gerekli ayarları yapabilir ve temel seviyede kod yazabilir.
4	Yazılım tasarım becerilerini tanımlar ve uygular (açma/kapama prensipleri, blok programlamasız kod yazma, küçük parçaların kolayca birleştirildiği tarzda web sitesi yapabilme)
5	Ağ protokol ve konseptlerini tanımlar.
6	IoT ve donanımlarının nasıl çalıştığını tanımlayabilir ve sunabilir. (elektronik, yazılım, ağ ve fiziksel nesneler)
7	Verilen bir tema üzerinde IoT çözümü önerir ve bu çözüme ilişkin bir IoT sistemi oluşturabilir. Sistemin bileşenlerini (donanım ve yazılım ihtiyaçları) ve iletişim konseptini (bulut ortamı seçimi, haberleşme türü) tanımlar.
8	3D yazıcı için ve fiziksel prototipler tasarlar ve geliştirir.
9	Bir ürünü evrensel tasarım ilkelerine göre eleştirir.
10	IoT’den kaynaklanan güvenlik, gizlilik ve etik durumları tartışır.

Literatür incelemesi ile belirlenen nesnelerin interneti taslak yeterliliklerinin nihai halini kazanması amacıyla uzman görüşleri alınmış, bu süreçte DELPHI tekniğinden yararlanılmıştır.

4.1.1.2. Yeterliklerin YTUDG tarafından değerlendirilmesi

Uzman grubuna literatür taraması sonucu elde edilen ve EK-6’da verilen yeterlilikler e-mail aracılığı ile gönderilmiş ve yeterlilikleri Tablo 4.2’de yer alan yönerge çerçevesinde değerlendirmeleri istenmiştir.

Tablo 4.2. Uzman Grubun Değerlendirmesine İlişkin Yönerge

Yönerge
1 Her bir taslak yeterliliğin 1 - 10 arası puanlanması
2 Varsa çıkarılması gereken yeterliliklerin belirlenmesi
3 Varsa eklenmesi gereken yeterliliklerin belirlenmesi
4 Her bir yeterliliğe ilişkin düzeltme önerilerinin yapılması

Uzman grubun değerlendirmesine ilişkin ilk yönerge olan “her bir taslak yeterliliğin 1 - 10 arasında puanlanması” işlemi sonucu her bir yeterliliğe verilen puanlar aritmetik ortalaması alınarak Tablo 4.3’te sunulmuştur.

Tablo 4.3. Taslak Yeterliliklere İlişkin Puanların Aritmetik Ortalaması

	Yeterlilikler	$\bar{X}$
Y1	Temel devreleri board üzerinde kurar ve test eder.	6.45
Y2	Temel seviyede mikrodenetleyici, giriş ve çıkış donanımlarını tanımlar, bağlantılarını yapar ve programlayabilir.	8.53
Y3	İnternet üzerinden mikrodenetleyici ile etkileşimi sağlamak amacı ile gerekli ayarları yapabilir ve temel seviyede kod yazabilir.	8.46
Y4	Yazılım tasarım becerilerini tanımlar ve uygulamalar (açma/kapama prensipleri, blok programlamasız kod yazma, küçük parçaların kolayca birleştirildiği tarzda web sitesi yapabilme)	8.31
Y5	Ağ protokol ve konseptlerini tanımlar.	7.62
Y6	IoT ve donanımlarının nasıl çalıştığını tanımlayabilir ve sunabilir. (elektronik, yazılım, ağ ve fiziksel nesneler)	7.92
Y7	Verilen bir tema üzerinde IoT çözümü önerir ve bu çözüme ilişkin bir IoT sistemi oluşturabilir. Sistemin bileşenlerini (donanım ve yazılım ihtiyaçları) ve iletişim konseptini (bulut ortamı seçimi, haberleşme türü) tanımlar.	8.38
Y8	Bir ürünü evrensel tasarım ilkelerine göre eleştirir.	6.54
Y9	3D yazıcı için ve fiziksel prototipler tasarlar ve geliştirir.	5.46
Y10	IoT’den kaynaklanan güvenlik, gizlilik ve etik durumları tartışır.	7.38

Tablo 4.3 incelendiğinde, tüm yeterliliklerin aldıkları puanların ortalaması 7,50 olarak bulunmuştur. Burada genel ortalamanın altında kalan dört yeterlilik göze çarpmaktadır. Bu yeterliliklerden Y9 yeterliliği 5,46 ile en düşük puanı aldığı görülmektedir. Y1 yeterliliği 6,45 ve Y8 yeterliliği ise 6,54 ortalama puan almışlardır. Y10 yeterliliği ise genel ortalamaya yakın bir değer almasına karşın 7,38 ile genel ortalamanın altında kalmıştır.

Uzman grubun değerlendirme sürecinde izlediği ikinci yönerge ise varsa çıkarılması gereken yeterliliklerin belirlenmesidir. İki uzman Y1 yeterliliğin yeterlilik çerçevesinden çıkarılması yönünde tercih belirtmiştir. Bir uzman yaptığı yorumda Y1 yeterliliğinin elektronik alanından daha temel dersler ile ilgili bir yeterlilik olabileceği dolayısıyla bu yeterlilik çerçevesinde yer almayabileceğini belirtmiştir. Diğer bir uzman ise “*Bu yeterliliğin yer alması IoT eğitiminde odaktan sapmaya yol açabilir.*” şeklinde görüş belirtmiştir. Y1 yeterliliğinin hem puan ortalamasının düşük bulunması hem iki uzman tarafından çıkarılmasına yönelik görüş bildirilmesi sonucu bir sonraki uzman değerlendirmesi için gönderilen taslak yeterlilik çerçevesinden çıkarılması uygun görülmüştür.

Çıkarılması teklif edilen bir diğer yeterlilik Y8 yeterliliğidir. Üç uzman bu yeterliliğin çıkarılması yönünde görüş belirtmiştir. Çıkarılması yönünde görüş belirten uzmanlardan biri Y8 yeterliliği hakkında “*Lise seviyesinde ve temel IoT eğitimi kapsamında olduğunu düşünmüyorum.*” şeklinde diğer bir uzman ise “*Hedeflenen yaş grubuna uygun olduğunu düşünmüyorum.*” şeklinde görüş belirtmiştir. Y8 yeterliliğinin hem puan ortalamasının düşük bulunması hem üç uzman tarafından çıkarılmasına yönelik görüş bildirilmesi sonucu bir sonraki uzman değerlendirmesi için gönderilen taslak yeterlilik çerçevesinden çıkarılması uygun görülmüştür.

Çıkarılması teklif edilen bir diğer yeterlilik ise Y9 yeterliliğidir. İki uzman bu yeterliliğin çıkarılması yönünde görüş belirtmiştir. Çıkarılması yönünde görüş belirten uzmanlardan biri Y9 yeterliliği hakkında “*Çalışma yapılacak yaş grubuna uygun olduğunu düşünmüyorum*” şeklinde diğer bir uzman ise “*Başka bir ders altında verilmesi gerekir.*” şeklinde görüş belirtmiştir. Y9 yeterliliğinin hem puan ortalamasının düşük bulunması hem iki uzman tarafından çıkarılmasına yönelik görüş bildirilmesi sonucu bir sonraki uzman değerlendirmesi için gönderilen taslak yeterlilik çerçevesinden çıkarılması uygun görülmüştür.

Uzman grubun değerlendirme sürecinde izlediği üçüncü yönerge ise varsa eklenmesi gereken yeterliliklerin belirlenmesidir. Bir uzman “Nesnelerin interneti sistemlerinde kullanılan donanımların malzeme yapılarına ilişkin bilgi sahibidir.” Şeklinde bir yeterlilik önermiştir. Bu yeterliliği önermesindeki dayanak olarak ise “Nesnelerin interneti sistemlerinde ihtiyaç olunan daha küçük boyuttaki sensör/işlemci/iletişim komponentleri vs için malzemelerin o boyutlardaki yapısını anlamaya yönelik ek çalışmalar ilerisi için iyi bir hazırlık olabilir” şeklinde ifade etmiştir. Bir sonraki uzman değerlendirmesinde “Nesnelerin interneti sistemlerinde kullanılan donanımların malzeme yapılarına ilişkin bilgi sahibidir.” Yeterliliği taslak yeterlilik çerçevesine eklenerek diğer uzmanlarında görüşünün alınması uygun görülmüştür.

Uzman grubun değerlendirme sürecinde izlediği son yönerge ise her bir yeterliliğe ilişkin düzeltme önerilerinin yapılmasıdır. Buna göre Y2 yeterliliğine ilişkin düzeltme önerileri incelendiğinde beş uzmanın ortak olarak ifade ettiği nokta, yeterliliği tanımlayan cümlelerin birden fazla yeterliliği içerdiği, aynı cümle içerisinde birden fazla yeterliliğin bulunmaması yönündedir. AYÇ ve TYÇ’de de her seviyedeki öğrenme kazanımları bilgi, beceri ve yetkinlik olarak gruplandırılmıştır MYK (2020). YTUDG tarafından da yeterliliklerin bu grupları işaret edecek şekilde düzenlenmesi önerilmiştir. Ayrıca üç uzman mikrodeneleyici programlama terimi yerine “Fiziksel programlama” terimini önermiştir. Uzman görüşleri dikkate alındığında bu yeterlilikte bilgiye bağlı yeterlilikler ile (tanımlar), beceriye bağlı yeterliliklerin (bağlantılarını yapar, programlar) ayrılması uygun görülmüştür. Ayrıca mikrodeneleyici terimi çıkarılarak yerine daha geniş ve güncel olduğu düşünülen “fiziksel programlama platformu” terimi kullanılmıştır. Bu terimin kullanılmasının nedeni mikrodeneleyici tek bir donanımı ifade ederken, fiziksel programlama platformu (FPP) ise mikrodeneleyici ile birlikte donanım ve yazılımı da kapsayan bir geliştirme ortamını ifade ettiği düşünülmektedir. Üç uzman programlama ile ilgili bilgi ve becerilerin Y2 ve Y4 yeterliliklerinde bir arada bulunduğunu ifade etmiştir. Bu yüzden Y2 yeterliliğinden programlama ile ilgili ifadeler çıkarılmıştır. Taslak yeterlilik çerçevesinde Y2 yeterliliğinin yerine aşağıda bulunan iki yeterliliğin eklenmesi ve uzman görüşünün alınması uygun görülmüştür.

- 1) Fiziksel programlama platformlarını (FPP) ve giriş-çıkış donanımlarını açıklar.
- 2) FPP ve çevre birimlerini (Giriş-çıkış donanımları) kullanarak uygulamalar yapar.

Y4 yeterliliğinde “küçük parçaların kolayca birleştirildiği tarzda web sitesi yapabilme” ile ilgili ifadenin iki uzman tarafından çıkarılması önerilmiştir. Bir yeterlilikte birden fazla becerinin yer almaması önerisi de dikkate alındığında Y4 yeterliliğinde yer alan programlama ile ilgili beceriler “temel seviyede programlama uygulamaları” olarak ifade edilmiştir. Ayrıca programlama uygulamalarının FPP kapsamında sınırlandırılması gerektiği bir uzman tarafından ifade edilmiştir. Taslak yeterlilik çerçevesinde Y4 yeterliliğin yerine aşağıda yer alan yeterliliğin eklenmesi ve uzman görüşünün alınması uygun görülmüştür.

3) FPP kullanarak temel seviyede programlama uygulamaları yapar.

Y3 yeterliliğinde “temel seviyede kod yazar” ifadesi başka bir yeterlilikte tanımlandığı için çıkarılmıştır. Uzman görüşü neticesinde mikrodenetleyici yerine FPP ifadesi eklenmiştir. Sonuç olarak Y3 yeterliliği yerine aşağıda yer alan yeterlilik ifadesinin eklenmesi ve uzman görüşünün alınması uygun görülmüştür.

4) FPP'yi çevrimiçi ortamlara bağlamak için gerekli ayarları yapar.

Y5 yeterliliğinde yer alan “ağ protokol ve konseptleri” ifadesi üç uzman tarafından net görülmemiştir. İki uzman ise konunun sınırlandırılması gerektiğini belirtmiştir. Uzmanların bu yeterlilikte yorum kısmına yazdığı öneriler incelendiğinde nesnelerin interneti kavramında ağ sistemleri kavramının (iki uzman sadece mesleki eğitim seviyesinde olduğunu özellikle belirtmiştir.) çevrim içi ortamlar ile FPP cihazı arasındaki veri iletişiminden oluştuğunu belirtmektedirler. İki uzman bulut ortamının da yeterlilik cümlesinde yer alması gerektiğini belirtmiştir. Sonuç olarak Y5 yeterliliği yerine aşağıda yer alan yeterlilik ifadesinin eklenmesi ve uzman görüşünün alınması uygun görülmüştür.

5) Çevrimiçi ve mobil ortamlar üzerinden FPP'yi kontrol etmek ve verileri bulut uygulamalarında işlemek için gerekli ayarları yapar.

Y6 yeterliliği için içerik bağlamında uzman grubu tarafından herhangi bir düzeltme önerisinde bulunulmamıştır. Ancak yeterliliklerin uzman görüşleri sonucu revize edilme sürecinde bilgiye bağlı yeterliliklerin yazımında açıklar fiili kullanılmıştır. Ayrıca benzer yeterliliklerde olduğu gibi dört uzman yeterliliklerde parantez içinde herhangi bir açıklamaya yer verilmemesi önerisinde bulunmuştur. Dolayısıyla Y6 yeterliliği de bu açıklamalara bağlı kalınarak aşağıdaki şekilde yeniden düzenlenmesi ve uzman görüşünün alınması uygun görülmüştür.

6) Nesnelerin interneti (IoT) sistemini ve çalışma mantığını açıklar.

Y7 yeterliliği için “Verilen bir tema üzerinde IoT çözümü önerir.” İfadesi üç uzman tarafından net görülmemiştir. Ayrıca, bir önceki yeterlilik cümlesinde nesnelerin interneti konusunda bilgiye bağlı yeterlilik atfında bulunmaktadır. Dolayısıyla bu yeterlilik cümlesinden “Sistemin bileşenlerini (donanım ve yazılım ihtiyaçları) ve iletişim konseptini (bulut ortamı seçimi, haberleşme türü) tanımlar.” İfadesi çıkarılmıştır. Dört uzman bu yeterliliğin nesnelerin interneti sistemini kurabilme konusunda sade bir beceriyi ifade etmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla Y7 yeterliliği de bu açıklamalara bağlı kalınarak aşağıdaki şekilde yeniden düzenlenmesi ve uzman görüşünün alınması uygun görülmüştür.

7) Bir IoT sistemini kurar ve test eder.

Y10 yeterliliğine ilişkin düzeltme önerileri incelendiğinde beş uzmanın ortak olarak ifade ettiği nokta yeterlilik cümlesinde yer alan güvenlik, gizlilik ve etik kavramlarının birbirinden ayrılması gerektiğidir. Dolayısıyla Y10 yeterliliği güvenlik, gizlilik ve etik kavramlarını ayrı ifade edecek şekilde üç farklı yeterlilik cümlesi olarak yeniden düzenlemiştir.

8) IoT sistemlerinde güvenlik olgusunu açıklar.

9) IoT sistemlerinde gizlilik olgusunu açıklar.

10) IoT sistemlerinde etik durumu açıklar.

Uzman görüşleri neticesinde çıkarılması ya da eklenmesi önerilen yeterlilikler ve revize edilen cümleler EK-7’de yer alan form aracılığı ile uzman gruba mail olarak gönderilmiştir. Çıkarılması önerilen üç yeterlilik tüm uzmanlar tarafından onaylanmıştır. Ancak eklenmesi önerilen yeterlilikte 12 uzman onaylamıyorum şeklinde görüş belirtmiştir. Beş uzmanın onaylamama nedeni olarak belirttiği ortak nokta bu yeterliliğin mesleki eğitim seviyesinin üstünde bir konu olduğudur. Bir uzman ise nesnelerin interneti temasından sapmaya yol açabileceğini belirtmiştir. Bu nedenle “Nesnelerin interneti sistemlerinde kullanılan donanımların malzeme yapılarına ilişkin bilgi sahibidir” yeterliliğinin eklenmemesi yönünde karar alınmıştır. Revize edilen yeterlilikler için Lawshe tekniği kullanılarak kapsam geçerliliği hesaplanmıştır.. Lawshe tekniğinde 15 uzman için 0.05 anlamlılık düzeyinde minimum kapsam geçerlilik oranı (KGO) 0,49’dur (Veneziano, 1997). Her madde yararlı – yararlı/gereksiz – gereksiz olarak uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirme

sonucunda elde edilen yeterlilikler ve bu yeterliliklere ilişkin KGO değerleri Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Nesnelerin İnterneti Yeterliliklerine İlişkin KGO Değerleri

	Yeterlilik Adı	KGO
1	Fiziksel programlama platformlarını (FPP) ve giriş-çıkış donanımlarını açıklar.	0,86
2	FPP kullanarak temel seviyede programlama uygulamaları yapar.	0,73
3	FPP ve çevre birimlerini (Giriş-çıkış donanımları) kullanarak uygulamalar yapar.	1
4	FPP'yi çevrimiçi ortamlara bağlamak için gerekli ayarları yapar.	1
5	Çevrimiçi ve mobil ortamlar üzerinden FPP'yi kontrol etmek ve verileri bulut uygulamalarında işlemek için gerekli ayarları yapar.	1
6	Nesnelerin interneti (IoT) sistemini ve çalışma mantığını açıklar.	1
7	Bir IoT sistemini kurar ve test eder.	0,86
8	IoT sistemlerinde güvenlik olgusunu açıklar.	0,73
9	IoT sistemlerinde gizlilik olgusunu açıklar.	0,6
10	IoT sistemlerinde etik durumu açıklar.	0,6

Elde edilen KGO oranlarına göre kapsam geçerlilik indeksi (KGİ) 0,838 olarak bulunmuştur. KGİ değeri $0,838 > 0,49$ olduğundan $p < 0,05$ anlamlılık düzeyine göre istatistiksel olarak nesnelerin interneti ile ilgili yeterlilik çerçevesinin kapsam geçerliliğini sağladığı görülmektedir.

Nesnelerin interneti yeterliliklerine ilişkin alt yetkinliklerin belirlenmesi: Yeterliliklerin ölçülmesi ve program oluşturma sürecinde alt yetkinlikler yeterliliği daha detaylı tanımlamaya yardımcı olmaktadır. Ayrıca, YTDUG tarafından yeterlilik cümlesinin sade ve anlaşılır olması, farklı anlamlar çıkarmaya mahal vermemesi özellikle vurgulanmıştır. Her bir yeterliliğe ilişkin alt yetkinliklerin oluşturulmasının bu sorunun çözümüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca alt yetkinlikler nesnelerin interneti ile ilgili eğitim programı tasarlama süreçlerinde rehber niteliği taşıyabilir. Bu yüzden her bir yeterliliği detaylandıran alt yetkinlikler oluşturulmuş ve YTUDG tarafından kapsam geçerliliği yapılmıştır. Kapsam geçerliliği Lawshe tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. YTUDG'na EK-8'de yer alan form gönderilmiş ve formda yer alan maddelerin yararlı – yararlı/gereksiz – gereksiz olarak değerlendirmeleri istenmiştir. Değerlendirme sonucunda elde edilen alt yetkinlikler ve bu yeterliliklere ilişkin KGO değerleri Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Nesnelerin İnterneti Alt Yetkinliklerine İlişkin Kapsam Geçerlilik Oranları
(birinci değerlendirme)

	Alt yetkinlik	KGO
Y1.	1. FPP kavramını açıklar ve çeşitlerini söyler.	1
	2. FPP'nin çalışma mantığını açıklar	1
	3. Uygulamaya göre uygun FPP'yi seçer.	1
	4. Sensör kavramını ve sensör çeşitlerini açıklar.	0,86
	5. FPP giriş donanımlarını açıklar.	0,86
	6. FPP çıkış donanımlarını açıklar.	0,86
	7. Uygulamaya göre uygun giriş ve çıkış donanımlarını seçer.	1
Y2.	1. FPP yazılım geliştirme ortamlarını tanır.	0,83
	2. Blok programlama ile değişken ve operatörleri kullanarak fiziksel programlama yapar.	0,20
	3. Blok programlama ile koşul kullanarak fiziksel programlama yapar.	0,20
	4. Blok programlama ile döngü kullanarak fiziksel programlama yapar.	0,20
	5. Metin tabanlı programlama dili ile değişken ve operatörleri kullanarak fiziksel programlama yapar.	0,6
	6. Metin tabanlı programlama dili ile koşul kullanarak fiziksel programlama yapar.	0,6
	7. Metin tabanlı programlama dili ile döngü kullanarak fiziksel programlama yapar.	0,6
Y3.	1. Bir uygulamada kullanılacak FPP ve giriş-çıkış donanımlarının fiziksel bağlantılarını yapar.	1
	2. FPP GPIO(genel giriş-çıkış pinleri) program ile kontrol eder.	1
	3. Uygulamayı test eder, donanım ve yazılım hatalarını bulur.	1
Y4.	1. Temel ağ donanımlarını açıklar.	0,83
	2. Bulut platformu kavramını açıklar.	1
	3. FPP'yi kablolu internete bağlamak için gerekli ayarları yapar.	0,83
	4. FPP'yi kablosuz internete bağlamak için gerekli ayarları yapar.	1
Y5.	1. Webhook (tetikleme) işlemini tanımlar.	0,83
	2. Bulut platformunu kullanarak fiziksel programlama yapar.	1
	3. Mobil uygulamaları kullanarak FPP ile GPIO kontrolü yapar.	0,33
Y6.	1. IoT kavramını açıklar ve uygun örnekler verir.	1
	2. IoT sistemi içerisindeki öğeleri ve aralarındaki ilişkileri açıklar.	0,46
	3. Verilen bir temaya ilişkin IoT çözümü önerir.	1
Y7.	1. Bir IoT sisteminin donanım ihtiyaçlarını belirler ve bağlantılarını yapar.	0,6
	2. Bir IoT sisteminin yazılım ve bulut platformu ihtiyaçlarını belirler ve bağlantılarını yapar.	0,46
	3. Bir IoT sisteminin haberleşme türünü belirler ve bağlantılarını yapar.	0,46
	4. Bir IoT sisteminde donanımlar ve bulut platformları arasındaki erişim izni ayarlarını yapar.	0,46
Y8.	1. Bir IoT sisteminde oluşabilecek güvenlik risklerini açıklar.	1
	2. Bir IoT sisteminde güvenlik risklerini azaltacak çözümler önerir.	0,83
Y9.	1. Bir IoT sisteminde oluşabilecek gizlilik ile ilgili riskleri açıklar.	0,83
	2. Bir IoT sisteminde gizlilik ile ilgili riskleri azaltacak çözümler önerir.	0,6
Y10.	1. IoT sistemlerinde uyulması gerekli etik değerleri açıklar.	0,83
	2. Bir IoT sisteminin etik değerlere uygunluğunu değerlendirir.	0,6

Tablo incelendiğinde ikinci yeterliliğe ait alt yetkinliklerden biri olan blok programlama ile değişken, döngü ve koşul uygulamaları yapar ifadelerinin düşük KGO (0,2) aldıkları görülmektedir. Üç uzman yetkinliklerin blok ve metin programlama olarak ayrılmaması gerektiğini belirtmiştir. Bir uzman bu yoruma ek olarak programlama ile ilgili kavramların yeterlilik çerçevesinde belirtilmesini konu dizilimlerinin blok programlamadan metin tabanlı programlamaya olacak şekilde öğretim programına yerleştirilebileceğini belirtmiştir. Ayrıca, “FP yazılım geliştirme ortamlarını tanır.” İfadesine “FP yazılım geliştirme ortamlarını açıklar.” Şeklinde bir uzman tarafından değişiklik önerisi getirilmiştir. Öneriler ışığında, “FPP kullanarak temel seviyede programlama uygulamaları yapar” yeterliliğine ait alt yetkinliklerin aşağıdaki şekilde revize edilmesi ve uzman görüşüne sunulması uygun görülmüştür.

- 1) FPP yazılım geliştirme ortamlarını açıklar.
- 2) Değişken ve operatörleri kullanarak fiziksel programlama yapar.
- 3) Koşul kullanarak fiziksel programlama yapar.
- 4) Döngü kullanarak fiziksel programlama yapar.

“Çevrimiçi olarak FPP'yi kontrol eder.” Yeterliliğinde “Mobil uygulamaları kullanarak FPP ile GPIO kontrolü yapar.” Alt yetkinliği uzmanlar tarafından yapılan kapsam geçerliliğinde düşük KGO (0,33) değeri aldığı görülmektedir. Ayrıca, “Webhook (tetikleme) işlemini tanımlar.” İfadesine “Webhook (tetikleme) işlemini açıklar.” Şeklinde bir uzman tarafından değişiklik önerisi getirilmiştir. Öneriler ışığında, “Çevrimiçi olarak FPP'yi kontrol eder.” yeterliliğine ait alt yetkinliklerin aşağıdaki şekilde revize edilmesi ve uzman görüşüne sunulması uygun görülmüştür.

- 1) Webhook (tetikleme) işlemini tanımlar.
- 2) Bulut platformunu kullanarak fiziksel programlama yapar.

“Nesnelerin interneti (IoT) kavramını ve çalışma mantığını açıklar.” Yeterliliğinde “IoT sistemi içerisindeki öğeleri ve aralarındaki ilişkileri açıklar.” Alt yetkinliği uzmanlar tarafından yapılan kapsam geçerliliğinde düşük KGO (0,46) değeri aldığı görülmektedir. İki uzmanın bu alt yetkinlik hakkındaki benzer yorum bu konunun bu yeterliliğe bağlı diğer diğer alt yetkinlikler tarafından ifade edildiği ve gerek olmadığı yönündedir. Öneriler ışığında, “Nesnelerin interneti (IoT) kavramını ve çalışma mantığını açıklar.” yeterliliğine ait alt yetkinliklerin aşağıdaki şekilde revize edilmesi ve uzman görüşüne sunulması uygun görülmüştür.

- 1) IoT kavramını açıklar ve uygun örnekler verir.
- 2) Verilen bir temaya ilişkin IoT çözümü önerir.

“Bir IoT sistemini kurar ve test eder.” Yeterliliğine ilişkin alt yetkinlerin düşük KGO değerleri aldığı Tablo 4.5’de görülebilir. Burada yer alt yetkinlikler incelendiğinde IoT sistemini donanım, yazılım ve haberleşme gibi alt boyutlarda ele aldığı görülmektedir. Ancak iki uzmanın bu yetkinlikler hakkında ortaya koyduğu ortak nokta IoT sistemini ayrı ayrı parçalar halinde ele almak yerine tek bir bütün olarak ele alınmasına vurgu yapılması gerektiğidir. Bir uzman ise IoT sistemini bütün olarak ele almayan bir öğretim programının IoT kavramını kazandırmada eksik olacağını belirtmiştir. Bir diğer uzman ise yaptığı yorumda IoT ile ilgili bilgiye bağlı kazanımların “Nesnelerin interneti (IoT) kavramını ve çalışma mantığını açıklar “ yeterliliği altında ifade edildiği ve bu yeterlilik altında sadece beceriye bağlı ifadelerin yer verilmesi gerektiğini belirtmiştir. Öneriler ışığında, “Bir IoT sistemini kurar ve test eder.” yeterliliğine ait alt yetkinliklerin aşağıdaki şekilde revize edilmesi ve uzman görüşüne sunulması uygun görülmüştür.

- 1) Bir IoT sisteminin donanım ihtiyaçlarını belirler.
- 2) Bir IoT sisteminin fiziksel bağlantılarını yapar.

Diğer yeterliliklere bağlı alt yetkinliklerde KGO değeri yeterli bulunduğu ve herhangi bir revize önerisi bulunmadığından değişiklik yapılmamıştır. Revize edilen alt yetkinlikler tekrar uzman değerlendirmesine gönderilmiş ve KGO değerleri alınmıştır. Elde edilen KGO oranlarına göre geçerlilik indeksi (KGİ) 0,916 olarak bulunmuştur. Elde edilen KGİ değeri $0,916 > 0,49$ olduğundan $p < 0,05$ anlamlılık düzeyine göre istatistiksel olarak IoT ile ilgili yeterlilik çerçevesinde belirlenen alt yetkinliklerin kapsam geçerliliğini sağladığı görülmektedir. Nesnelerin interneti yeterliliklerinde ikinci değerlendirmeye ilişkin KGO değerleri Tablo 4.6’da sunulmuştur.

Tablo 4.6. Nesnelerin İnterneti Alt Yetkinliklerine İlişkin KGO değerleri (ikinci değerlendirme)

Alt yetkinlik	KGO
1. FPP kavramını açıkla ve çeşitlerini söyle.	1
2. FPP'nin çalışma mantığını açıkla	1
3. Uygulamaya göre uygun FPP'yi seçer.	1
Y1. 4. Sensör kavramını ve sensör çeşitlerini açıkla.	0,83
5. FPP giriş donanımlarını açıkla.	0,83
6. FPP çıkış donanımlarını açıkla.	0,83
7. Uygulamaya göre uygun giriş ve çıkış donanımlarını seçer.	1
1. FPP yazılım geliştirme ortamlarını açıkla.	1
Y2. 2. Değişken ve operatörleri kullanarak fiziksel programlama yapar.	1
3. Koşul kullanarak fiziksel programlama yapar.	1
4. Döngü kullanarak fiziksel programlama yapar.	1
1. Bir uygulamada kullanılacak FPP ve giriş-çıkış donanımlarının fiziksel bağlantılarını yapar.	1
Y3. 2. FPP GPIO(genel giriş-çıkış pinleri) program ile kontrol eder.	1
3. Uygulamayı test eder, donanım ve yazılım hatalarını bulur.	1
1. Temel ağ donanımlarını açıkla.	0,83
Y4. 2. Bulut platformu kavramını açıkla.	1
3. FPP'yi kablolu internete bağlamak için gerekli ayarları yapar.	0,83
4. FPP'yi kablosuz internete bağlamak için gerekli ayarları yapar.	1
1. Webhook (tetikleme) işlemini tanımlar.	1
Y5. 2. Bulut platformunu kullanarak fiziksel programlama yapar.	1
1. IoT kavramını açıkla ve uygun örnekler verir.	1
Y6. 2. Verilen bir temaya ilişkin IoT çözümü önerir.	0,83
1. Bir IoT sisteminin donanım ihtiyaçlarını belirler.	0,83
Y7. 2. Bir IoT sisteminin fiziksel bağlantılarını yapar.	1
1. Bir IoT sisteminde oluşabilecek güvenlik risklerini açıkla.	1
Y8. 2. Bir IoT sisteminde güvenlik risklerini azaltacak çözümler önerir.	0,83
1. Bir IoT sisteminde oluşabilecek gizlilik ile ilgili riskleri açıkla.	0,83
Y9. 2. Bir IoT sisteminde gizlilik ile ilgili riskleri azaltacak çözümler önerir.	0,6
1. IoT sistemlerinde uyulması gerekli etik değerleri açıkla.	0,83
Y10. 2. Bir IoT sisteminin etik değerlere uygunluğunu değerlendirir.	0,6

Nesnelerin interneti yeterlilikleri, TYÇ ve AYÇ'ne uygun olarak bilgi, beceri ve yetkinlik öğrenme kazanımları bağlamında gruplandırılmıştır. Bu gruplandırmada bir iş veya öğrenme alanı ile ilgili olgusal bilgi içeren yeterlilikler "Bilgi", bilişsel ve uygulamalı becerileri içeren yeterlilikler "Beceri", etik meseleler ve toplumsal sorunlar ile ilişkisine değinen yeterlilikler "Yetkinlik" başlığı altında gruplanmıştır. Nesnelerin İnterneti Yeterliliklerinin Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Olarak Gruplandırılması Tablo 4.7'de sunulmuştur.

Tablo 4.7. Nesnelerin İnterneti Yeterliliklerinin Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Olarak Gruplandırılması

Yeterlilikler	
Bilgi	(Y1) Fiziksel programlama platformlarını (FPP) ve giriş-çıkış donanımlarını açıklar. (Y6) Nesnelerin interneti (IoT) kavramını ve çalışma mantığını açıklar.
Beceri	(Y2) FPP kullanarak temel seviyede programlama uygulamaları yapar (Y3) FPP ve çevre birimlerini (Giriş-çıkış donanımları) kullanarak uygulamalar yapar. (Y4) FPP'yi çevrimiçi ortamlara bağlamak için gerekli ayarları yapar. (Y5) Çevrimiçi olarak FPP'yi kontrol eder. (Y7) Bir IoT sistemini kurar ve test eder.
Yetkinlik	(Y8) IoT sistemlerinde güvenlik olgusunu açıklar. (Y9) IoT sistemlerinde gizlilik olgusunu açıklar. (Y10) IoT sistemlerinde etik durumu açıklar.

4.1.2. Nesnelerin interneti öğretim programı

Program çalışma grubu tarafından program tasarım yaklaşımı, öğretim stratejileri ve araştırmanın sınırlılıkları da göz önüne alınarak nesnelerin interneti öğretim programı, 12 hafta boyunca haftada dört saat olmak üzere toplam 48 saatlik bir süreç çerçevesinde planlanmıştır. Programda, ilk yedi hafta boyunca atölye ortamında teorik ve uygulama etkinlikleri, beş hafta boyunca ise proje geliştirme süreci olarak belirlenmiştir.

Nesnelerin interneti öğretim programı birinci döngüde temel elektronik ile ilgili dersleri daha önce almış 11 ve 12. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Proje tabanlı süreçte ise öğrencilerin üç - dört kişilik takımlara ayrılarak proje çalışmaları yürütmeleri planlanmıştır. Program inşacı bir yaklaşım ile ele alındığından öğrencilerin program sonunda edindikleri deneyim ve birikimleri yansıtabilmelerine imkân tanımak ve proje süreci hakkında daha detaylı bilgi sahibi olmak adına program sonunda öğrencilerden projelerini anlatan yaklaşık bir dakika uzunluğunda video çekmeleri istenmiştir. Birinci döngü uygulamasının kritik noktası, tasarımın iyileştirilme sürecinin daha geniş bir perspektiften ele alınabilmesi için öğretmenlerin medya ve materyal kullanımı, atölye uygulamaların seçimi gibi konularda serbest seçim yapabilmeleridir. Böylelikle programın revizyonu için daha fazla veri elde edilmesi planlanmıştır. Araştırmanın birinci döngü uygulamasında, araştırmacı bizzat Şişli MTAL'de Ş1 kodlu sınıfta öğretmen olarak uygulama sürecinde yer almıştır. Araştırmacının, nesnelerin interneti öğretim programının teori/uygulama sürecini oluşturan

ve 7 hafta süren kısmı için hazırladığı haftalık hedefler, kullanılan materyaller, yöntem ve değerlendirme etkinliklerinin yer aldığı günlük ders planı EK 9’da görülebilir.

4.1.3. Programın değerlendirilmesi

Bu bölümde, nesnelerin interneti yeterlilik çerçevesi ve öğretim programının birinci döngü değerlendirme süreçlerine ilişkin bulgular paylaşılmıştır. Değerlendirme sürecinde YDBT, ÖPDF ve nitel verilerden elde edilen veriler analiz edilmiştir.

4.1.3.1. Yeterlilik düzeyini belirleme testine (YDBT) ilişkin bulgular

YDBT’nden elde edilen veriler ile ilk olarak nesnelerin interneti öğretim programını alan öğrencilerin, nesnelerin interneti yeterliliklerine ne düzeyde ulaştıklarına ilişkin araştırma sorusuna (2a) yanıt aranmıştır. Bu amaçla, nesnelerin interneti öğretim sürecine katılan öğrencilerden oluşan deney grupları ile kontrol gruplarının nesnelerin interneti yeterliliklerine ulaşma düzeyi karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada uygun istatistiki yöntemin seçilebilmesi için öncelikle verilerin normal dağılım gösterme varsayımı test edilmiştir. Bunun için Z değeri, ortalama ve medyan değerleri incelenmiş ve frekans (N) > 50 olduğu için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. YDBT’nde deney ve kontrol grupları normal dağılım varsayımına ilişkin test sonuçları Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8. Normal Dağılım Varsayımının Test Edilmesinde Kolmogorov-Smirnov Testine İlişkin Bulgular

Test	N	$\bar{X}$	Medyan	Min	Max	Z	K. S.	p
Deney	75	22,20	23	11	35	,25	,13	,00
Kontrol	75	12,40	12	6	23	2,48	,14	,00

Tablo 4.8’de görüldüğü üzere deney grubu için ortalama ve medyan değerlerinin birbirine yakın olması ve Z değerinin $-1,96 < Z < 1,96$ koşulunu sağlamasına karşın kolmogorov smirnov testinde $p < ,05$ düzeyinde kaldığı için verilerin normal dağılım sergilemediği görülmektedir. Kontrol grubunda ise $Z > 1,96$ ve $p < 0,05$ olduğu için burada da verilerin normal dağılım sergilemediği görülmektedir. Varyansların homojenliğini test etmek için ise normal dağılım varsayımını gerektirmeyen Levene testi kullanılmıştır. Levene testi sonucunda $p < ,05$ düzeyinde kaldığından varyansların homojen dağılmadığı söylenebilir. Bu yüzden deney ve kontrol gruplarının karşılaştırılmasında parametrik olmayan test yöntemleri kullanılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının eş gruplar olup olmadığını belirlemek amacıyla YDBT ön test sonuçları grup, alan ve sınıf bazında karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucu elde edilen bulgular Tablo 4.9’da sunulmuştur.

Tablo 4.9 Deney ve Kontrol Grupları Ön Test YDBT Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular

	Grup	N	Sıra $\bar{X}$	U	Z	p
Tüm grup	Deney	75	72,65	2598,5	-,81	,42
	Kontrol	75	78,35			
11. sınıf	Deney	39	39,60	756,5	-,04	,97
	Kontrol	39	39,40			
12. sınıf	Deney	36	33,71	547,5	-1,14	,26
	Kontrol	36	39,29			
Bilişim Teknolojileri	Deney	22	25,59	174,0	-1,60	,11
	Kontrol	22	19,41			
Elek.- Elo. Teknolojileri	Deney	43	39,14	737,0	-1,63	,10
	Kontrol	43	47,86			
End. Otm. Teknolojileri	Deney	10	9,25	37,5	-,97	,33
	Kontrol	10	11,75			

Tablo 4.9’da görüldüğü üzere deney ve kontrol grupları arasında YDBT puanında tüm grup, sınıf ve alan düzeyleri bakımından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu nedenle deney ve kontrol gruplarının eş gruplar olduğu söylenebilir. Deney ve kontrol gruplarının son test YDBT puanlarının karşılaştırılması sonucu elde edilen bulgular ise Tablo 4.10’da sunulmuştur.

Tablo 4.10. Deney ve Kontrol Gruplarının Son Test YDBT Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular

Grup	N	Sıra $\bar{X}$	U	Z	p
Deney	75	104,26	655,5	-8,12	,00
Kontrol	75	46,74			

Tablo 4.10’da görüldüğü üzere YDBT testi puanında deney ve kontrol grupları arasında deney grubu lehine $<,05$ düzeyinde anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=,00$). Buna göre YDBT puanı açısından deney grubunun ($\bar{X} = 56$) kontrol grubuna ($\bar{X} = 31$) göre daha başarılı olduğu söylenebilir. Tablo 4.11’de ise deney ve kontrol grupları YDBT puanlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları görülebilir. YDBT’de her soru 2,5 puan değerindedir.

Tablo 4.11. Deney ve Kontrol Grupları Son Test YDBT Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları

Yeterlilik	Grup	N	Minimum	Maksimum	$\bar{X}$	Sd
Tümü	Deney	75	28	88	56,00	16,69
	Kontrol	75	15	58	31,00	11,43
Bilgi	Deney	75	5	28	19,23	5,45
	Kontrol	75	0	23	11,27	5,66
Beceri	Deney	75	8	60	36,03	13,02
	Kontrol	75	3	40	20,60	9,69
Yetkinlik	Deney	75	0	25	11,53	6,64
	Kontrol	75	0	20	8,13	4,76
Y1	Deney	75	3	20	13,50	4,11
	Kontrol	75	0	18	7,97	4,34
Y2	Deney	75	0	15	7,27	4,13
	Kontrol	75	0	13	4,17	3,00
Y3	Deney	75	3	15	7,73	3,88
	Kontrol	75	0	13	4,80	3,33
Y4	Deney	75	0	18	10,57	4,14
	Kontrol	75	0	15	6,53	3,21
Y5	Deney	75	0	10	5,90	2,45
	Kontrol	75	0	10	3,07	2,65
Y6	Deney	75	0	10	5,73	2,99
	Kontrol	75	0	8	3,30	2,51
Y7	Deney	75	0	8	4,57	2,74
	Kontrol	75	0	5	2,03	1,73
Y8	Deney	75	0	10	4,90	3,27
	Kontrol	75	0	10	3,70	2,77
Y9	Deney	75	0	8	3,03	2,44
	Kontrol	75	0	8	2,33	2,03
Y10	Deney	75	0	8	3,60	2,47
	Kontrol	75	0	5	2,10	1,97

Tablo 4.12’de ise deney ve kontrol grubunun YDBT bilgi, beceri ve yetkinlik puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin Mann Whitney-U testine ait bulgular sunulmuştur.

Tablo 4.12. Deney Ve Kontrol Grubu Son Test YDBT Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular

Yeterlilik	Grup	N	Sıra $\bar{X}$	U	Z	p
Bilgi	Deney	75	100,75	918,5	-7,16	,00
	Kontrol	75	50,25			
Beceri	Deney	75	99,44	1017,0	-6,77	,00
	Kontrol	75	51,56			
Yetkinlik	Deney	75	86,89	1958,0	-3,24	,00
	Kontrol	75	64,11			

Tablo 4.12’de görüldüğü üzere deney ve kontrol grupları, YDBT’den alınan bilgi, beceri ve yetkinlik puanlarının karşılaştırılmasında <,05 düzeyinde ve deney grubu lehine anlamlı

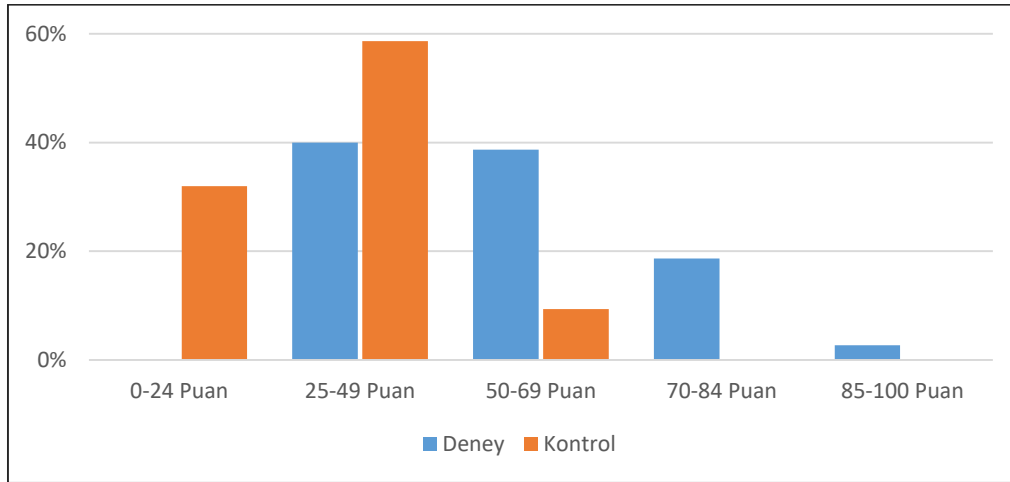
bir farklılık bulunmaktadır. Tablo 4.10’da yer alan ortalama YDBT puanları incelendiğinde bilgiye bağlı yeterliliklerde deney grubu YDBT puanının ($\bar{X} = 19,23$), kontrol grubuna göre ($\bar{X} = 11,27$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Benzer şekilde beceriye bağlı yeterliliklerde deney grubu YDBT puanının ($\bar{X} = 36,03$) kontrol grubuna göre ($\bar{X} = 20,60$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Son olarak yetkinlik ile ilgili yeterliliklerde deney grubu YDBT puanının ($\bar{X} = 11,53$), kontrol grubuna göre ($\bar{X} = 8,13$) daha yüksek olduğu söylenebilir.

Tablo 4.13, deney ve kontrol grubunu YDBT’de ölçülen her bir yeterlilikten alınan puanlara göre karşılaştırmaktadır. Karşılaştırma parametrik olmayan test yöntemlerinden Mann Whitney-U testi kullanılarak analiz edilmiştir. Tablo 4.13’de görüldüğü üzere deney grubu ile kontrol grubu arasında yapılan karşılaştırmada Y9 kodlu yeterlilik dışında geri kalan tüm yeterliliklerde $<.05$ düzeyinde anlamlı bir farklılık elde edilmiştir. YDBT puan ortalamaları incelendiğinde (Tablo 4.9) ise bu farkların tümünün deney grubu lehine olduğu görülmektedir. Y9 kodlu yeterlilikten alınan puanların karşılaştırmasında ise deney grubu ortalama puanı ($\bar{X}=3,03$) ve kontrol grubu ortalama puanı ($\bar{X}=2,33$) arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Tablo 4.13. Deney ve Kontrol Gruplarının Puanlarının Yeterlilik Bazında Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular

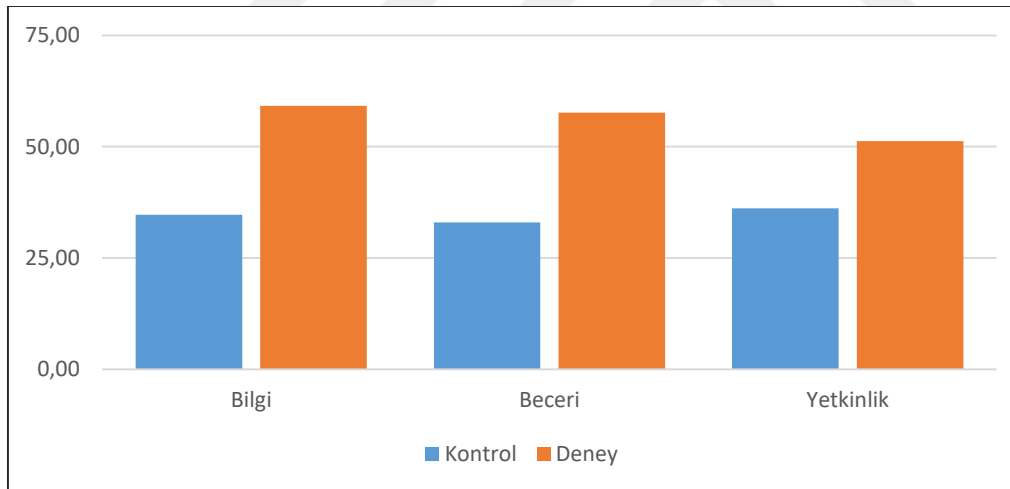
Yeterlilik	Grup	N	Sıra $\bar{X}$	U	Z	p
Y1	Deney	75	99,01	1049,5	-6,69	,00
	Kontrol	75	51,99			
Y2	Deney	75	92,04	1572	-4,74	,00
	Kontrol	75	58,96			
Y3	Deney	75	90,56	1683	-4,33	,00
	Kontrol	75	60,44			
Y4	Deney	75	95,92	1281	-5,86	,00
	Kontrol	75	55,08			
Y5	Deney	75	96,53	1235	-6,12	,00
	Kontrol	75	54,47			
Y6	Deney	75	92,23	1558	-4,88	,00
	Kontrol	75	58,77			
Y7	Deney	75	95,13	1340,5	-5,75	,00
	Kontrol	75	55,87			
Y8	Deney	75	83,41	2219	-2,30	,02
	Kontrol	75	67,59			
Y9	Deney	75	81,12	2391	-1,67	,09
	Kontrol	75	69,88			
Y10	Deney	75	88,14	1864,5	-3,73	,00
	Kontrol	75	62,86			

Deney ve kontrol gruplarının YDBT'den aldıkları puan/yüzde dağılımı Şekil 4.1'de görülebilir.



Şekil 4.1. Deney Ve Kontrol Grubu YDBT Puan/Yüzde Dağılımı

Şekil 4.2'de yer alan grafikte ise deney ve kontrol grubunun bilgi, beceri ve yetkinlik içeren yeterliliklerde aldıkları YDBT puanlarının dağılımı değişimi görülmektedir.



Şekil 4.2. Deney Ve Kontrol Grubu YDBT Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Puan Dağılımı

Tablo 4.14'te deney grubuna ilişkin sınıf bazında gerçekleştirilen betimsel istatistik sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4.14. Sınıf Bazında Deney Grubu Son Test YDBT Puanına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları

Yeterlilik	Sınıf	N	Minimum	Maksimum	$\bar{X}$	Sd
Tümü	11	39	28	88	56,41	17,55
	12	36	30	85	54,51	15,89
Bilgi	11	39	5	28	18,46	5,43
	12	36	10	28	20,07	5,43
Beceri	11	39	18	60	38,46	14,16
	12	36	8	55	33,40	11,29
Yetkinlik	11	39	0	23	11,28	6,69
	12	36	0	25	11,81	6,67
Y1	11	39	3	20	12,69	4,03
	12	36	5	20	14,38	4,07
Y2	11	39	0	15	7,82	4,74
	12	36	0	13	6,67	3,33
Y3	11	39	3	15	8,33	4,27
	12	36	3	13	7,08	3,35
Y4	11	39	3	18	11,41	4,25
	12	36	0	15	9,65	3,88
Y5	11	39	0	10	6,47	2,35
	12	36	0	10	5,28	2,45
Y6	11	39	0	10	5,77	3,30
	12	36	0	10	5,69	2,65
Y7	11	39	0	8	4,42	2,72
	12	36	0	8	4,72	2,79
Y8	11	39	0	10	4,94	3,11
	12	36	0	10	4,86	3,48
Y9	11	39	0	8	2,95	2,62
	12	36	0	8	3,13	2,27
Y10	11	39	0	8	3,40	2,18
	12	36	0	8	3,82	2,77

Nesnelerin interneti öğretim programının, farklı sınıf seviyelerinde okuyan öğrencilerin, nesnelerin interneti yeterliliklerine ulaşmasını ne düzeyde karşıladığına yönelik araştırma sorusunu (2b) yanıtlamak üzere nesnelerin interneti öğretimine katılan öğrencilerin (Deney grubu) YDBT puanları sınıf düzeyi açısından karşılaştırılmış ve Tablo 4.15'te sunulmuştur. Sınıf gruplarının karşılaştırılmasında parametrik olmayan test yöntemlerinden Mann Whitney-U testi kullanılmıştır.

Tablo 4.15. Sınıf düzeyine göre Son Test YDBT Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular

Grup	Sınıf	N	Sıra $\bar{X}$	U	Z	p
Sınıf	11	39	39,27	652,5	-0,53	,60
	12	36	36,63			

Tablo 4.15'te görüldüğü üzere karşılaştırma testi sonucunda p değeri $>0,05$ düzeyinde bulunmuştur. Bu durum, nesnelerin interneti öğretim programını alan 11 ve 12. sınıf

öğrencilerin aldıkları YDBT puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığını göstermektedir. Tablo 4.16’da ise deney grubuna ait YDBT bilgi, beceri ve yetkinlik puanlarının sınıf düzeyi açısından karşılaştırılmasına ilişkin Mann Whitney-U testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 4.16. Sınıf düzeyine göre Son Test YDBT Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular

Yeterlilik	Sınıf	N	Sıra $\bar{X}$	U	Z	p
Bilgi	11	39	35,06	587,5	-1,23	,22
	12	36	41,18			
Beceri	11	39	41,46	567,0	-1,44	,15
	12	36	34,25			
Yetkinlik	11	39	37,15	669,0	-,35	,72
	12	36	38,92			

Tablo 4.16’da görüldüğü üzere sınıf bazında bilgi, beceri ve yetkinlik puanlarının karşılaştırılmasında <,05 düzeyinde anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır. Bu durumda, YDBT’den alınan bilgi, beceri ve yetkinlik puanlarının sınıf bazına göre anlamlı bir farklılık göstermediği söylenebilir. YDBT’de ölçülen her bir yeterlilikten alınan puanlar sınıf düzeylerine göre karşılaştırılmış ve Tablo 4.17’de sunulmuştur.

Tablo 4.17. Sınıf Düzeyine Göre Her Bir Yeterliliğe İlişkin Puanın Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular

Yeterlilik	Sınıf	N	Sıra $\bar{X}$	U	Z	p
Y1	11	39	33,95	544,0	-1,71	,088
	12	36	42,39			
Y2	11	39	40,77	594,0	-1,17	,244
	12	36	35,00			
Y3	11	39	40,58	601,5	-1,09	,278
	12	36	35,21			
Y4	11	39	42,10	542,0	-1,73	,083
	12	36	33,56			
Y5	11	39	42,86	512,5	-2,12	,034
	12	36	32,74			
Y6	11	39	38,38	687,0	-0,17	,869
	12	36	37,58			
Y7	11	39	36,74	653,0	-0,54	,588
	12	36	39,36			
Y8	11	39	38,38	687,0	-0,16	,871
	12	36	37,58			
Y9	11	39	36,86	657,5	-0,49	,622
	12	36	39,24			
Y10	11	39	35,95	622,0	-0,89	,376
	12	36	40,22			

Tablo 17’de görüldüğü üzere Y5 kodlu yeterlilikten alınan puan dışında diğer yeterliliklerden alınan puanların sınıf düzeyleri bakımından karşılaştırılmasında $<.05$ düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Y5 kodlu yeterlilikten alınan puanların karşılaştırılmasında ise $<.05$ düzeyinde ($p = ,03$) ve 11. Sınıflar lehine (Sıra $\bar{X}$ 42,86>32,74) anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Tablo 4.13’te yer alan ortalama puanlar incelendiğinde Y5 kodlu yeterlilikte YDBT’de 11. Sınıfların ($\bar{X}=6,47$), 12. Sınıflara göre ($\bar{X}=5,28$) daha başarılı olduğu söylenebilir.

Nesnelerin interneti öğretim programının, farklı mesleki alanlarda okuyan öğrencilerin, nesnelerin interneti yeterliliklerine ulaşmasını ne düzeyde karşıladığına ilişkin araştırma sorusunu (2c) yanıtlamak üzere nesnelerin interneti öğretimine katılan öğrencilerin (Deney grubu) YDBT puanları, öğrencilerin okudukları mesleki alanlar bazında karşılaştırılmıştır. Test yöntemi olarak ikiden fazla grupları karşılaştırmakta kullanılan parametrik olmayan test yöntemi Kruskal Wallis kullanılmıştır. Bu karşılaştırmadan elde edilen bulgular Tablo 4.18’de sunulmuştur.

Tablo 4.18. Alan Grupları ile Son Test YDBT Puanlarının Karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Testine İlişkin Bulgular

Grup		N	Sıra $\bar{X}$	sd	Ki-kare	p	Fark
	Bilişim Tek.	22	29,84				
Alan	Endüstriyel Otomasyon Tek.	10	47,70	2	5,42	,07	---
	Elektrik Elektronik Tek.	43	39,92				

Tablo 4.18’de görüldüğü üzere karşılaştırma testi sonucunda p değeri $>.05$ düzeyinde bulunmuştur. Bu durum, nesnelerin interneti öğretim programını alan ve farklı mesleki alanlarda okuyan öğrencilerin aldıkları YDBT puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığını göstermektedir. Tablo 4.19’da deney grubu YDBT puanının, alan bazında gerçekleştirilen betimsel istatistik sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4.19. Alan Bazında Deney Grubu Son Test YDBT Puanına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları

Yeterlilik	Alan	N	Minimum	Maksimum	$\bar{X}$	Sd
Tümü	Bilişim Tek.	22	28	70	49,77	14,94
	Elek. – Elo. Tek.	43	30	88	57,02	16,91
	End. Otomasyon Tek.	10	35	85	63,60	16,63
Bilgi	Bilişim Tek.	22	5	25	16,36	4,98
	Elek. – Elo. Tek.	43	10	28	19,94	5,25
	End. Otomasyon Tek.	10	18	28	22,50	4,86
Beceri	Bilişim Tek.	22	18	48	29,32	8,53
	Elek. – Elo. Tek.	43	8	60	38,66	14,17
	End. Otomasyon Tek.	10	23	55	39,50	11,48
Yetkinlik	Bilişim Tek.	22	0	25	11,93	7,90
	Elek. – Elo. Tek.	43	0	23	10,93	6,12
	End. Otomasyon Tek.	10	3	23	13,25	6,02
Y1	Bilişim Tek.	22	3	20	12,05	4,48
	Elek. – Elo. Tek.	43	8	20	13,78	3,83
	End. Otomasyon Tek.	10	10	20	15,50	3,69
Y2	Bilişim Tek.	22	0	10	3,64	3,06
	Elek. – Elo. Tek.	43	0	15	8,90	3,71
	End. Otomasyon Tek.	10	3	13	8,25	2,90
Y3	Bilişim Tek.	22	3	13	5,00	2,56
	Elek. – Elo. Tek.	43	3	15	9,13	3,74
	End. Otomasyon Tek.	10	3	13	7,75	3,99
Y4	Bilişim Tek.	22	3	15	10,68	4,24
	Elek. – Elo. Tek.	43	0	18	10,41	4,36
	End. Otomasyon Tek.	10	8	15	11,00	3,16
Y5	Bilişim Tek.	22	3	8	5,91	1,45
	Elek. – Elo. Tek.	43	0	10	5,70	2,90
	End. Otomasyon Tek.	10	3	10	6,75	2,09
Y6	Bilişim Tek.	22	0	8	4,32	2,80
	Elek. – Elo. Tek.	43	0	10	6,16	2,96
	End. Otomasyon Tek.	10	3	10	7,00	2,58
Y7	Bilişim Tek.	22	0	8	4,09	3,32
	Elek. – Elo. Tek.	43	0	8	4,53	2,52
	End. Otomasyon Tek.	10	3	8	5,75	2,06
Y8	Bilişim Tek.	22	0	10	5,45	3,83
	Elek. – Elo. Tek.	43	0	10	4,42	2,93
	End. Otomasyon Tek.	10	0	10	5,75	3,34
Y9	Bilişim Tek.	22	0	8	2,84	2,92
	Elek. – Elo. Tek.	43	0	8	3,08	2,24
	End. Otomasyon Tek.	10	0	8	3,25	2,37
Y10	Bilişim Tek.	22	0	8	3,64	2,41
	Elek. – Elo. Tek.	43	0	8	3,43	2,56
	End. Otomasyon Tek.	10	0	8	4,25	2,37

Tablo 4.20’de ise deney grubuna ait YDBT bilgi, beceri ve yetkinlik puanlarının alan bazında karşılaştırılmasına ilişkin Mann Whitney-U testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 4.20. YDBT Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Son Test Puanlarının Alan Bazında Karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Testine İlişkin Bulgular

Yeterlilik	Alan	N	Sıra $\bar{X}$	sd	Ki-kare	p	Fark
Bilgi	Bilişim Tek.	22	26,70				
	End. Otomasyon Tek.	10	50,40	2	10,08	,01	1<2
	Elektrik Elektronik Tek.	43	40,90				1<3
Beceri	Bilişim Tek.	22	26,48				
	End. Otomasyon Tek.	10	44,25	2	8,79	,01	1<2
	Elektrik Elektronik Tek.	43	42,44				1<3
Yetkinlik	Bilişim Tek.	22	38,68				
	End. Otomasyon Tek.	10	36,15	2	1,23	,54	---
	Elektrik Elektronik Tek.	43	44,45				

* P<,05: Kriterler: 1: Bilişim Tek., 2: Elek-Elo. Tek., 3: End. Otomasyon Tek.

Tablo 4.20’de görüldüğü üzere alan bazında YDBT bilgi puanının karşılaştırılmasında <,05 düzeyinde anlamlı bir farklılık (p=,01) elde edilmiştir. Elde edilen farkın kaynağının tespit edilebilmesi amacıyla kruskall Wallis 1-way anova testi uygulanmıştır. Buna göre YDBT’den alınan bilgi puanında Bilişim Teknolojileri Alanı öğrencilerinin ($\bar{X}$ =16,36), Endüstriyel Otomasyon ($\bar{X}$ =22,50) ve Elektrik Elektronik Teknolojileri alanı ($\bar{X}$ =19,94) öğrencilerine göre daha az başarılı olduğu söylenebilir. YDBT beceri puanının karşılaştırılmasında ise <,05 düzeyinde anlamlı bir farklılık (p=,01) elde edilmiştir. Farkın kaynağının tespit edilebilmesi amacıyla kruskall Wallis 1-way anova testi uygulanmıştır. Buna göre YDBT’den alınan beceri puanında Bilişim Teknolojileri Alanı öğrencilerinin ($\bar{X}$ =29,32), Endüstriyel Otomasyon ($\bar{X}$ =39,50) ve Elektrik Elektronik Teknolojileri alanı ($\bar{X}$ =38,66) öğrencilerine göre daha az başarılı olduğu söylenebilir. YDBT yetkinlik puanının karşılaştırılmasında ise <,05 düzeyinde anlamlı bir farklılığa (p=,54) rastlanmamıştır. YDBT’nde nesnelerin interneti yeterlilik çerçevesindeki her bir yeterliliğe ilişkin alınan puanların alan bazında karşılaştırılması Tablo 4.21’de görülebilir. Bu tabloya göre her bir yeterlilikten alınan puanların alanlara göre karşılaştırılmasında, <,05 düzeyinde Y2 (p = ,00), Y3 (p = ,00) ve Y6 (p = ,02) yeterliliklerinde anlamlı bir fark elde edilmiştir. Diğer yeterliliklerde <,05 düzeyinde anlamlı bir fark bulunamamıştır. Elde edilen farkların kaynağının tespit edilebilmesi amacıyla kruskall Wallis one-way anova testi uygulanmıştır. Buna göre Tablo 4.18’de verilen ortalama puanlar incelendiğinde Y2 “FPP kullanarak temel seviyede programlama uygulamaları yapar” yeterliliğinde Bilişim Teknolojileri Alanı öğrencilerinin ($\bar{X}$ =3,64), Endüstriyel Otomasyon ($\bar{X}$ =8,25) ve Elektrik Elektronik Teknolojileri alanı ($\bar{X}$ =8,90) öğrencilerine göre daha az başarılı olduğu görülmektedir. Y3 “FPP ve çevre birimlerini (Giriş-çıkış donanımları) kullanarak uygulamalar yapar.” Yeterliliğinde ise Bilişim Teknolojileri Alanı öğrencilerinin ($\bar{X}$ =5,00), Elektrik Elektronik

Teknolojileri alanı ($\bar{X}=9,13$) öğrencilerine göre daha az başarılı olduğu görülmektedir. Son olarak Y6 “Nesnelerin interneti (IoT) kavramını ve çalışma mantığını açıklar.” yeterliliğinde Bilişim Teknolojileri Alanı öğrencilerinin ($\bar{X}=4,32$), Endüstriyel Otomasyon ($\bar{X}=7,00$) ve Elektrik Elektronik Teknolojileri alanı ($\bar{X}=6,16$) öğrencilerine göre daha az başarılı olduğu söylenebilir.

Tablo 4.21. Alan Gruplarının Her Bir Yeterliliğe İlişkin Puanın Karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Testine İlişkin Bulgular

Yeterlilik	Alan	N	Sıra $\bar{X}$	sd	Ki-kare	p	Fark
Y1	Bilişim Tek.	22	31,50				
	Elek-Elo. Tek.	43	38,97	2	4,36	,11	---
	End. Otomasyon Tek.	10	48,15				
Y2	Bilişim Tek.	22	19,16				
	Elek-Elo. Tek.	43	46,34	2	24,21	,00*	1<2
	End. Otomasyon Tek.	10	43,60				1<3
Y3	Bilişim Tek.	22	22,48				
	Elek-Elo. Tek.	43	45,73	2	17,20	,00*	1<2
	End. Otomasyon Tek.	10	38,90				
Y4	Bilişim Tek.	22	38,75				
	Elek-Elo. Tek.	43	37,14	2	,19	,91	---
	End. Otomasyon Tek.	10	40,05				
Y5	Bilişim Tek.	22	37,20				
	Elek-Elo. Tek.	43	36,59	2	1,65	,44	---
	End. Otomasyon Tek.	10	45,80				
Y6	Bilişim Tek.	22	28,20				
	Elek-Elo. Tek.	43	40,90	2	7,44	,02*	1<2
	End. Otomasyon Tek.	10	47,10				1<3
Y7	Bilişim Tek.	22	35,70				
	Elek-Elo. Tek.	43	37,16	2	2,05	,36	---
	End. Otomasyon Tek.	10	46,65				
Y8	Bilişim Tek.	22	41,43				
	Elek-Elo. Tek.	43	34,95	2	2,13	,35	---
	End. Otomasyon Tek.	10	43,55				
Y9	Bilişim Tek.	22	35,50				
	Elek-Elo. Tek.	43	38,76	2	,49	,78	---
	End. Otomasyon Tek.	10	40,25				
Y10	Bilişim Tek.	22	37,75				
	Elek-Elo. Tek.	43	36,64	2	1,12	,57	---
	End. Otomasyon Tek.	10	44,40				

* P<,05; Kriterler: 1: Bilişim Tek., 2: Elek-Elo. Tek., 3: End. Otomasyon Tek.

4.1.3.2. Öğrenci Projelerini Değerlendirme Formuna (ÖPDF) ilişkin bulgular

ÖPDF ile öğrencilerin nesnelerin interneti öğretimi boyunca geliştirdikleri projeler, projenin konusu, prototip ve projenin sunumu boyutlarıyla değerlendirilmiştir.

Değerlendiriciler iki sektörel ve beş akademisyen olmak üzere yedi kişilik bir ekipten oluşmaktadır. Değerlendiriciler, EK-2’de verilen ÖPDF’da yer alan her bir maddeyi, bir ile beş arasında puanlamışlardır. Bulgular, projelerin her maddede aldıkları puanların ortalamaları olarak sunulmuştur. Ortalama puanlar ise Tablo 4.22’de yer alan yorumlara karşılık gelmektedir.

Tablo 4.22. ÖPDF Ortalama Puan Aralıklarına Karşılık Gelen İfadeler

Puan aralığı	İfade
4,51 – 5,00	Görev / durum <i>tüm yönleri</i> ile başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.
3,51 – 4,50	Görev / durum <i>oldukça</i> başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.
2,51 – 3,50	Görev / durum <i>kısmen</i> başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.
1,51 – 2,50	Görev / durum <i>çok az bir kısmı</i> başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.
1,00 – 1,50	Görev / durum <i>hiçbir yönü</i> ile başarılı olamamıştır.

Öğrencilerin geliştirdikleri nesnelerin interneti projelerinin, üretilen projelerin konusu açısından değerlendirilmesine yönelik araştırma sorusunu (3a) yanıtlamak üzere Tablo 4.23’te ÖPDF’nın proje konusunun değerlendirilmesi boyutunun altında yer alan üç maddeye verilen puanların ortalaması incelenmiştir.

Tablo 4.23. ÖPDF Proje Konusunun Değerlendirilmesi Boyutu Altında Yer Alan Ortalama Puanlar

Proje Kodu	M1	M2	M3	$\bar{X}$	Gerçekleştirilme düzeyi
T1	4,75	4,25	3,75	4,25	<i>oldukça</i> başarılı
T2	4,00	3,25	3,00	3,42	<i>kısmen</i> başarılı
T3	4,50	3,75	3,75	4,00	<i>oldukça</i> başarılı
T4	3,50	3,25	3,25	3,33	<i>kısmen</i> başarılı
T5	3,75	3,50	3,25	3,50	<i>kısmen</i> başarılı
T6	3,50	3,50	3,25	3,42	<i>kısmen</i> başarılı
T7	4,00	3,00	3,50	3,50	<i>kısmen</i> başarılı
T8	3,50	3,00	3,25	3,25	<i>kısmen</i> başarılı
T9	4,00	4,00	4,00	4,00	<i>oldukça</i> başarılı
T10	4,25	4,00	4,00	4,08	<i>oldukça</i> başarılı
T11	3,75	3,00	3,00	3,25	<i>kısmen</i> başarılı
T12	3,75	2,75	3,25	3,25	<i>kısmen</i> başarılı
T13	4,25	3,75	3,75	3,92	<i>oldukça</i> başarılı
T14	4,25	3,50	4,25	4,00	<i>oldukça</i> başarılı
T15	4,25	3,75	3,25	3,75	<i>oldukça</i> başarılı
T16	4,25	4,50	4,25	4,33	<i>oldukça</i> başarılı
T17	5,00	3,67	4,00	4,22	<i>oldukça</i> başarılı
T18	4,25	3,50	3,75	3,83	<i>oldukça</i> başarılı
T19	4,25	3,50	3,50	3,75	<i>oldukça</i> başarılı
T20	4,75	3,50	4,00	4,08	<i>oldukça</i> başarılı
T21	3,25	3,25	3,50	3,33	<i>kısmen</i> başarılı

Tablo 4.23'te görüldüğü üzere 21 proje takımının 9'u (%42,5) projenin konusu boyutunda yapılan değerlendirmede “kısmen başarılı” bulunmuş, 12 proje takımı ise (%57,5) “oldukça başarılı” bulunmuştur.

Öğrencilerin geliştirdikleri projelerin, prototip açısından değerlendirilmesine ilişkin (3b) araştırma sorusunu yanıtlamak üzere, Tablo 4.24'te, ÖPDF prototipin değerlendirilmesi boyutunun altında yer alan yedi maddeye verilen puanların ortalaması incelenmiştir.

Tablo 4.24. ÖPDF Prototipin Değerlendirilmesi Boyutunda Yer Alan Ortalama Puanlar

Proje Kodu	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	$\bar{X}$	Gerçekleştirilme düzeyi
T1	4,25	5,00	4,75	4,5	4,25	4,75	4,75	4,61	tüm yönleri ile başarılı
T2	3,50	3,00	3,75	3,25	3,50	3,25	3,25	3,36	kısmen başarılı
T3	5,00	5,00	4,50	4,75	4,50	4,75	4,50	4,71	tüm yönleri ile başarılı
T4	3,75	3,50	3,75	3,50	3,50	3,50	3,25	3,54	oldukça başarılı
T5	3,75	4,00	3,75	4,25	3,50	3,75	3,75	3,82	oldukça başarılı
T6	3,75	3,75	4,00	3,75	3,50	4,25	3,75	3,82	oldukça başarılı
T7	4,00	3,50	3,50	4,00	3,75	4,00	3,75	3,79	oldukça başarılı
T8	3,25	3,50	3,00	3,00	3,00	3,50	3,25	3,21	kısmen başarılı
T9	4,50	4,75	4,50	4,25	3,75	4,75	4,50	4,43	oldukça başarılı
T10	4,25	4,50	4,25	4,50	3,50	4,50	4,25	4,25	oldukça başarılı
T11	3,50	4,25	3,50	3,50	3,50	3,75	3,50	3,64	oldukça başarılı
T12	3,00	4,00	3,50	3,75	3,25	3,75	4,00	3,61	oldukça başarılı
T13	4,25	4,25	4,75	3,75	3,75	4,75	4,25	4,25	oldukça başarılı
T14	4,25	4,00	3,75	4,00	3,75	4,00	4,25	4,00	oldukça başarılı
T15	4,00	4,00	4,25	4,25	3,50	3,75	3,75	3,93	oldukça başarılı
T16	4,25	4,50	4,75	4,25	3,75	4,50	5,00	4,43	oldukça başarılı
T17	4,67	5,00	5,00	4,67	4,00	4,33	4,67	4,62	tüm yönleri ile başarılı
T18	4,75	4,50	4,25	4,25	3,75	4,00	4,00	4,21	oldukça başarılı
T19	4,25	4,50	4,75	4,00	4,00	4,50	4,50	4,36	oldukça başarılı
T20	5,00	5,00	4,75	4,25	3,75	5,00	5,00	4,68	tüm yönleri ile başarılı
T21	4,00	4,50	4,50	4,00	3,75	3,75	3,75	4,04	oldukça başarılı

Tablo 4.24'te görüldüğü üzere prototipin değerlendirilmesi boyutunda 21 projeden 2'si (%9,5) “kısmen başarılı”, 15 proje (%71,5) “oldukça başarılı” ve 4 proje ise (%19) “tüm yönleri ile başarılı” bulunmuştur.

Öğrencilerin geliştirdikleri nesnelerin interneti projelerinin, projelerini sunma açısından değerlendirilmesine ilişkin araştırma sorusunu (3c) yanıtlamak üzere, Tablo 4.24'te, ÖPDF projenin sunumu boyutunun altında yer alan üç maddeye verilen puanların ortalaması incelenmiştir.

Tablo 4.25. ÖPDF Proje Sunumunun Değerlendirilmesi Boyutu Altında Yer Alan Ortalama Puanlar

Proje Kodu	M1	M2	M3	$\bar{X}$	Gerçekleştirilme düzeyi
T1	4,00	4,50	4,25	4,25	oldukça başarılı
T2	3,50	3,25	4,00	3,58	oldukça başarılı
T3	4,25	4,50	4,25	4,33	oldukça başarılı
T4	3,50	3,75	3,75	3,67	oldukça başarılı
T5	3,75	4,00	4,25	4,00	oldukça başarılı
T6	3,75	3,75	4,00	3,83	oldukça başarılı
T7	3,75	4,50	4,25	4,17	oldukça başarılı
T8	3,50	3,75	4,50	3,92	oldukça başarılı
T9	4,00	4,50	4,50	4,33	oldukça başarılı
T10	3,75	4,50	4,50	4,25	oldukça başarılı
T11	3,50	4,50	4,25	4,08	oldukça başarılı
T12	3,00	4,50	4,00	3,83	oldukça başarılı
T13	4,75	4,00	4,50	4,42	oldukça başarılı
T14	4,25	4,25	4,25	4,25	oldukça başarılı
T15	4,00	4,25	4,50	4,25	oldukça başarılı
T16	4,00	4,75	4,50	4,42	oldukça başarılı
T17	4,33	5,00	4,67	4,67	tüm yönleri ile başarılı
T18	4,25	4,00	4,50	4,25	oldukça başarılı
T19	4,00	4,50	4,25	4,25	oldukça başarılı
T20	4,25	4,75	4,75	4,58	tüm yönleri ile başarılı
T21	3,75	3,75	4,25	3,92	oldukça başarılı

Tablo 4.25’te görüldüğü üzere prototipin değerlendirilmesi boyutunda 21 projeden 19’u (%91,5) proje sunumu boyutunda “oldukça başarılı” bulunurken 2 proje (%9,5) “tüm yönleri ile başarılı” bulunmuştur.

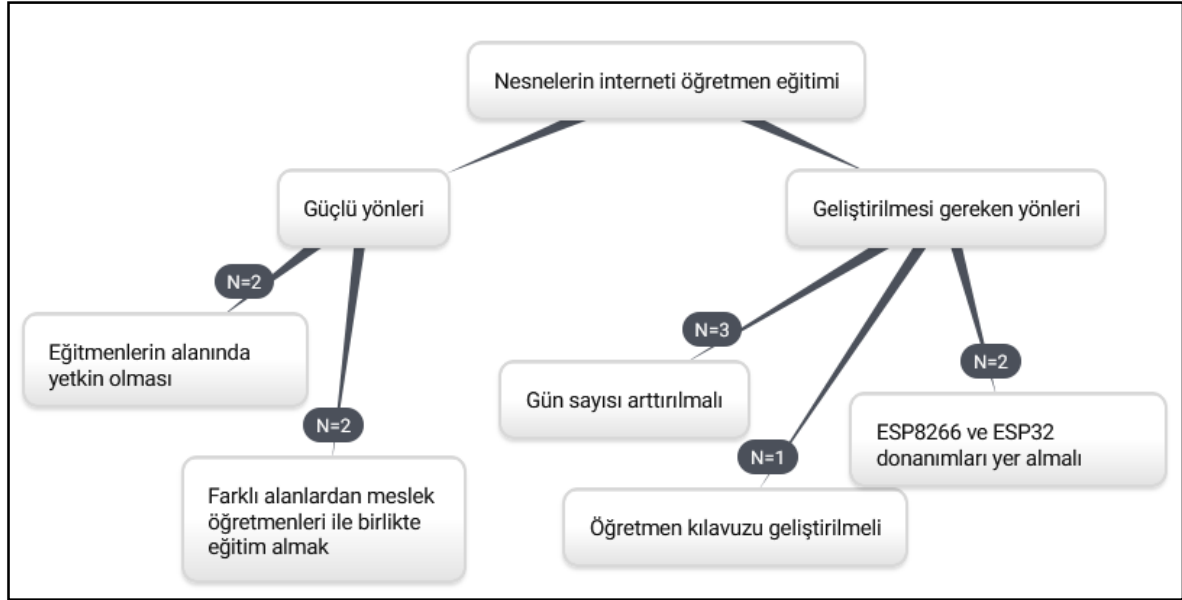
4.1.3.3. Nitel veri toplama araçlarına ilişkin bulgular

Çalışmada nitel veriler içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Araştırma sorularını yanıtlamak üzere öğretmenler (N=6) ve öğrenciler (N=21) ile gerçekleştirilen görüşmeler ve program gözlem formundan elde edilen veriler, kodlar ve temalar eşliğinde sunulmuştur. Bulguların sunumunda bir katılımcının vermiş olduğu cevaplar birden fazla kod içerebilmektedir.

Nesnelerin interneti öğretim programı öncesi, öğretmenlere verilen eğitime ilişkin bulgular

Öğretmenlerin, nesnelerin interneti öğretim programı öncesi aldıkları eğitim hakkındaki görüşlerine ilişkin araştırma sorusunu (4a) yanıtlamak üzere, öğretmenler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede yöneltilen “Nesnelerin interneti programı öncesi aldığınız

hizmet içi eğitim hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Sizce yeterli miydi? Eksik yönleri varsa nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlar, kodlar ve frekansları, kodların kümelendiği temalar ile birlikte Şekil 4.3’te sunulmuştur.



* N = 6

Şekil 4.3. Öğretmenlerin Program Öncesi Aldıkları Eğitime İlişkin Görüşleri

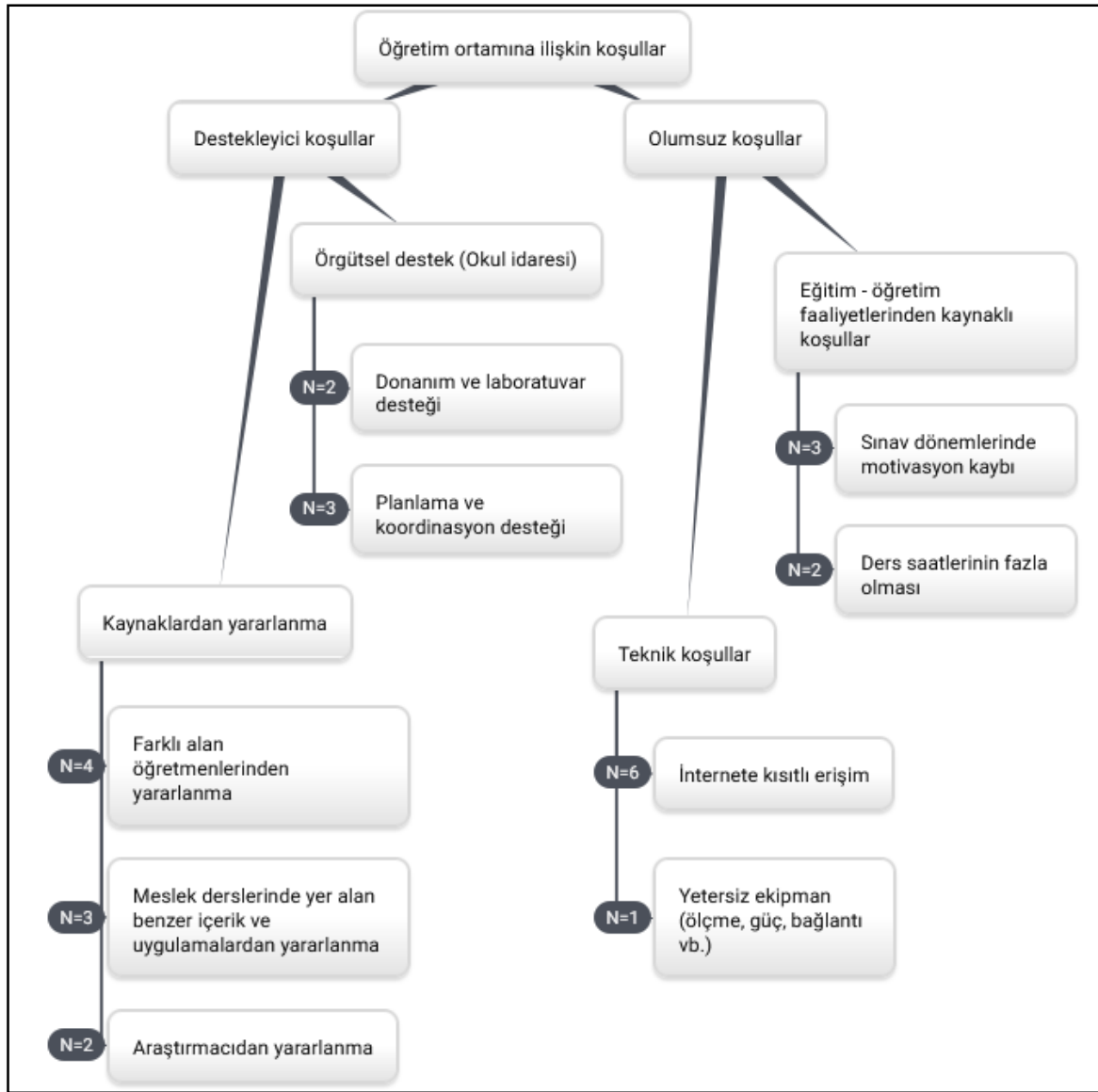
Şekil 4.3’te görüldüğü üzere verilerden elde edilen kodlar, eğitimin “güçlü yönleri” ve “geliştirilmesi gereken yönleri” olarak iki farklı tema içerisinde toplanmaktadır. Nesnelerin interneti öğretiminin güçlü yönleri teması altında “eğitmenlerin alanında yetkin olması (N=2)” ve “farklı alanlardan meslek öğretmenleri ile birlikte eğitim almak (N=2)” kodları yer almıştır. Gün sayısının arttırılması (N=3), ESP8266 ve ESP32 donanımlarına da yer verilmesi (N=2) ve program kılavuzunun geliştirilmesi (N=1), “geliştirilmesi gereken yönler” teması altında kodlanmıştır. Bu konu ile ilgili olarak UYG2 kodlu öğretmen *“IoT ile ilgili ufukumuzun açılmasına yardımcı oldu. Yapılan uygulamalar kendi içinde yeterliydi. Eğer hizmet içi gün sayısının arttırılmasında sakınca yoksa gün arttırılıp farklı donanımlarla daha fazla IoT uygulaması yapılabilir.”* Yorumunda bulunmuştur.

Meslek liselerindeki öğretim ortamının, nesnelerin interneti öğretim programının uygulama sürecine etkilerine ilişkin bulgular

Meslek liselerindeki öğretim ortamının, nesnelerin interneti öğretim programının uygulama sürecine etkilerini incelemek üzere, öğretmen görüşleri (4b) ve program gözlem formundan edinilen veriler analiz edilmiştir.

İlk olarak, öğretmenler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede “Nesnelerin interneti öğretim programının uygulanmasında okulunuzdaki öğretim ortamının herhangi bir olumlu/olumsuz etkisi oldu mu? Olduysa açıklayınız.” sorusuna verilen yanıtlar kod ve frekansları, kodların kümelendiği temalar ile birlikte Şekil 4.4’te sunulmuştur. Buna göre öğretmen değerlendirmelerinden elde edilen veriler, “destekleyici koşullar” ve “olumsuz koşullar” olarak iki farklı tema altında kodlanmıştır. Destekleyici koşullar teması altında öğretmenlerin bir kısmı okul idaresinin öğretim ortamı ve koordinasyon konularında destek sunduğunu belirtmektedir. Planlama ve koordinasyon desteği kodunda, ders programlarının nesnelerin interneti öğretimi sürecine göre ayarlanması, öğrencilerin proje sunumu için gerekli seyahat izinlerinin alınması gibi durumlar yer almaktadır. Donanım ve laboratuvar desteği kodu altında ise bir öğretmen öğretim programında okul idaresinin, kendilerine okulda bulunan proje atölyesini tahsis ettiğini, bir öğretmen ise okul idaresi tarafından nesnelerin interneti uygulama atölyesi oluşturulduğunu ve öğretim sürecini bu atölyede gerçekleştirdiklerini belirtmişlerdir. Öğretmenlerin çoğunun (N=4) “*kaynaklardan yararlanma*” teması altına farklı alan öğretmenlerinden yararlandığı görülmektedir. Araştırmacı tarafından sunulan teknik desteğe ilişkin olarak ise iki öğretmen uygulamalarda donanımların kullanımı ile ilgili sorun yaşadıklarını ve araştırmacıdan görüntülü konuşma, mail ve mesajlaşma yolu ile teknik destek aldıklarını belirtmişlerdir.

Olumsuz koşullar teması, teknik koşullar ve eğitim-öğretim faaliyetlerinden kaynaklı koşullar olmak üzere iki alt temaya ayrılmıştır. Burada öğretmenlerin tümünün öğretim boyunca internete kısıtlı erişimlerinin olduğunu vurgulamaları dikkat çekicidir. Ayrıca öğretmenlerin yarısı öğrencilerde sınav dönemlerinde bir motivasyon kaybı oluştuğunu belirtmektedirler.



* N = 6

Şekil 4.4. Meslek Liselerindeki Öğretim Ortamının Programa Etkisine Yönelik Öğretmen Görüşleri

İkinci olarak ise araştırmacının eğitimci olarak görev aldığı D6 kodlu grupta, öğretim programının her haftasında, ders bitiminde aldığı notlardan oluşan “*program gözlem formu*”ndan edinilen veriler derlenmiştir. Bu formda yer alan “öğretim ortamının tasviri” ve “Öğretim ortamının işlenen derse yönelik varsa olumsuz etkileri ya da yetersiz kaldığı durumların tanımlanması” başlıkları altında toplanan veriler aşağıda sunulmuştur.

Program gözlem formunda öğretim ortamının tasviri

Program boyunca nesnelerin interneti öğretimi, Şişli MTAL Elektrik-Elektronik Teknolojileri Alanı Güvenlik Sistemleri Atölyesinde gerçekleştirilmiştir. Atölye 50 m2

kapalı bir alandan oluşmakta ve sandalye/masa düzeni olarak 21 kişilik (öğretmen dahil) bir kapasiteye sahiptir. Bu bakımdan öğretim programının uygulanması için yeterli alana sahip olduğu söylenebilir. Atölye içerisinde öğretmen bilgisayarı, projeksiyon, beyaz yazı tahtası donanımları mevcut olup ihtiyaç duyulan anlarda rahatlıkla kullanılabilmiştir. Atölyede kablolu ve kablosuz internet vardır. Ancak MEB tarafından sağlanan internet erişimi, güvenlik protokolleri nedeniyle IoT uygulamaları yapmaya izin vermemekte, Youtube gibi ihtiyaç duyulan bazı siteleri açmamaktadır. Atölyenin prefabrik bir yapı içerisinde olması nedeniyle hücresel internet erişiminde de sıklıkla sorun yaşanmıştır. İnternet erişimine ihtiyaç duyulduğunda sıkıntılarla karşılaşıldığı söylenebilir. Atölye güvenlik sistemleri olmasının sağladığı avantajla atölyenin üç farklı yerinde hazır kurulu kamera sistemi mevcut olup sürekli kayıt halindedir. Program boyunca gerçekleştirilen kayıtlar öğrencilerin izni alınarak araştırma amaçları kapsamında, gerektiğinde izlenmek üzere dijital ortamda saklanmıştır. Dersler dönem boyunca planlanan 12 haftalık zaman diliminde Çarşamba günleri saat 10:20 – 11:40 ve 12:00-13:20 olmak üzere iki blok halinde yürütülmüştür. Atölye içerisinde uygulama boyunca gerekli tüm elektronik donanım ve aletler (Güç kaynağı, bağlantı kabloları, breadboard, devre elemanları, yan keski, tornavida, havya, ölçü aleti vs.) yeterli miktarda mevcuttur. Ancak atölyede üç bilgisayarın yer alması programda yer alan bazı uygulamalarda yetersiz kalmış ve zaman kaybına yol açmıştır. Bu bakımdan atölyenin bilgisayar donanımının yetersiz olduğu söylenebilir.

Program gözlem formunda öğretim ortamının işlenen derse yönelik varsa olumsuz etkileri ya da yetersiz kaldığı durumların tanımlanması

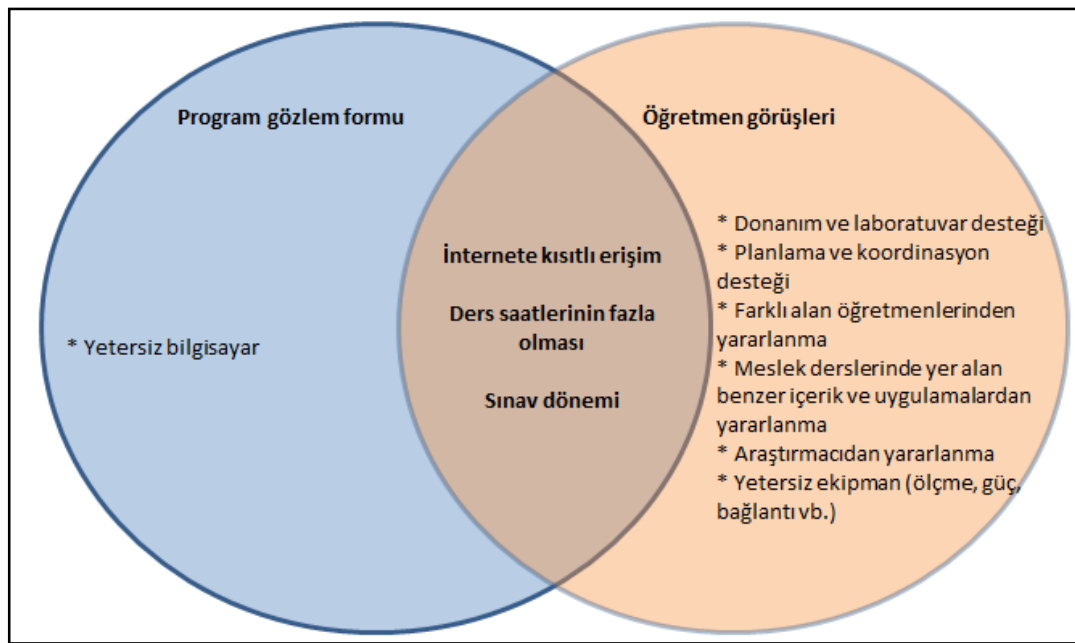
Program gözlem formunda bu başlık altında alınan notların analizinde öğretim ortamının programın işleyişine yönelik Tablo 4.26’da yer alan durumların ortaya çıktığı görülmektedir.

Tablo 4.26. Öğretim Ortamının İşlenen Derse Yönelik Varsa Olumsuz Etkileri Ve Yetersiz Kaldığı Durumların Haftalara Göre Raporlanması

[illegible]

Tablo 4.26’da görüldüğü üzere beşinci haftadan itibaren ders saatlerinin fazla olması ve sınav dönemlerinin öğrenciler üzerinde olumsuz bir etki yarattığı raporlanmıştır. Ayrıca uygulama süreçlerinde öğrencilerin ihtiyaç duyduğu bilgisayar sayısının yetersiz kaldığı raporlanmıştır. Proje geliştirme sürecinde ise bilgisayar paylaşımı takımların kullanımına göre planlandığından 8. haftadan sonra sorun aşılmıştır. İnternet erişiminde yaşanan kısıtlılıklar ise tüm program boyunca devam etmiş bazı haftalarda ise önemli zaman kaybına yol açmıştır.

Öğretmen görüşmelerinden (Şekil 4.4) ve program gözlem formundan (Tablo 4.26) elde edilen veriler birlikte incelendiğinde, ortak ve ayrışan temalar Şekil 4.5’te görülebilir.



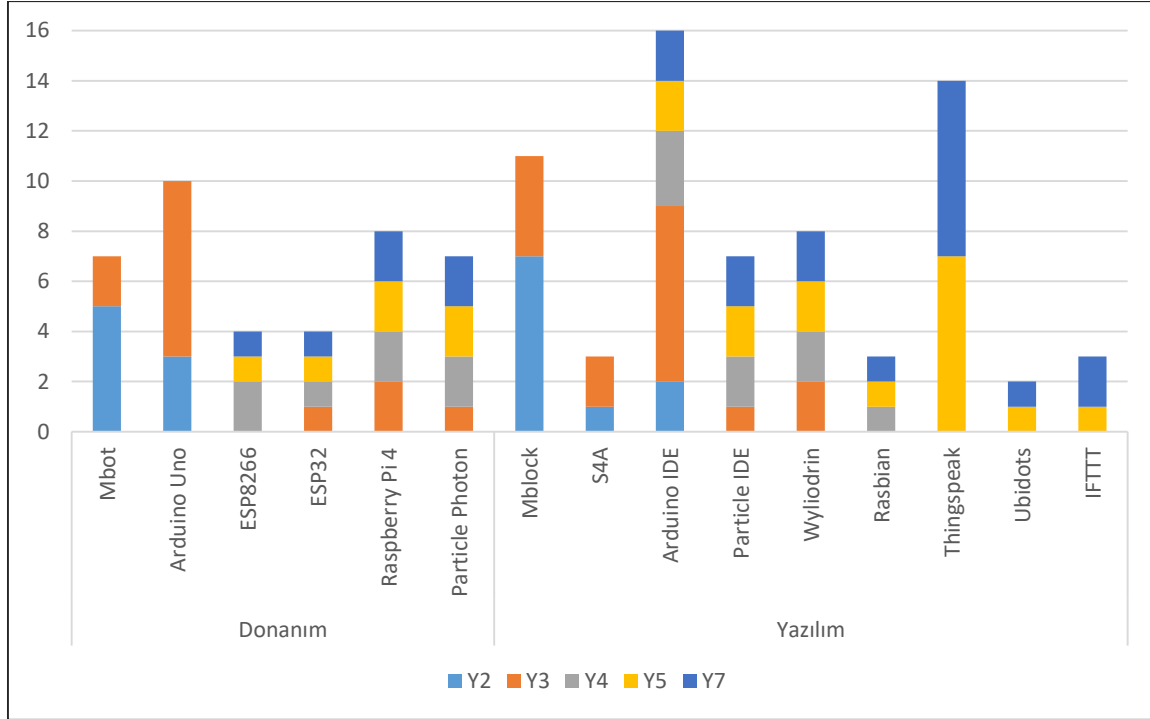
Şekil 4.5. Öğretmen Görüşleri Ve Program Gözlem Formunda Ortak ve Ayrışan Temalar

Nesnelerin interneti öğretim programında kullanılan fiziksel programlama platformları ve uygulamalarına ilişkin bulgular

Nesnelerin interneti öğretim programında kullanılan fiziksel programlama platformlarını incelemek üzere öğretmen (4c) ve öğrenci (4d) değerlendirmeleri ile birlikte program gözlem formundan elde edilen veriler analiz edilmiştir.

İlk olarak, Çalışmada “4c Nesnelerin interneti öğretim programının uygulama aşamaları ve proje süreçlerinde kullanılan fiziksel programlama platformları hakkında öğretmen değerlendirmeleri nelerdir?” Araştırma sorusu kapsamında öğretmenler ile gerçekleştirilen

yarı yapılandırılmış görüşmede “Nesnelerin interneti öğretim programının uygulama aşamalarında hangi fiziksel programlama platformlarını kullandınız? Bu platformlar hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?” sorusu yöneltilmiştir. Şekil 4.6’da öğretmenlerin, beceri ile ilgili yeterliliklerinin öğretiminde tercih ettikleri donanım ve yazılımlar sunulmuştur.



Şekil 4.6. Beceri İle İlgili Yeterliliklerin Öğretiminde, Öğretmenlerin Tercih Ettikleri FPP Donanım Ve Yazılımları

Şekil 4.6’da görüldüğü üzere en çok tercih edilen donanım Arduino Uno (N=10) geliştirme kartıdır. “FPP kullanarak temel seviyede programlama uygulamaları yapar” (Y2) ve “FPP’unu çevrimiçi ortamlara bağlamak için gerekli ayarları yapar” (Y3) yeterliliklerin öğretiminde çoğunlukla Arduino Uno ve MBot donanımlarının kullanıldığı görülmektedir. Ancak, IoT uygulamalarının gerçekleştirildiği becerilerde (Y4, Y5, Y7) farklı geliştirme kartlarının kullanıldığı görülmektedir. Burada, Raspberry Pi 4 ve Particle Photon geliştirme kartlarının diğerlerine göre daha fazla (N=8, N=7) tercih edildiği ve daha fazla yeterliliğin (Y3, Y4, Y5, Y7) öğretiminde kullanıldığı görülmektedir. Bunun temel nedeni Arduino Uno ve MBot donanımlarının internet erişimi olmaması dolayısıyla IoT uygulamaları için tercih edilmemesi olabilir. Yazılım geliştirme platformu olarak ise tüm beceri ile ilgili yeterliliklerin kullanımında ve en fazla sayıda tercih edilen platform Arduino IDE (N=16) olduğu görülmektedir. ESP8266 donanımının Arduino IDE üzerinde çalışması ve IT

uygulamalarına imkân vermesi, Arduino IDE platformunun fiziksel programlama ve IoT uygulamalarında da kullanılabildiğini göstermektedir. Bulut tabanlı uygulamalarda ise Thingspeak en çok tercih edilen platform (N=14) olmuştur.

Tablo 4.27’de ise öğretmenlerin kullandıkları bu donanım ve yazılımlar hakkındaki değerlendirmelerinden elde edilen kodlar sunulmuştur. Program boyunca kullandıkları donanımlar ve donanım hakkındaki değerlendirmelerine ilişkin kodlar görülebilir. Görüşmeye katılan öğretmen sayısı 6 olup bir katılımcının vermiş olduğu cevaplar birden fazla kod içerebilmektedir.

Tablo 4.27. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programında Kullanılan Fiziksel Programlama Platformları Hakkında Öğretmen Görüşleri

		Değerlendirme		
Donanım	Avantaj	N	Dezavantaj	N
MBot	Eğlenceli	3	İthal olması	3
	Kolaylaştırıcı	4	Kullanım alanı sınırlı	4
	Kendi kendine öğrenebilme	2	Demode olma riski	3
Arduino Uno	Yaygın	2	Ağ bağlantısı için ayrı bir modül	3
	Uygun maliyetli	5	gerekli	
ESP8266	Uygun maliyetli	2	Bağlantı sorunları var	2
ESP32	Kolaylaştırıcı	1	Demode olma riski	1
Raspberry Pi 4	Bilgisayar gerektirmiyor	1	İthal olması	3
			Ek bilgi, beceri gerektiriyor	1
Particle Photon	Kolaylaştırıcı	2	İthal olması	2
			Türkçe içerik eksikliği	2
Yazılım				
MBlock	Eğlenceli	3	Kullanımı alanı sınırlı	4
	Kendi kendine öğrenebilme	2		
	Arduino programlanabiliyor	3		
Arduino IDE	Yaygın	5	Yeterli güncelleme yok	2
	Firmware çeşitliliği	3		
	Birçok donanım ile uyumlu	5		
Wylodrin	Blok ve Syntax kod yazabilme	1	Bağlantı sorunları	2
	Blok tabanlı ile IoT uygulaması	1		
Particle IDE	Çevrim içi cihaz programlama	1	Yabancı dil ara yüzü	
	Arduino IDE ile benzer ara yüz	1		
	Entegrasyon çeşitliliği	1		
Rasbian	Bilgisayar gerektirmiyor	1	Linux tabanlı	1
			Ek bilgi, beceri gerektiriyor	1
Bulut tabanlı yazılım				
Thingspeak	Yaygın	5	Yabancı dil ara yüz	3
	Örnek uygulama fazla	3		
	Birçok cihaz ile uyumlu	3		
Ubidots	Kolaylaştırıcı	1	Yabancı dil ara yüz	1
IFTTT	Eğlenceli	1	Yabancı dil ara yüz	1

Tablo 4.27’de öğretmenlerin program boyunca kullandıkları FPP’na ait donanım ve yazılımlar hakkındaki değerlendirmelerine ek olarak program gözlem formunda araştırmacı tarafından kullanılan FPP’ları ile ilgili görüşler kaydedilmiş ve Tablo 4.28’de sunulmuştur.

Tablo 4.28. Fiziksel Programlama Platformlarının Kullanımına İlişkin Değerlendirmelerin Raporlanması

Donanım	Değerlendirme	
	Avantaj	Dezavantaj
Arduino Uno	Yaygın	Ağ bağlantısı için ayrı bir modül gerekli
Raspberry Pi 4	Bilgisayar gerektirmiyor	Ek bilgi, beceri gerektiriyor
Particle Photon	Kolaylaştırıcı Mobil uygulamalar için uygun İnternet üzerinden programlanabilme	Türkçe içerik eksikliği
Yazılım		
S4A	Kendi kendine öğrenebilme Arduino programlanabiliyor	Kullanımı alanı sınırlı Yeterli güncelleme yok
Arduino IDE	Birçok donanım ile uyumlu	
Wylodrin	Blok tabanlı ile IoT uygulaması	Yeterli güncelleme yok Bağlantı sorunları
Particle IDE	Çevrim içi cihaz programlama Arduino IDE ile benzer ara yüz Entegrasyon çeşitliliği	Yabancı dil ara yüz
Bulut tabanlı yazılım		
Thingspeak	Yaygın Birçok cihaz ile uyumlu	Yabancı dil ara yüz
Ubidots	Kolaylaştırıcı	Yabancı dil ara yüz
IFTTT	Eğlenceli	Yabancı dil ara yüz

Şekil 4.6, Tablo 4.27 ve Tablo 4.25 birlikte incelendiğinde en çok kullanılan donanım olan Arduino Uno’nun hem öğretmenler hem program gözlem formu verilerinde “yaygın” olarak nitelendirildiği görülmektedir. Ancak Arduino Uno’nun yine her iki değerlendirmede belirtildiği üzere ağ bağlantısı için dahili bir modülü bulunmamakta, ağ içeren uygulamalar için harici bir modüle ihtiyaç duymaktadır. Blok programlama kullanılabilen donanımların tüm öğretmenler tarafından tercih edildiği görülmektedir. Nitekim, UYG5 kodlu öğretmen bu materyaller ile ilgili olarak “Mbot öğrencilerimiz arasında en büyük motivasyon kaynağı oldu. Öğrenciler ilk kez programlamanın bu kadar eğlenceli olduğunu gördüler” yorumunda bulunmuştur. UYG1 kodlu öğretmen ise yine bu tür materyaller ile ilgili olarak “Öğrenmeyi kolaylaştırıcı, ilgi çekici materyallerdi. Öğrencilerin yeni teknolojilere daha çok ilgi göstermesi materyal kullanımını ve öğrenmeyi kolaylaştırdı” değerlendirmesinde bulunmuştur. Ancak blok tabanlı uygulamalara imkân veren Wylodrin platformunun hem

öğretmenler hem de program gözlem formunda bağlantı sorunları ve yeterli güncelleme olmadığı yönünde değerlendirmeler bulunmaktadır. UYG6 kodlu öğretmen Wyliodrin ortamında birçok teknik sıkıntılarla karşılaşıldığını ve uygulamalarını Rasbian işletim sistemi üzerinden devam ettiğini belirtmiştir. Particle photon kartı ve IDE uygulamasının ise öğretmenler ve program gözlem formu tarafından ortak değerlendirilmesinde Arduino Uno kartı ile uyumlu ara yüzü ve kolaylaştırıcılığının vurgulandığı görülmektedir. Bununla birlikte bulut tabanlı yazılımlar içinde benzer yorumlarda bulunulmuştur. Burada hem öğretmenler hem de program gözlem formunda ortak olarak belirtilen bir dezavantaj ise Particle IDE, Thingspeak, Ubidots ve IFTTT yazılımlarının yabancı dil ara yüze sahip olmasıdır. UYG1 kodlu öğretmen FPP'lerinin dezavantajı ile ilgili olarak *“Kullanılan materyallerin tamamının ithal olması, materyal temin etme noktasında fiyat ve zaman açısından uzun vadede eğitim programı önünde engel oluşturabilir. Bir diğer dezavantaj teknolojinin çok hızlı gelişmesi sonucu kullanılan materyalin eğitim faaliyeti bitmeden demode olma olasılığıdır. Bunu aşabilecek şekilde eğitim programı kendini sürekli güncelleyebilecek şekilde hazırlanmalıdır”* yorumunda bulunmuştur.

FPP'ları ile ilgili olarak program gözlem formu ve öğretmen değerlendirmelerinin yanında, öğrencilerin uygulama ve proje süreçlerinde kullandıkları FPP'ları ile ilgili genel değerlendirmeleri araştırma sorusu 4d kapsamında alınmıştır. Bu bağlamda öğrencilere yöneltilen “Nesnelerin interneti öğretim programında kullandığınız fiziksel programlama platformları hakkında düşünceleriniz nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanarak, kodların kümelendiği temalar ile birlikte Şekil 4.7’de sunulmuştur. Buna göre *“kullanıma ilişkin değerlendirmeler”*, *“öğretim programı dışında kullanım”* ve *“kullanımda karşılaşılan zorluklar”* olmak üzere üç farklı tema altında gruplandığı görülmektedir. *“Kullanıma ilişkin değerlendirmeler”* teması altında, öğretmen değerlendirmeleri ile uyumlu olarak, öğrenciler “blok programlama eğlenceli (N=11)” değerlendirmesinde bulunmuştur.

“Öğretim programı dışında kullanım” teması altında öğrencilerin FPP'ları “diğer derslerde (N=8)” ve “mezun olduktan sonra kullanırım(N=8)” ifadeleri dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, *“kullanımda karşılaşılan zorluklar”* teması altında ise öğrencilerin önemli bir bölümü FPP'larının kullanımında başta zorlandıklarını (N=12), bazı öğrenciler kodlama ile ilgili kısımlarında (N=7) ve elektronik ile ilgili kısımlarda (N=3) zorluk yaşadıklarını belirtmişlerdir.



* N = 21

Şekil 4.7. Fiziksel Programlama Platformlarının Kullanımına Yönelik Öğrenci Görüşleri

Nesnelerin interneti öğretiminde, program gözlem formunda, araştırmacı tarafından atölye ortamında gerçekleştirilen uygulamalara ilişkin değerlendirmeler.

Araştırmacı, öğretim süresi boyunca gerçekleştirilen atölye uygulamalarında genel olarak karşılaşılan zorlukları program gözlem formuna raporlamıştır. Program boyunca hangi uygulamaların gerçekleştirildiği, bu uygulamalarda kullanılan FPP'ları ve çıkarsamalar ayrıntılı olarak Tablo 4.29'da sunulmuştur.

Tablo 4.29. Uygulamalarda Karşılaşılan Zorlukların Gözlenmesine İlişkin Değerlendirmeler

Uygulama adı	FPP	Değerlendirme
1	Blink Arduino Uno ve IDE Led	- Farklı donanım ve yazılımların bir arada kullanılması zaman kaybına yol açtı. - İlk uygulama için öğrencilere ağır geldi
	Blink Led Particle photon ve IDE Particle Mobile	- Bilgisayar yetersizliği yaşandı - İnternet erişimi kısıtlı olduğu için öğrenciler kendi internet paylaşımlarını yaptılar
2	Blink Arduino uno ve S4A Led	- Blok programlama uygulamalarını büyük bir ilgi ile yaptılar - Uygulama bittikten sonra farklı varyasyonlar üzerinde serbest çalıştılar.
	Blink Arduino uno, S4A, IDE Led	- İlk uygulama bu olmalıydı. - S4A ve Arduino IDE'nin aynı uygulama içerisinde yer alması çok yararlı oldu.
	Buton kontrolü Arduino uno, S4A, IDE Buton Led	- S4A sınırlı ve güncelliği eski, MBlock daha uygun duruyor. MBlock Arduino IDE ile daha uyumlu - Öğrenciler kendi bilgisayarlarını getirdiler.
3	Park sensörü Arduino uno ve IDE LCD Ekran Buzzer Mesafe Sen.	- Park sensörü uygulaması ile FPP ve çevre birimleri programlama kazanımı öğrenci seviyesi açısından uygun. - Akıllı ev otomasyonu karışık ve zor geldi.
	Akıllı ev otom. Arduino uno ve IDE Buton Sıcaklık sen. Servo motor Bluetooth Led	- IoT öğretimi içerisinde akıllı ev otomasyonu uygulaması zaman alıcı ve karmaşıklığından dolayı gereksiz. - Elektronik bölümü öğrencileri temel programlamada iyiler ancak kod satırı arttıkça hata düzeltmek zorlaşıyor.
4	Hava durumunun LCD'de gösterimi Raspberry Pi LCD Wylidrin Openwhetermap	- Wylidrin platformunda sorun çıktı ancak uygulama yine de gerçekleştirildi. - Sensör verilerinin Ubidots üzerinden izlenmesi öğrencilerin çok ilgilerini çekti - Öğrencilerin IoT kavramına bu uygulamalar ile daha çok hakim oldukları gözlemlendi
	Photon ile meteoroloji istasyonu Particle Photon ve IDE Sıcaklık ve nem sen. Basınç sen. Ubidots	- Particle photon IoT için son derece uygun. - Platformların İngilizce olması bir sorun - İnternet erişimi kısıtlı - İki uygulama aynı hafta içinde yer almamalı.
5	Sıcaklık değerini tweet atma Raspberry pi Sıcaklık sen. Wylidrin Tweeter	- Sınıf üç gruba ayrılarak her grup seçtikleri bir IoT çözümünü gerçekleştirdi. - Öğrenciler açısından çok motive edici.
	Google sheet dosyasına veri yazma Particle photon ve IDE Manyetik sensör IFTTT Google drive	- Wylidrin platformunda sorun çıktı ancak uygulama yine de gerçekleştirildi. - İnternet erişimini kısıtlı.
	Akıllı telefon ile röle kontr. Particle photon ve IDE Röle Particle Mobile	Öğrencilerin IoT uygulama becerilerinin yeterli düzeye ulaştığı gözlemlendi ancak kodlama konusunda hala önemli ölçüde dış desteğe ihtiyaç duyuyorlar.

Tablo 4.29’da görüldüğü üzere blok tabanlı kodlama uygulamaları için Arduino ve S4A bileşeninden oluşan FPP kullanılmış, öğrenciler için eğlenceli olarak raporlanmasının yanında araştırmacı tarafından kapsam olarak kod blokları, güncel sürüm vb. açılardan yetersiz görülmüştür. Metin tabanlı FPP uygulamaları için ise Arduino Uno ile birlikte Arduino IDE kullanılmıştır. Bu FPP’unun öğrenciler tarafından daha önce kullanıldığı gözlenmiş öğrencilerin uygulamalarda karşılaştıkları sorunları kendileri aşabildikleri, yardım alabilecekleri birçok örnek uygulama bulabildikleri raporlanmıştır. Ancak akıllı ev otomasyonu gibi karmaşık fiziksel bağlantı ve kod içeren uygulamalarda öğrencilerin zorlandıkları ve motivasyonlarının düştüğü belirtilmiştir.

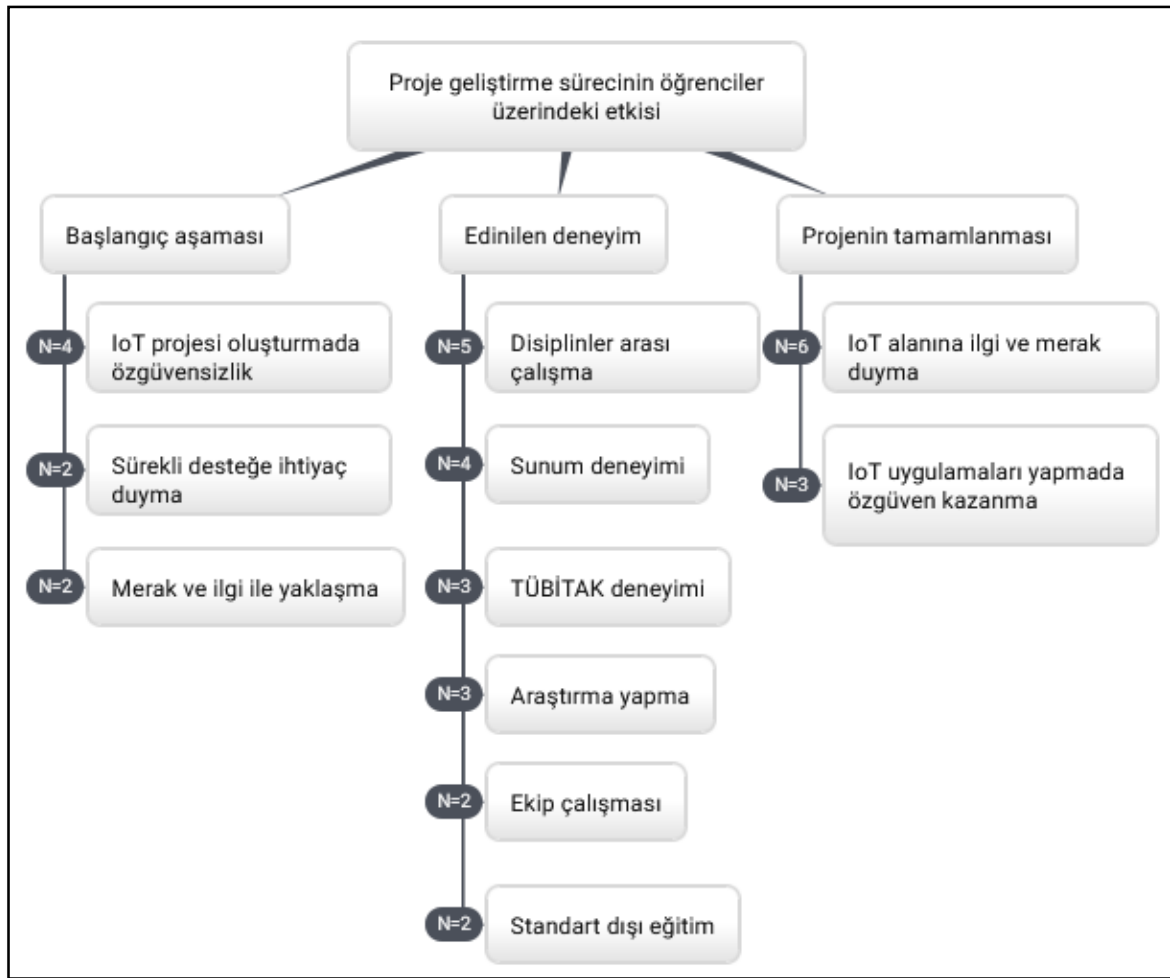
IoT uygulamaları için ise Particle Photon geliştirme kartı Particle IDE ve mobil uygulama ile birlikte kullanılmıştır. Bu FPP’unun kablosuz internet bağlantı kolaylığı, Arduino IDE ara yüzüne sahip olması ve internetten programlanabilmesi nedeniyle IoT uygulamaları için uygun olduğu ve öğrenciler tarafından kolay uyum sağlandığı araştırmacı tarafından raporlanmıştır. Ancak İngilizce ara yüze sahip olmasının uygulamalar esnasında öğrenciler açısından zorluk oluşturduğu gözlenmiştir. Wylodrin, IoT uygulamalarını blok tabanlı olarak gerçekleştirmeye imkân veren bir platformdur. Ancak uygulamalarda yazılımdan kaynaklı birçok sorun ile karşılaşmış, Wylodrin organizasyonu ile iletişime geçilerek gerekli güncellemeler ile hatalar giderilmeye çalışılsa da beklenen verim alınamamıştır.

Genel olarak ise araştırmacının eğitmen olarak yer aldığı D6 kodlu grupta gerçekleştirilen uygulamalarda, internet erişiminde kısıtlılıklar ve bilgisayar yetersizliği yaşandığı görülebilir. Bununla birlikte çoğu haftada bir ders süresince birden fazla uygulama yapılması ve farklı geliştirme kartlarının kullanılmaya çalışılmasının öğrencileri zorladığı ve zaman kaybına yol açtığı gözlenmiştir. Ayrıca Wylodrin platformunun IoT öğretiminde bir materyal olarak kullanılmasının birçok sıkıntıya neden olduğu gözlenmiştir. Uygulamalarda elektronik öğrencilerinin kodlama konusunda çok fazla dış desteğe ihtiyaç duydukları da gözlenen başka bir olgudur.

Nesnelerin interneti alanında proje geliştirme sürecinin, öğrencilere yönelik etkileri ile ilgili bulgular

Nesnelerin interneti alanında proje geliştirme sürecinin öğrencilere yönelik etkileri ile ilgili olarak araştırma soruları kapsamında öğretmen (3d), öğrenci (3e) görüşleri ve program gözlem formundan elde edilen veriler analiz edilmiştir.

İlk olarak “3.d. Nesnelerin interneti alanında proje geliştirme sürecinin öğrencilere yönelik etkisi konusunda öğretmen değerlendirmeleri nelerdir?” Araştırma sorusu kapsamında öğretmenler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede “Nesnelerin interneti alanında proje geliştirme sürecinin öğrencilerinize yönelik etkilerini değerlendiriniz.” sorusuna verilen yanıtlar kodlanarak, kodların kümelendiği temalar ile birlikte Şekil 4.8’de sunulmuştur.



* N = 6

Şekil 4.8. Nesnelerin İnterneti Alanında Proje Geliştirme Sürecinin Öğrencilere Yönelik Etkisine İlişkin Öğretmen Görüşleri

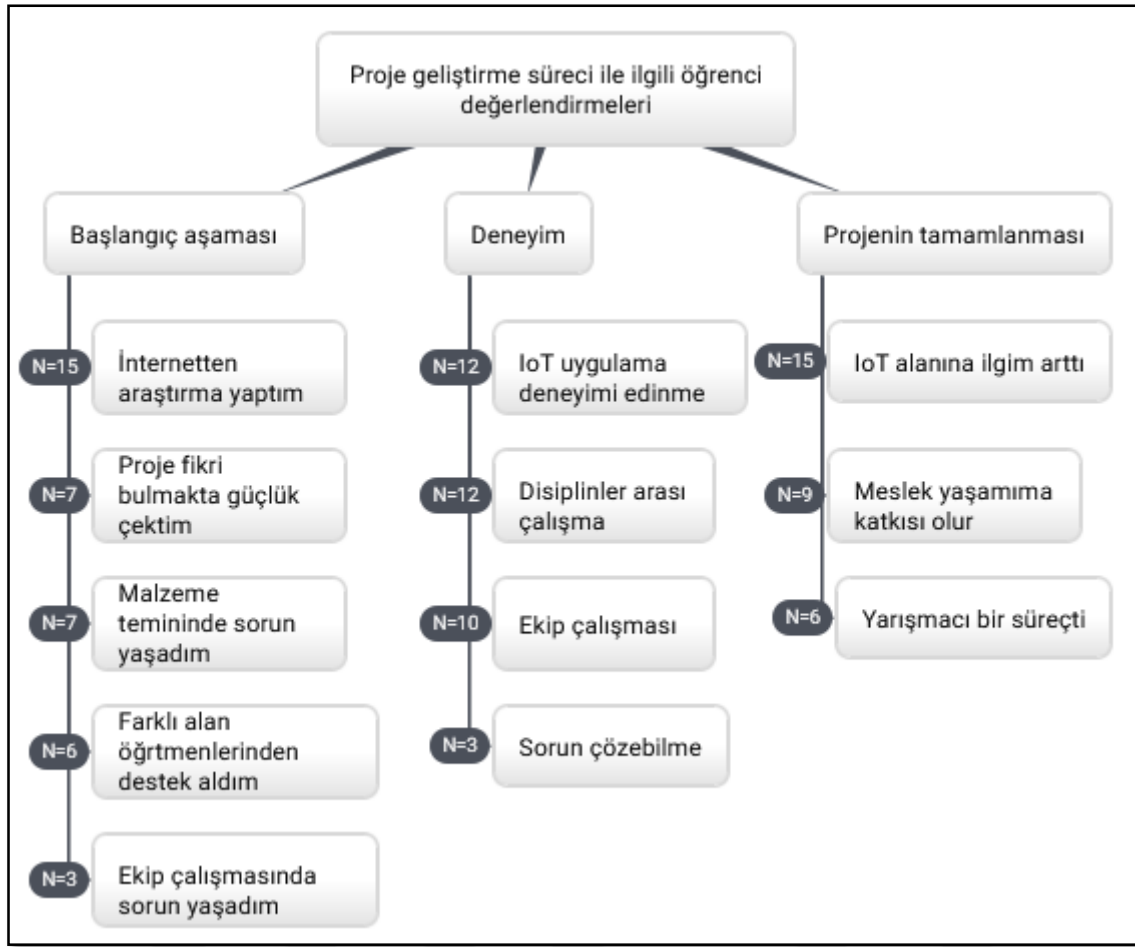
Şekil 4.8’de görüldüğü üzere öğretmenlerin değerlendirmelerinden elde edilen kodlar, proje sürecinin başlangıcında öğrencilerin tutumları, proje süreci boyunca edindikleri

deneyimler ve projenin tamamlanması sonucu öğrenci tutumları olarak kümelenmiştir. Başlangıç aşaması teması altında “Merak ve ilgi ile yaklaşma (N=2)” ile birlikte “IoT projesi oluşturmada özgüvensizlik (N=4)” kodlarının yer alması dikkat çekicidir. Bu konu hakkında UYG1 kodlu öğretmen *“Beni en zorlayan şey öğrencilerin bir şeyleri yapabileceğine ikna etmektir. Öğrenciler kendilerine çok yabancı, ilk kez karşılarına gelen problemleri çözebilme inançları yoktu. Öğrencilerle birlikte çalışarak ilerlemelerini gösterdikçe inançları artmaya başladı”* değerlendirmesinde bulunmuş UYG3 kodlu öğretmen ise *“Başlangıçta destek beklentileri çok oldu. Ancak ekip çalışmasına alıştıktan sonra proje yapmayı özellikle çağın önemli konularından biri olan IoT ile ilgili uygulamaları severek yaptılar”* şeklinde görüş belirtmiştir.

Deneyim teması altında ise öğretmenlerin çoğu “disiplinler arası çalışma (N=5)” olarak tanımlamıştır. Bununla birlikte “standart dışı eğitim (N=2)” vurgusu dikkat çekicidir. Bu konu ile ilgili olarak UYG1 kodlu öğretmen *“Öğrenciler konulara karşı son derece ilgili ve meraklıydı. Farklı eğitim ortamı kullanımı, standart eğitim faaliyetinin dışına çıkılmış olması, MEB müfredatı dışında üniversite ve TÜBİTAK ile işbirliği içinde yeni bir eğitim programı içinde bulunulması öğrencileri olumlu motive etti”* yorumunda bulunmuştur. UYG4 kodlu öğretmen ise *“Özellikle öğrencilerin uygulama aşamasında yapmış olduğu projeleri sahiplenmeleri, çalışmalarını İstanbul’da farklı okul ve öğrencilere gösterecek olmaları onları çok motive etti”* değerlendirmesinde bulunmuştur.

Projenin tamamlanması teması altında tüm öğretmenler sürecin öğrenciler açısından *“IoT alanına ilgi ve merak duyma”* olarak tanımlamışlardır. Aynı zamanda proje sürecinin başlangıcında vurgulanan özgüven eksikliği ile ilgili olarak proje sonunda *“IoT uygulamaları yapmada özgüven kazanma (N=3)”* vurgusu dikkat çekicidir. UYG5 kodlu öğretmen bu konuda *“Proje süreci öğrenciler açısından oldukça motive ediciydi. Çok büyük istekle ve özveriyle çalıştılar. Ders saatleri dışında da bir araya gelerek ortak çalışmalar yaptılar. IOT atölyesi hiç boş kalmadı”* değerlendirmesinde bulunmuştur.

Çalışmada “3.e Öğrencilerin nesnelerin interneti alanında proje geliştirme süreci hakkındaki görüşleri nelerdir?” Araştırma sorusu kapsamında öğrenciler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede yöneltilen “Nesnelerin interneti alanında proje geliştirme sürecinde deneyimleriniz nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanarak, kodların kümелendiği temalar ile birlikte Şekil 4.9’da sunulmuştur.



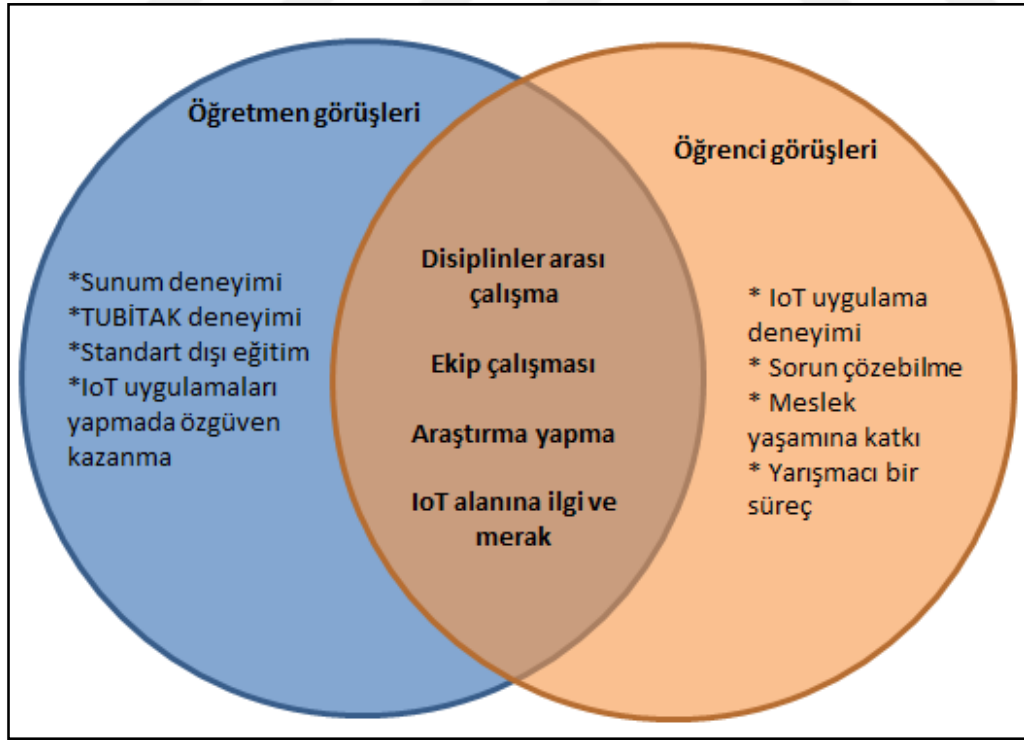
* N = 21

Şekil 4.9. Nesnelerin İnterneti Proje Geliştirme Sürecine Yönelik Öğrenci Görüşleri

Şekil 4.9’da görüldüğü üzere proje süreci hakkında öğrencilerin değerlendirmelerinden elde edilen kodlar, proje sürecinin başlangıç aşaması, proje süreci boyunca edindikleri deneyimler ve projenin tamamlanması olarak kümelendi. Başlangıç aşamasında öğrenciler internette araştırma yaptıklarını (N=15) ve farklı alan öğretmenlerinden destek (N=3) aldıklarını belirtmişlerdir. Bu konu ile ilgili olarak T12 kodlu öğrenci “*IP İnternet arayüzü için hiç bilmediğim ve görmediğim css kodlama dilini internette yüzeysel araştırdım butonları, textboxları renk seçeneklerini bu sayede ayarladım*” şeklinde görüş belirtmiştir. Öğrenciler başlangıç aşamasında proje fikri bulmakta güçlük çektiklerini (N=7), malzeme temininde (N=7) ve ekip çalışmasında (N=3) sorun yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bu konu ile ilgili olarak T17 kodlu öğrenci “*bir proje fikri oluşturmanın hiçte kolay olmadığını fark ettim*” yorumunda bulunmuş, T20 kodlu öğrenci ise “*Projeye ilk başladığımızda yeterli bilgiye sahip değildik çok zorlandık ama öğretmenlerimiz sayesinde bu sorunları aşp projemizi geliştirmeye başladık*” şeklinde görüş belirtmiştir.

Deneyim teması altında ise öğrenci görüşleri, IoT uygulama (N=12), alan dışı konular (N=12), uyum içinde çalışma (N=10) ve sorun çözebilme (N=3) deneyimi olarak kodlanmıştır. Bu konu ile ilgili olarak T10 kodlu öğrenci “*Katkıları, tasarımdan üretime, üretimden geliştirmeye kadar olan süreçte hayal gücümü geliştirdim nasıl daha iyi hale getirebilirim, ne tür eklemeler yaparsam daha ilgi çekici olabilir diye çok düşündüm, yaşadığım birçok sorunlara çözüm ürettim*” şeklinde görüş belirtmiştir. Projenin tamamlanması teması altında ise öğrenci görüşleri, “IoT alanına ilgim arttı (N=15), “Meslek yaşamıma katkısı olur (N=9) ve “yarışmacı bir süreç (N=6)” olarak kodlanmıştır. Bu tema ile ilgili olarak T21 kodlu öğrenci “*Benim için çok motive ediciydi, ayrıca yarışma duygusu da bizi çok motive etti*” yorumunu yapmıştır. T9 kodlu öğrenci ise “*Proje geliştirme noktasında öncelikle takım arkadaşlarımla uyumlu bir şekilde çalıştık hepimiz öğrenmeye ve gelişmeye açık olduğumuz için güzel bir proje ortaya çıkardık ve Tübitak yetkilileri tarafından birinci seçildik*” şeklinde görüş belirtmiştir.

Proje geliştirme sürecine yönelik öğretmen ve öğrenci görüşleri birlikte incelendiğinde “deneyim” ve “projenin tamamlanması” temaları altında bazı ortak bulgulara rastlanmaktadır. Şekil 4.10’da bu temalar altında ortak ve ayrışan yanlar görülebilir.



Şekil 4.10. Öğretmen Görüşleri Ve Program Gözlem Formunda Ortak ve Ayrışan Temalar

Proje sürecinde hem öğretmen hem öğrenci görüşlerinde özellikle başlangıç aşamasında bazı zorluklarla karşılaşıldığına ilişkin kodlar olduğu görülmektedir. Proje geliştirme sürecinde belirtilen zorluklara ilişkin olarak program gözlem formunda detaylı bir tanımlama yapılmıştır.

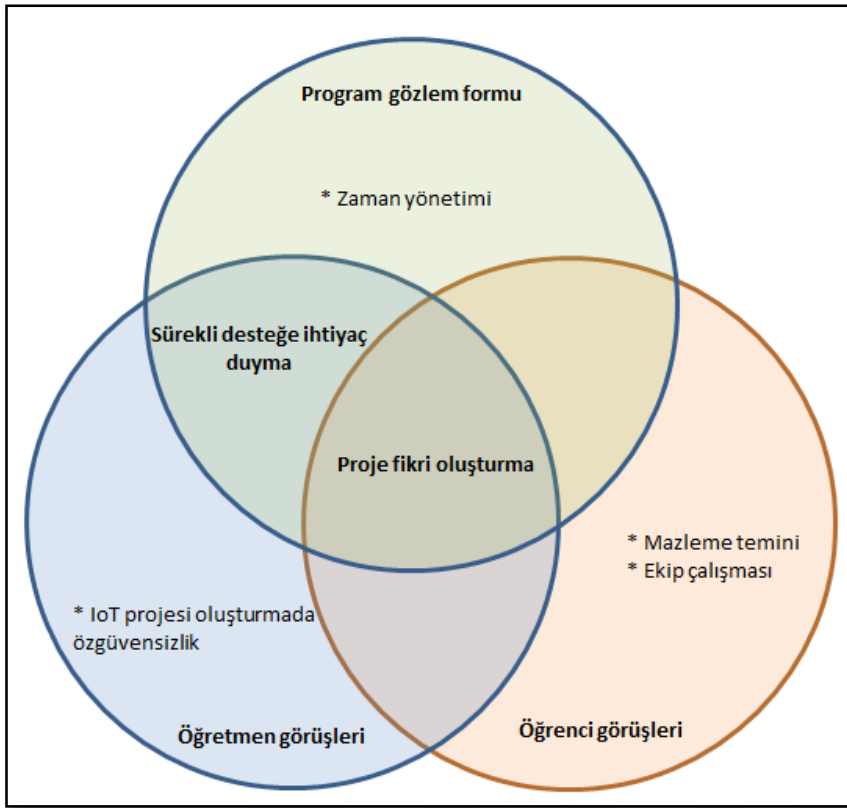
Program gözlem formunda, proje geliştirme süreci ile ilgili öğrencilerin karşılaştıkları zorlukların tanımlanması

Proje geliştirme aşamasında program gözlem formunda alınan notların analizinde dört temaya ulaşılmıştır. Bu temalar ve gözlem notlarına dayanan açıklamalar Tablo 4.30’da görülebilir.

Tablo 4.30. Proje Geliştirme Sürecinde Karşılaşılan Zorluklara İlişkin Temalar

Tema	Notlar
Proje fikri oluşturma	• Özgün fikirler oluşturma konusunda zorlanıyorlar. • Sensör ve çevre birimlerini, verilen örnek uygulamalar dışında başka amaçlarla kullanamıyorlar. • Proje sürecine geçişte teorik konuların işlenmesinde kopmalar yaşandı.
Zaman yönetimi	• Projeler çok yavaş ilerliyor. • Haftalara göre oluşturulan proje planlamasına sadece bir takım uyuyor. • Diğer meslek derslerinin yoğunluğu takım çalışmasını da kötü etkiliyor.
Sürekli desteğe ihtiyaç duyma	• Mümkün olan her aşamayı öğretmene yaptırmaya çalışıyorlar. • Özellikle kodlama konusunda desteğe ihtiyaçları var. • Problemleri kendileri aşmakta isteksizler.

Tablo 4.30’da görüldüğü üzere öğrencilerin proje fikri oluşturma, zaman yönetimi ve öğretmenden bağımsız çalışamama konularında proje geliştirme sürecinde çeşitli zorluklarla karşılaştıkları raporlanmıştır. Proje sürecinde yaşanan zorluklara ilişkin olarak öğretmen, öğrenci görüşleri ve program gözlem formunda ortak ve ayrışan yanlar Şekil 4.11’de görülebilir.

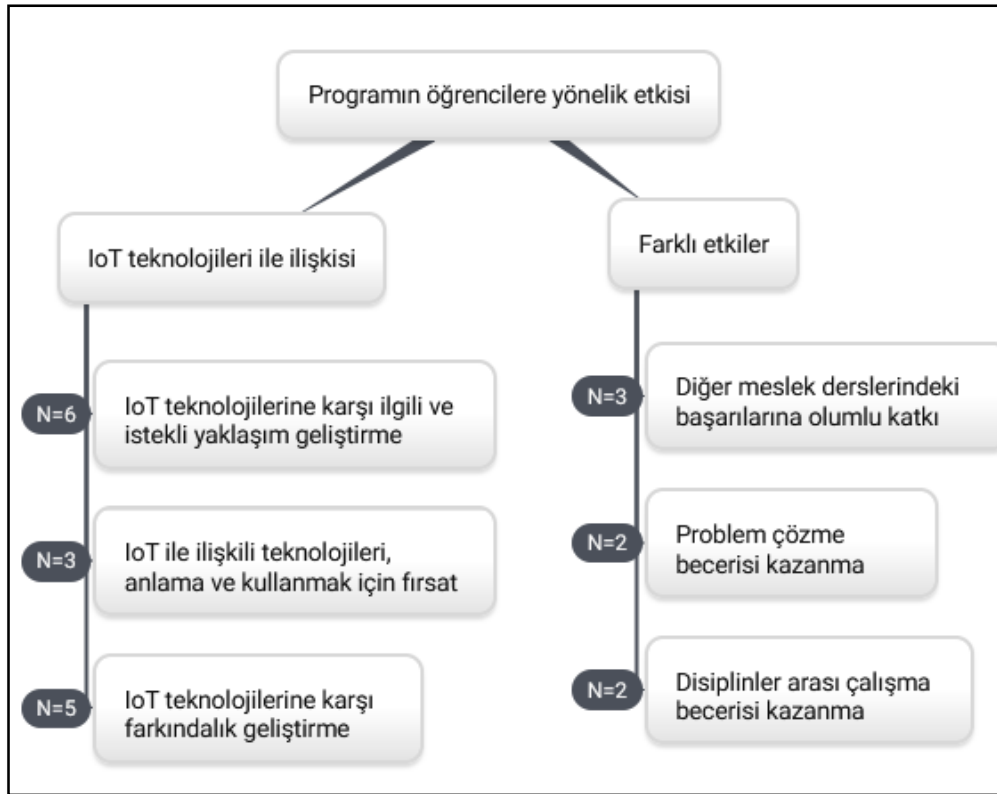


Şekil 4.11. Proje Geliştirme Sürecinde Yaşanan Zorluklar İçin Ortak ve Ayrışan Temalar

Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilere yönelik etkisine ilişkin bulgular

Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilere yönelik etkileri ile ilgili olarak, araştırma soruları kapsamında öğretmen (4e) ve öğrenci (4f) görüşlerinden elde edilen veriler analiz edilmiştir.

İlk olarak, Çalışmada “4.e. Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilere yönelik etkisi konusunda öğretmen değerlendirmeleri nelerdir?” Araştırma sorusu kapsamında öğretmenler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede “Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilerinize yönelik etkilerini değerlendiriniz.” sorusuna verilen yanıtlar kodlanarak, frekansları ve kodların kümelendiği temalar ile birlikte Şekil 4.12’de sunulmuştur.



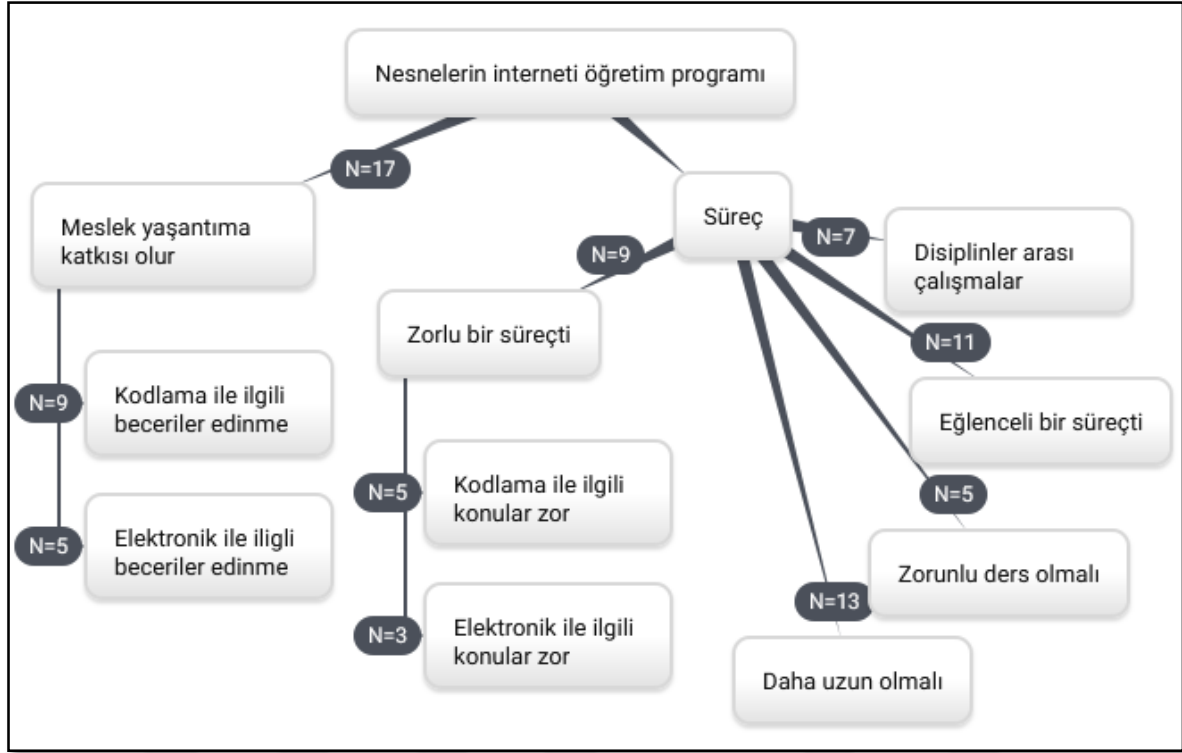
* N = 6

Şekil 4.12. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programının Öğrencilere Yönelik Etkisine İlişkin Öğretmen Görüşleri

Programın öğrencilere yönelik etkisi konusunda öğretmen görüşlerinden elde edilen kodlar, “*IoT teknolojileri ile ilişkisi*” ve “*farklı etkiler*” olmak üzere iki temaya ayrılmıştır. IoT teknolojileri ile ilişkisi teması altında yer alan kodlar incelendiğinde, öğretmenlerin tümü öğrencilerin IoT teknolojilerine karşı ilgili ve istekli yaklaşıtlarını belirttikleri görülmektedir. Farklı etkiler teması altında ise “Diğer meslek derslerindeki başarılarına olumlu katkı (N=3)”, “Problem çözme becerisi kazanma(N=2)” ve “Disiplinler arası çalışma becerisi kazanma (N=2)” kodları yer almaktadır. UYG4 kodlu öğretmen öğrencilerin programa yaklaşımı ile ilgili olarak “*Alan dışı konulara karşı öğrenciler daha ilgiyle yaklaştılar. Özellikle HTML kod yazmak bazılarının ilgisini çekti*” değerlendirmesinde bulunmuştur. UYG1 kodlu öğretmen ise “*Öğrencilerin eğitim faaliyetine ilgisi eğitim açısından çok olumluydu. Standardın dışına çıkma düşüncesi, hayata dair teknolojik yeni bir şeyler üretebilme ve bunun başarılabilmesi öğrenci açısından mutluluk vericiydi*” şeklinde görüş belirtmiştir.

İkinci olarak ise “4.f. Öğrencilerin nesnelerin interneti öğretim süreci hakkındaki görüşleri nelerdir?” araştırma sorusu kapsamında öğrenciler ile gerçekleştirilen yarı

yapılandırılmış görüşmede yöneltilen “Nesnelerin interneti öğretimi boyunca deneyimleriniz nelerdir? Program hakkındaki düşüncelerinizi açıklayınız” sorusuna verilen yanıtlar kodlanarak, kodların kümelendiği temalar ile birlikte Şekil 4.13’de sunulmuştur.

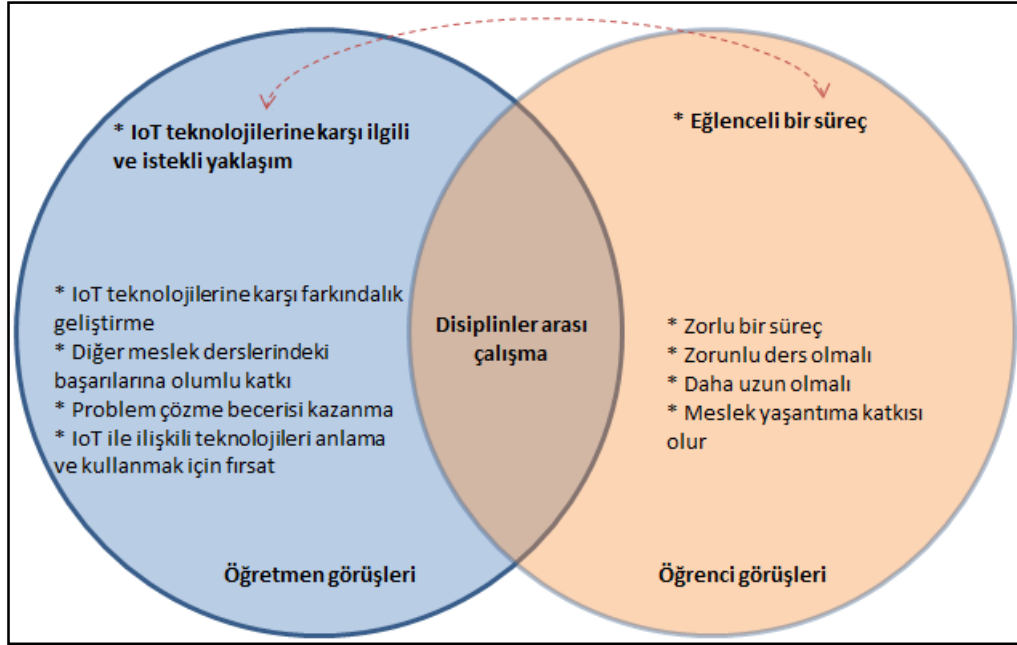


* N = 21

Şekil 4.13. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programına Yönelik Öğrenci Görüşleri

Nesnelerin interneti öğretim programına yönelik öğrenci görüşleri incelendiğinde, 17 katılımcıya ilişkin görüşler “*Meslek yaşantıma katkısı olur*” şeklinde kodlanmıştır. Bu ifade ile ilgili olarak katılımcılar kodlama (N=9) ve elektronik (N=5) ile ilgili yeni beceriler edindiklerini ayrıca ifade etmişlerdir. Katılımcıların diğer değerlendirmeleri “*süreç*” teması altında kodlanmıştır. Bu tema altında katılımcıların süreci “*eğlenceli* (N=11)” ve “*disiplinler arası çalışmalar yapma*” (N=7) olarak tanımlamaları dikkat çekicidir. Bununla birlikte öğrencilerin önemli bir bölümü programın daha uzun sürmesi gerektiğini (N=13) ifade etmiştir. Bu konuda T3 kodlu öğrenci “*Ardunio konusunda okulumuzun müdür yardımcısından yardım aldım. Çünkü bölümüm elektrik elektronik olduğu için kodlama konusunda hocamdan yardım aldım, çok büyük yardımı oldu*“, T18 kodlu öğrenci ise “*Ders saatleri disiplinler arası çalışılabilecek şekilde daha esnek olmalı*” yorumunda bulunmuştur.

Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilere yönelik etkisine ilişkin olarak, öğretmen ve öğrenci görüşleri birlikte incelendiğinde ortak, yakınsayan ve ayrışan kodlar Şekil 4.14’te görülebilir.

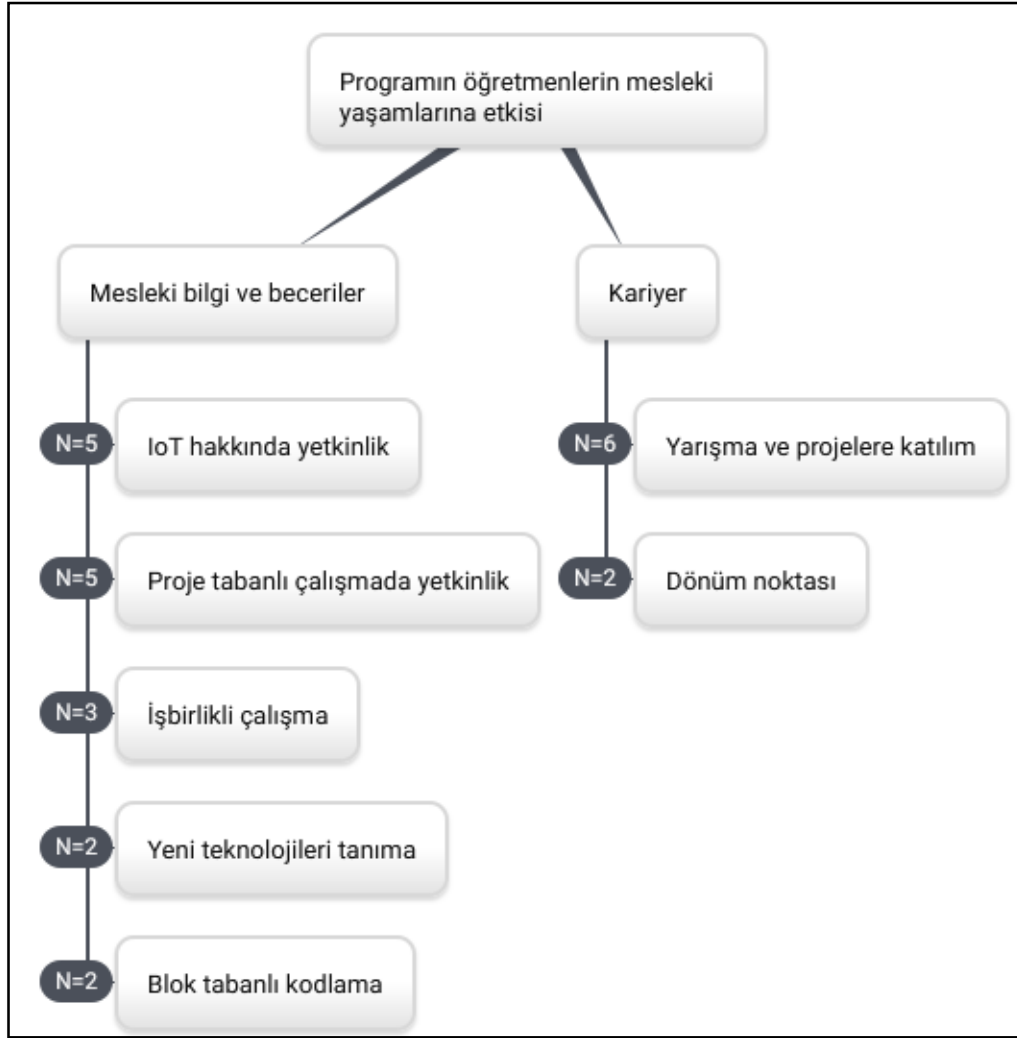


Şekil 4.14. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programının Öğrencilere Etkisinde Ortak ve Ayrışan Temalar

Nesnelerin interneti öğretim sürecinin öğretmenlerin mesleki yaşamlarına etkisine ilişkin bulgular

Çalışmada “4.g. Öğretmenlerin, nesnelerin interneti öğretim sürecinin mesleki yaşamlarına etkisi hakkındaki görüşleri nelerdir?” Araştırma sorusu kapsamında öğretmenler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede yöneltilen “Nesnelerin interneti öğretiminin mesleki kariyeriniz açısından sizce tür etkileri olabilir?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanarak, kodların kümелendiği temalar ile birlikte Şekil 4.15’te sunulmuştur. Buna göre öğretmenlerin nesnelerin interneti öğretim sürecinin mesleki yaşamlarına etkisi hakkındaki görüşleri “*mesleki bilgi ve beceriler*” ve “*kariyer*” temaları altında gruplanmıştır. “*Mesleki bilgi ve beceriler*” teması altında yer alan kodlar incelendiğinde, öğretmenlerin büyük bir kısmının, IoT hakkında (N=5) ve proje tabanlı çalışmada (N=5) yetkinlik kazandıklarını belirttikleri görülmektedir. Bu konu hakkında UYG1 kodlu öğretmen “*Teknoloji eğitimi veren bir öğretmen olarak öğretmenin de sürekli öğrenme faaliyetinin içinde olması gerektiği gerçeğini bir kez daha hatırlattı. Farklı ortamlarda faaliyet yürütme, müfredat dışı destekleyici çalışma, işbirlikli grup çalışması*

gibi yöntemlerin kullandığımız klasik öğretim yöntemlerinden çok daha etkili olduğunu hatırladık” değerlendirmesinde bulunmuştur. UYG6 kodlu öğretmen ise “Bu proje ile güncel dünya teknolojilerinden haberdar olduk. Nesnelerin internetini gelecek yıllarda ders verilmesi halinde yeterli bir durumda oluruz. Burada edindiğimiz bilgi ve becerileri ileride yapacağımız projelerde kullanacağız” şeklinde görüş belirtmiştir.



* N = 6

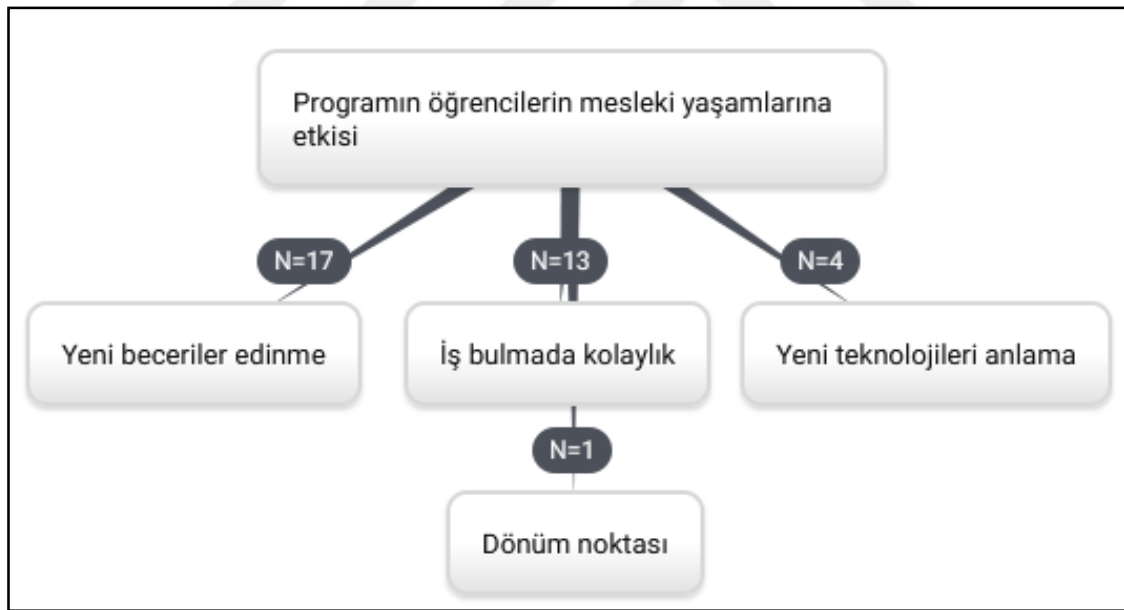
Şekil 4.15. Nesnelerin İnterneti Öğretim Sürecinin Mesleki Yaşamlarına Etkisine İlişkin Öğretmen Görüşleri

Yine Şekil 4.15’te kariyer teması altında tüm öğretmenler öğretim sürecinde öğrencileri ile birlikte gerçekleştirdikleri projeler ile çeşitli yarışma ve projelere katıldıklarını belirtmişlerdir. İki öğretmen öğretim sürecinin mesleki yaşamlarına etkisini kariyerlerinde dönüm noktası olarak ifade etmesi dikkat çekicidir. Bu konu hakkında UYG5 kodlu öğretmen “*Nesnelerin interneti öğretimi benim için mesleki kariyerimde dönüm noktası oldu. Özellikle “Robotik Kodlama” alanına geçiş yapmış oldum. Ayrıca Akıllı Tarla Sulama*

Sistemi projemiz aynı zamanda İzmir Bayif (Bayraklı İnovatif Fikirler) yarışmasında İzmir 2.si oldu. Bu süreç içerisinde İzmir Bayraklı İlçesi Robotik Kodlama sorumlusu oldum. Bu alanda Halk Eğitime bağlı olarak özellikle sosyo ekonomik durumu düşük olan bölgelerde yaklaşık 200 öğrenciye sonraki dönemde bu alanda kurslar vereceğim” değerlendirmesinde bulunmuştur. UYG2 kodlu öğretmen ise “IoT konusunu PLC cihazları ile de kullanarak sanayiye uygun bilgileri öğrenmiş ve bu bilgileri öğrencilerime aktararak çağı yakalamış olabilirim” şeklinde görüş belirtmiştir.

Nesnelerin interneti öğretim sürecinin öğrencilerin mesleki yaşamlarına etkisine ilişkin bulgular

Çalışmada “4.f. Öğrencilerin nesnelerin interneti öğretim sürecinin mesleki kariyerlerine etkisi hakkındaki görüşleri nelerdir?” araştırma sorusu kapsamında öğrenciler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede “Nesnelerin interneti öğretiminin, mezun olduktan sonra mesleki kariyeriniz açısından etkileri neler olabilir?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanarak Şekil 4.16’da sunulmuştur.



* N = 21

Şekil 4.16. Nesnelerin İnterneti Öğretim Sürecinin Mesleki Yaşamlarına Etkisine İlişkin Öğrenci Görüşleri

Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilerin mesleki yaşamlarına etkisi hakkında öğrenci görüşleri incelendiğinde, katılımcıların çoğunun ifadeleri “yeni beceriler edinme (N=17)” ve “iş bulmada kolaylık (N=13)” olarak kodlandığı görülmektedir. Bu konu ile ilgili olarak T11 kodlu öğrenci “Uzaktan haberleşme ve kontrol bakımından her türlü

temel bilgiyi bu projeyi yaparken öğrendiğimiz için bu alanda mesleki anlamda zorluk çekmeyiz” şeklinde görüş belirtmiştir. T15 kodlu öğrenci ise “Yaptığımız bu projeye birlikte iş imkânının arttığını ve bana yeni bilgiler kattığını düşünüyorum” yorumunda bulunmuştur.

4.2. Araştırmanın İkinci Döngüsüne İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci döngüsüne ilişkin bulgular, programın revizyonu ve programın değerlendirilmesi başlıkları altında sunulmuştur.

4.2.1. Programın revizyonu

Çalışmanın birinci döngüsünde uygulanan nesnelerin interneti öğretim programının değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular ışığında programda ve programın uygulanmasında bazı iyileştirmeler yapılmıştır.

Programın uygulandığı öğretim ortamında gerçekleştirilen revizyonlar

İlk olarak meslek liselerinin, nesnelerin interneti öğretim programının uygulanmasında sağladığı koşullar incelenmiş, tespit edilen durumlar ve gerçekleştirilen revizyon Tablo 4.31’de sunulmuştur.

Tablo 4.31. Programın Uygulandığı Öğretim Ortamında Gerçekleştirilen Revizyonlar

Tespit edilen durum	Revizyon
Kısıtlı internet erişimi	Bilim merkezlerinde çalışma yürütebilme imkânı
Eğitim-öğretim faaliyetlerinden kaynaklı (Sınav, diğer dersler vb.)	----
Yetersiz bilgisayar	Okullarda, farklı alandan çalışma gruplarının bir arada yer alması
Yetersiz donanım (Güç, ölçüm ve bağlantı ekipmanları)	Bilim merkezlerinde çalışma yürütebilme imkânı

Tablo 4.31’da görüldüğü üzere birinci döngü uygulama süresince öğretim ortamının “internet erişimi kısıtlılığı” ve “eğitim-öğretim faaliyetlerinden kaynaklı (Sınav, diğer dersler vb.)” olumsuz etkileri olduğu göze çapmaktadır (Şekil 4.5). MEB’nin sağladığı internet erişimi çeşitli güvenlik protokollerinden kaynaklı olarak IoT donanımlarına internet erişimini engellemektedir. Bu konu ile ilgili olarak MEB yetkilileri ile iletişim kurulmuş ancak sorunun çözümüne yönelik bir sonuç alınamamıştır. Dolayısıyla, çalışma kapsamındaki okullarda, internet sağlayıcıların yapısını değiştirmek mümkün

olamamaktadır. Araştırmacı tarafından program gözlem formunda, uygulamalarda “yetersiz bilgisayar” ile karşılaşıldığı raporlanmıştır. Bir öğretmen ise uygulamalarda kullanmak üzere güç, bağlantı ve ölçüm ekipmanları temininde sorun yaşadığını belirtmiştir. Bu sorunların çözümüne ilişkin Bilim Merkezleri ve Okul işbirliği sağlanarak öğrencilerin, bilim merkezlerindeki donanım ve ağ bağlantısı imkânlarından yararlanabilmeleri sağlanmaya çalışılmıştır. Aynı zamanda, ikinci döngüde programın uygulanacağı okullarda çalışma grupları, elektrik-elektronik ve bilişim teknolojileri alanlarının bir arada bulanabileceği şekilde oluşturulmuştur. Böylelikle aynı programı yürüten farklı alanların, donanım ihtiyaçları konusunda birbirlerine destek olabilmeleri hedeflenmiştir. Eğitim-öğretim faaliyetlerinden kaynaklı koşulların programın uygulanmasına olumsuz etkisine yönelik olarak ise öğretim süresinin bir dönemden iki döneme çıkarılmasının daha uygun olacağı düşünülmüş ancak araştırmanın sınırlılığından ötürü mümkün olamamıştır. İkinci döngüde de öğretim süresi bir dönem olarak planlanmıştır.

Nesnelerin interneti öğretim programında gerçekleştirilen revizyonlar

Nesnelerin interneti öğretim programının uygulanması sonucu, veri toplama araçlarından elde edilen bulgular ile konuların dizilimi ve içerikte bazı düzenlemeler gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.32. Konu Diziliminde Gerçekleştirilen Revizyona İlişkin Bilgiler

Tespit edilen durum	Revizyon
Y9 yeterliliğinde, başarı düzeyi beklenenin altında	Konu diziliminde değişiklik yapıldı
Proje çalışmalarına geçişte teorik konulara ilginin azalması	

Tablo 4.32’de, programın konu diziliminde değişikliğe gidilmesine neden olan sorunlar ve bu sorunların tespit edildiği veri toplama araçları yer almaktadır. İlk olarak, YDBT başarı düzeyi incelendiğinde (Tablo 4.13) programın 7. haftasında kazanımı hedeflenen “IoT sistemlerinde gizlilik olgusunu açıkla (Y9)” yeterliliğine ilişkin deney ve kontrol grubu başarı düzeyi karşılaştırmalarında $p < ,05$ düzeyinde anlamlı bir fark oluşmamıştır. Ayrıca, yine 6 ve 7. haftalarda işlenen “IoT sistemlerinde güvenlik olgusunu açıkla (Y8)” yeterliliğinde, diğer yeterliliklere kıyasla daha düşük bir başarı düzeyi tespit edilmiştir (Tablo 4.10). Bu yeterliliklere ilişkin konu içerikleri incelendiğinde ise genellikle sunu ve anlatım yöntemleri ile işlenen teorik konular olduğu görülmektedir. Bu sorun ile ilişkili olarak, program gözlem formu -proje tabanlı süreç ile ilgili zorlukların tanımlanması-

kısımında (Tablo 4.30) öğrencilerin proje tabanlı sürece geçişte teorik konulardan uzaklaştıkları raporlanmıştır. Bu bulguya dayanarak, 6 ve 7. Haftalarda öğrencilerin ilgilerinin proje çalışmalarına kaydığı ve teorik olarak işlenen konulara karşı ilgisiz oldukları söylenebilir. Bu durumu düzeltmek adına, IoT sistemlerinde güvenlik, gizlilik ve etik ile ilgili yeterlilikleri içeren konular, öğretimin ilk haftalarına kaydırılmıştır. Dolayısıyla programda proje sürecine geçiş aşamasında teorik konuların azaltılması hedeflenmiştir.

Nesnelerin interneti öğretim programında kullanılan donanım ve yazılımlara ilişkin bulgular incelendiğinde bazı olumsuz durumlar ile karşılaşmış ve bu durumların düzeltilmesi için çeşitli iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.33’de karşılaşılan durumlar ve gerçekleştirilen düzenlemeler yer almaktadır.

Tablo 4.33. Kullanılan Donanım Ve Yazılımlar İle İlgili Revizyonlar

Donanım ve yazılım	Tespit edilen durum	Revizyon
ESP8266	Bağlantı sorunları	Programdan çıkarıldı. Yerine ESP32 NodeMCU kullanıldı
Particle photon	Türkçe içerik eksikliği	Türkçe kurulum ve örnek uygulama eklendi
S4A	Yeterli güncelleme yok ve kullanımı sınırlı	Programdan çıkarıldı. MBlock üzerinden uygulamalar hazırlandı.
Wylidrin	Yeterli güncelleme yok ve bağlantı sorunları	Programdan çıkarıldı. IoT uygulamaları Particle IDE ve Arduino IDE üzerinden gerçekleştirildi.
Particle IDE	Yabancı dil ara yüzü	Türkçe kurulum ve örnek uygulama eklendi
Thingspeak	Yabancı dil ara yüzü	Türkçe kurulum ve örnek uygulama eklendi
Ubidots	Yabancı dil ara yüzü	Türkçe kurulum ve örnek uygulama eklendi
IFTTT	Yabancı dil ara yüzü	Türkçe kurulum ve örnek uygulama eklendi

Tablo 4.33’te görüldüğü üzere wylidrin platformu ile ilgili olarak öğretmen görüşleri (Tablo 4.27) ve program gözlem formundan (Tablo 4.28) elde edilen bulgular, platformda bağlantı ve güncelleme sorunları yaşandığı yönündedir. Bu yüzden ikinci döngüde wylidrin platformuna yer verilmemiştir. S4A platformu ise program gözlem formunda araştırmacı tarafından kullanımının kısıtlı olduğu raporlanmış, ikinci döngüde blok programlama uygulamalarının MBlock üzerinden yürütülmesi planlanmıştır. ESP8266 geliştirme kartının uygulamalar sırasında birçok bağlantı sorunu ile karşılaşıldığı öğretmen görüşlerine yansımış, bu yüzden ikinci döngüde aynı geliştirme kartının daha üst bir versiyonu olan ESP32 NodeMCU kullanılmasına karar verilmiştir. Yabancı dil ara yüzüne sahip ve Türkçe içerik eksikliği olarak raporlanan donanım ve yazılımlar ile ilgili olarak ise ikinci döngüde bu donanım ve yazılımların kurulumu ile ilgili içerikler eklenerek, örnek uygulama sayısı

arttırılmıştır. Tablo 4.34’te ise nesnelerin interneti öğretim programı içeriğinde tespit edilen durumlar ve gerçekleştirilen revizyonlar sunulmuştur.

Tablo 4.34. Program İçeriğinde Tespit Edilen Durumlar Ve Gerçekleştirilen Revizyonlar

Tespit edilen durum	Revizyon
Uygulamalarda kodlama aşamalarında öğrencilerin zorluk yaşamaları	• “buton ile LED kontrolü” ve “akıllı ev otomasyonu” uygulamaları kaldırıldı. • S4A yerine MBlock platformu kullanıldı. • Tinker uygulaması eklendi • Particle cloud üzerinden programlama uygulamasında videolu anlatım eklendi
Özgün proje fikri oluşturma ve proje başlangıç aşamasında öğrencilerin zorluk yaşamaları	• IoT ürünü tanımlama etkinliği (Hafta 1) eklendi. • Proje önerisi yazım etkinliği (Hafta 6) eklendi • Proje önerisi yazım etkinliği (Hafta 7) eklendi

Tablo 4.34’te tespit edilen durumlar ile ilgili olarak öğrencilerin bir kısmı programda yer alan kodlama ile ilgili konuları zor olarak nitelendirmiş (Şekil 4.13) ve kodlama uygulamalarında zorluk çektiklerini belirtmişlerdir (Şekil 4.7). Benzer şekilde, program gözlem formunda öğrencilerin kodlama ile ilgili uygulamalarda ve proje geliştirme sürecinde zorluk yaşadıkları raporlanmıştır. Bu duruma ilişkin olarak nesnelerin interneti öğretimi, temel programlama becerileri ve fiziksel programlama uygulamaları daha sadeleştirilmiş olarak revize edilmiştir. Örneğin birinci döngü öğretim programında 3. Hafta uygulaması olan “buton ile LED kontrolü” ve 4. Hafta uygulaması olan “Akıllı ev otomasyonu” uygulamaları kaldırılmış, ikinci döngüde 5. Hafta uygulamalarına Tinker uygulaması ve Particle cloud üzerinden LED kontrolü uygulamaları eklenmiştir.

Bir diğer tespit edilen durum, özgün proje fikri oluşturma ve proje başlangıç aşamasında öğrencilerin zorluk yaşamalarıdır. Bu duruma ilişkin olarak, ÖPDF’da “projenin konusu” ile ilgili değerlendirmede 9 proje “kısmen başarılı” bulunmuştur (Tablo 4.23). Bu durum, proje takımlarının önemli bir bölümünün özgün proje fikirleri geliştirmekte zorlandığını gösterebilir. Benzer şekilde, öğretmenlerin, proje geliştirmenin öğrencilere yönelik etkisine ilişkin görüşlerinde (Şekil 4.8) öğrencilerin proje sürecinin başlangıcında sürekli destek ihtiyacı duydukları ve IoT projesi oluşturmada özgüvensizlik yaşadıkları belirtilmiştir. Öğrencilerin proje sürecine yönelik görüşlerinde ise (Şekil 4.9) öğrencilerin bir kısmı proje fikri oluşturmada zorlandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca program gözlem formunda proje geliştirme süreci ile ilgili karşılaşılan zorluklardan biri proje fikri oluşturma olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.30). Bu duruma bir çözüm bulmak adına öğretim programına ilk hafta

“IoT ürünü tanımlama” etkinliği, 6 ve 7. Haftalarda ise “proje önerisi yazım” etkinliği eklenmiştir. Öğretmenlerin program öncesi aldıkları eğitime ilişkin görüşleri incelendiğinde eğitimin geliştirilmesi gereken yönleri, gün sayısının artırılması, ESP8266 ve ESP32 donanımlarının yer alması ve öğretmen kılavuzunun geliştirilmesi gerektiği yönündedir (Şekil 4.3). Bu duruma ilişkin olarak ikinci döngüde öğretmenlere verilecek eğitimde gün sayısı ve donanım çeşidinin artırılması planlanmış, öğretmen kılavuzu ise içerik kapsamı genişletilecek şekilde revize edilmiştir.

Program gözlem formunda proje geliştirme sürecinde yaşanan zorluklarda zaman yönetiminin önemli bir durum oluşturduğu görülmüştür (Tablo 4.30). Bu nedenle, ikinci döngü programı öncesi öğretmenler ile gerçekleştirilecek eğitimde proje geliştirme ve planlama sürecinde yaşanan deneyimlerin paylaşılması planlanmıştır. Yukarıda gerekçeleri ile birlikte açıklanan revizyonlar program üzerinde gerçekleştirilmiştir. İkinci döngü nesnelerin interneti öğretim programı EK 10’da görülebilir. Programın hafta ve saat diziliminde herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Öğretim programı ilk döngüde olduğu gibi 12 hafta boyunca haftada dört saat olmak üzere toplam 48 saatlik bir süreç çerçevesinde planlanmıştır. Programda ilk yedi hafta okulların uygun atölye ortamlarında teorik ve uygulama etkinlikleri, beş hafta boyunca ise nesnelerin interneti proje geliştirme süreci olarak belirlenmiştir.

4.2.2. Programın değerlendirilmesi

Bu bölümde, nesnelerin interneti yeterlilik çerçevesi ve öğretim programının birinci döngü değerlendirme süreçlerine ilişkin bulgular paylaşılmıştır. Değerlendirme sürecinde YDBT, ÖPDF ve nitel verilerden elde edilen veriler analiz edilmiştir.

4.2.2.1. Yeterlilik düzeyini belirleme testine (YDBT) ilişkin bulgular

İkinci döngüde YDBT’nden elde edilen veriler ile ilk olarak nesnelerin interneti öğretim sürecine katılan öğrencilerin öğretim öncesi ve öğretim sonrası nesnelerin interneti yeterliliklerine ulaşma düzeyi karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada uygun istatistiki yöntemin seçilebilmesi için öncelikle verilerin normal dağılım gösterme varsayımı test edilmiştir. Bunun için Z değeri, ortalama ve medyan değerleri incelenmiş ve frekans (N) > 50 olduğu için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. YDBT’nde deney ve kontrol grupları normal dağılım varsayımına ilişkin test sonuçları Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.35. Normal Dağılım Varsayımının Test Edilmesine İlişkin Bulgular

Test	N	$\bar{X}$	Medyan	Min	Max	Z	K. S.	p
Ön test	74	9,73	9,50	1	25	3,45	,12	,01
Son test	74	22,23	21,00	12	35	2,22	,15	,00

Tablo 4.8’de görüldüğü üzere ön test grubu için ortalama ve medyan değerlerinin birbirine yakın olmasına karşın Z değerinin $-1,96 < Z < 1,96$ koşulunu sağlamaması ve kolmogorov smirnov testinde $p < ,05$ düzeyinde kaldığı için verilerin normal dağılım sergilemediği görülmektedir. Son test grubunda ise $Z > 1,96$ ve $p < 0,05$ olduğu için burada da verilerin normal dağılım sergilemediği görülmektedir. Varyansların homojenliğini test etmek amacıyla normal dağılım varsayımını gerektirmeyen Levene testi sonucunda $> ,05$ düzeyindedir ($p: ,432$). Bu değer ile varyansların homojen olduğu görülmekle birlikte veriler normal dağılım sergilemediği için karşılaştırma analizlerinde parametrik olmayan yöntemler kullanılmıştır. Ön test ve son test YDBT Puanlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 4.36’da görülebilir. YDBT puanlamasında her soru 2,5 puan olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.36. YDBT Ön Test Ve Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları

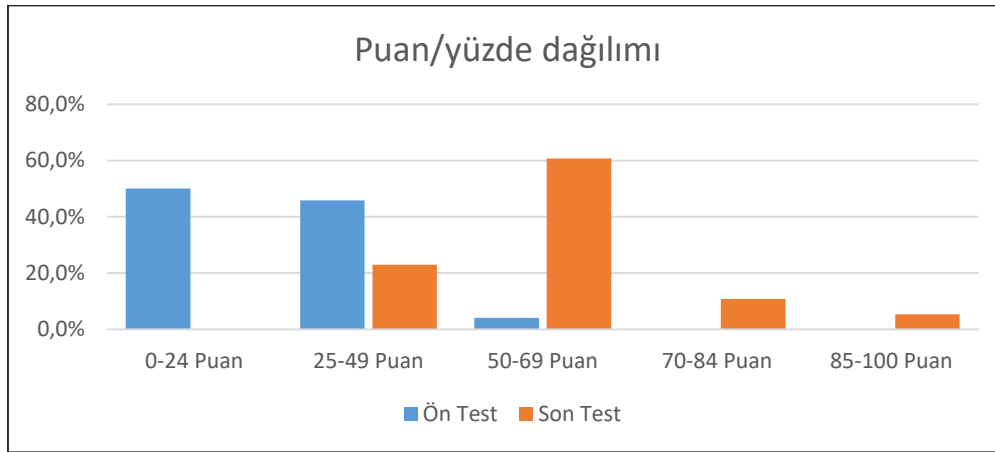
Yeterlilik	Grup	N	Min	Maks	$\bar{X}$	Sd
Tümü	Ön Test	74	3	63	24,32	11,67
	Son Test	74	30	88	55,57	13,37
Bilgi	Ön Test	74	0	18	8,04	4,33
	Son Test	74	6	33	20,08	7,00
Beceri	Ön Test	74	0	50	14,76	9,11
	Son Test	74	19	64	39,16	10,98
Yetkinlik	Ön Test	74	0	23	6,66	4,81
	Son Test	74	3	26	14,32	5,88
Y1	Ön Test	74	0	15	5,30	3,46
	Son Test	74	3	23	13,88	5,97
Y2	Ön Test	74	0	13	3,58	3,39
	Son Test	74	0	15	8,57	3,68
Y3	Ön Test	74	0	13	3,18	2,82
	Son Test	74	0	15	8,31	3,69
Y4	Ön Test	74	0	15	4,36	3,15
	Son Test	74	3	18	10,96	3,84
Y5	Ön Test	74	0	8	1,69	2,19
	Son Test	74	0	10	6,22	2,70
Y6	Ön Test	74	0	8	2,74	2,20
	Son Test	74	0	10	6,20	2,59
Y7	Ön Test	74	0	5	1,96	1,72
	Son Test	74	0	8	5,11	2,35
Y8	Ön Test	74	0	10	2,97	2,80
	Son Test	74	0	10	5,89	2,94
Y9	Ön Test	74	0	8	1,89	2,06
	Son Test	74	0	8	4,20	2,39
Y10	Ön Test	74	0	8	1,79	1,88
	Son Test	74	0	8	4,23	2,63

Çalışma grubuna ait YDBT puanlarının nesnelerin interneti eğitimi öncesi ve sonrası ön test ve son test karşılaştırmasında parametrik olmayan Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 4.37’de sunulmuştur.

Tablo 4.37. Nesnelerin İnterneti Eğitimi Öncesi Ve Sonrası YDBT Puanlarının Karşılaştırılmasında Wilcoxon İşaretli Sıralar Testine İlişkin Bulgular

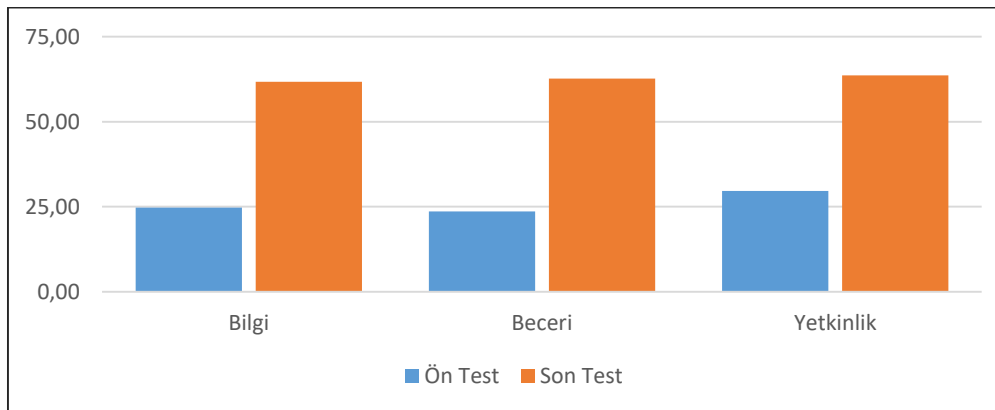
Yeterlilik		N	Sıra $\bar{X}$	Sıra Σ	Z	p
Tümü	Negatif sıra	0	--	--		
	Pozitif sıra	74	37,50	2775,00	-7,48	,00
	Eşit	0	--	--		
Bilgi	Negatif sıra	2	3,50	7,00		
	Pozitif sıra	70	37,44	2621,00	-7,34	,00
	Eşit	2				
Beceri	Negatif sıra	2	4,25	8,50		
	Pozitif sıra	72	38,42	2766,50	-7,43	,00
	Eşit	0				
Yetkinlik	Negatif sıra	9	18,39	165,50		
	Pozitif sıra	65	40,15	2609,50	-6,59	,00
	Eşit	2				
Y1	Negatif sıra	4	17,25	69,00		
	Pozitif sıra	67	37,12	2487,00	-6,95	,00
	Eşit	3				
Y2	Negatif sıra	6	14,67	88,00		
	Pozitif sıra	58	34,34	1992,00	-6,42	,00
	Eşit	10				
Y3	Negatif sıra	4	16,25	65,00		
	Pozitif sıra	60	33,58	2015,00	-6,57	,00
	Eşit	10				
Y4	Negatif sıra	1	7,50	7,50		
	Pozitif sıra	65	33,90	2203,50	-7,05	,00
	Eşit	8				
Y5	Negatif sıra	5	17,70	88,50		
	Pozitif sıra	63	35,83	2257,50	-6,71	,00
	Eşit	6				
Y6	Negatif sıra	6	15,00	90,00		
	Pozitif sıra	56	33,27	1863,00	-6,34	,00
	Eşit	12				
Y7	Negatif sıra	7	17,00	119,00		
	Pozitif sıra	53	32,28	1711,00	-6,00	,00
	Eşit	14				
Y8	Negatif sıra	12	24,63	295,50		
	Pozitif sıra	48	31,97	1534,50	-4,62	,00
	Eşit	14				
Y9	Negatif sıra	7	29,50	206,50		
	Pozitif sıra	47	27,20	1278,50	-4,74	,00
	Eşit	20				
Y10	Negatif sıra	8	17,75	142,00		
	Pozitif sıra	43	27,53	1184,00	-5,01	,00
	Eşit	23				

Tablo 4.37 incelendiğinde YDBT tüm yeterliliklere ilişkin ön test ve son test puanları arasında $<,05$ düzeyinde ve son test lehine anlamlı bir fark ($,00$) olduğu görülmektedir. Tablo 4.36’da görüldüğü üzere nesnelerin interneti öğretim programı sonunda öğrencilerin YDBT puan ortalaması ($\bar{X}=55,57$) program öncesi puan ortalamalarından ($\bar{X}=24,32$) yüksektir. YDBT’de bilgi, beceri ve yetkinlik içeren yeterliliklerden alınan puanlarda son test lehine $<,05$ düzeyinde anlamlı bir farklılığa rastlanmaktadır. Bununla birlikte her bir yeterliliğe ilişkin alınan puanlara göre ise tüm yeterliliklerde ölçülen YDBT puanında $<,05$ düzeyinde ve son test lehine anlamlı bir fark elde edilmiştir. Nesnelerin interneti öğretim programı sonrası YDBT’de her bir yeterliliğin puanı ön teste göre artış gösterdiği görülmektedir. Ön test ve son test gruplarının YDBT puan/yüzde dağılım grafiği Şekil 4.17’de görülebilir.



Şekil 4.17. YDBT Ön Test Ve Son Test Puan/Yüzde Dağılımı

Şekil 4.18’de yer alan grafikte nesnelerin interneti öğretim programı öncesi ve sonrasında bilgi, beceri ve yetkinlik içeren yeterliliklerde YDBT puanının değişimi görülmektedir.



Şekil 4.18. YDBT Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Puanlarının Ön Test Ve Son Test Dağılımı

Nesnelerin interneti öğretim programını alan ve farklı sınıf düzeylerinde okuyan öğrencilerin yeterlilikleri kazanım düzeyi arasında fark var mıdır?” araştırma sorusunu yanıtlamak üzere, son test YDBT puanları sınıf düzeyi açısından karşılaştırılmış ve Tablo 4.39’de sunulmuştur. Sınıf gruplarının karşılaştırılmasında parametrik olmayan test yöntemlerinden Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Tablo 4.38’de ise son test YDBT puanlarına ilişkin sınıf bazında gerçekleştirilen betimsel istatistik sonuçları görülebilir.

Tablo 4.38. Son Test YDBT Puanına İlişkin Sınıf Bazında Betimsel İstatistik Sonuçları

Yeterlilik	Düzyey	N	Min	Maks	$\bar{X}$	Sd
Tümü	10. Sınıf	38	35	88	55,33	13,70
	11. Sınıf	27	30	88	54,26	13,57
	12. Sınıf	9	53	80	60,56	11,51
Bilgi	10. Sınıf	38	8	33	19,66	7,29
	11. Sınıf	27	6	33	20,07	7,01
	12. Sınıf	9	15	31	21,89	6,05
Beceri	10. Sınıf	38	19	64	38,66	11,14
	11. Sınıf	27	21	60	39,81	10,35
	12. Sınıf	9	19	57	39,33	13,22
Yetkinlik	10. Sınıf	38	6	26	15,34	5,80
	11. Sınıf	27	3	24	12,30	5,51
	12. Sınıf	9	3	24	16,11	6,23
Y1	10. Sınıf	38	3	23	13,45	6,22
	11. Sınıf	27	3	23	14,11	5,91
	12. Sınıf	9	8	23	15,00	5,48
Y2	10. Sınıf	38	3	15	8,45	3,53
	11. Sınıf	27	3	15	8,67	3,42
	12. Sınıf	9	0	15	8,78	5,29
Y3	10. Sınıf	38	3	15	8,13	3,47
	11. Sınıf	27	0	15	8,89	3,55
	12. Sınıf	9	0	13	7,33	5,05
Y4	10. Sınıf	38	5	18	10,74	3,83
	11. Sınıf	27	3	18	10,63	3,92
	12. Sınıf	9	8	18	12,89	3,41
Y5	10. Sınıf	38	3	10	6,50	2,41
	11. Sınıf	27	0	10	6,26	2,90
	12. Sınıf	9	0	8	4,89	3,10
Y6	10. Sınıf	38	0	10	6,21	2,86
	11. Sınıf	27	0	10	5,96	2,43
	12. Sınıf	9	5	10	6,89	1,90
Y7	10. Sınıf	38	0	8	4,84	2,27
	11. Sınıf	27	0	8	5,37	2,45
	12. Sınıf	9	3	8	5,44	2,51
Y8	10. Sınıf	38	0	10	5,92	2,76
	11. Sınıf	27	0	10	5,22	2,95
	12. Sınıf	9	0	10	7,78	3,07
Y9	10. Sınıf	38	0	8	4,58	2,36
	11. Sınıf	27	0	8	3,81	2,37
	12. Sınıf	9	0	8	3,78	2,59
Y10	10. Sınıf	38	0	8	4,84	2,61
	11. Sınıf	27	0	8	3,26	2,38
	12. Sınıf	9	0	8	4,56	2,88

Tablo 4.39. Sınıf Gruplarının YDBT Puanlarının Karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Testine İlişkin Bulgular

Test	Grup	N	Sıra $\bar{X}$	sd	Ki-kare	p	Fark
Ön test	10. Sınıf	38	38,89	2	4,39	,11	---
	11. sınıf	27	31,87				
	12. sınıf	9	48,50				
Son test	10. Sınıf	38	36,33	2	1,55	,46	---
	11. sınıf	27	36,39				
	12. sınıf	9	45,78				

Sınıf düzeyleri arasında son test YDBT puanı bakımından $<,05$ düzeyinde anlamlı bir fark ($p=,460$) bulunmamıştır. Bu durum YDBT’de alınan puanın sınıf düzeyi açısından bir farklılık yaratmadığını göstermektedir. YDBT’de bilgi, beceri ve yetkinlik ortalama puanlarına göre sınıf düzeylerinin karşılaştırılmasına ilişkin Kruskal Wallis testi sonuçları Tablo 4.40’da görülebilir.

Tablo 4.40. Sınıf Gruplarının Son Test YDBT Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Puanlarının Karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Testine İlişkin Bulgular

Yeterlilik	Grup	N	Sıra $\bar{X}$	sd	Ki-kare	p	Fark
Bilgi	10. sınıf	38	35,91	2	,72	,69	---
	11. sınıf	27	38,07				
	12. sınıf	9	42,50				
Beceri	10. sınıf	38	36,25	2	,28	,87	---
	11. sınıf	27	39,06				
	12. sınıf	9	38,11				
Yetkinlik	10. sınıf	38	41,07	2	5,55	,06	---
	11. sınıf	27	29,94				
	12. sınıf	9	45,11				

Tablo 4.40’da görüldüğü üzere YDBT’de alınan bilgi, beceri ve yetkinlik ortalama puanları, sınıf düzeyi açısından karşılaştırıldığında $<.05$ düzeyinde anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır. Bu bakımdan YDBT’de alınan bilgi, beceri ve yetkinlik puanlarının sınıf düzeyine göre bir farklılık oluşturmadığı söylenebilir. YDBT’de ölçülen nesnelerin interneti yeterlilik çerçevesindeki her bir yeterliliğe ilişkin puanın Kruskal Wallis testi ile sınıf düzeyine göre karşılaştırması ise Tablo 4.41’de görülebilir. Buna göre her bir yeterlik bazında son test YDBT’de sınıflar arasında $<,05$ düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Son test YDBT’de her bir yeterlikten alınan puan sınıf düzeyi bakımından herhangi bir farklılık taşımamaktadır.

Tablo 4.41. Sınıf Gruplarının Son Test YDBT’de Her Bir Yeterliliğe İlişkin Puanın Karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Testine İlişkin Bulgular

Yeterlilik	Grup	N	Sıra $\bar{X}$	sd	Ki-kare	p	Fark
Y1	10. sınıf	38	36,45	2	,37	,83	---
	11. sınıf	27	37,74				
	12. sınıf	9	41,22				
Y2	10. sınıf	38	36,75	2	,15	,93	---
	11. sınıf	27	37,81				
	12. sınıf	9	39,72				
Y3	10. sınıf	38	35,76	2	,93	,63	---
	11. sınıf	27	40,61				
	12. sınıf	9	35,50				
Y4	10. sınıf	38	36,18	2	2,57	,28	---
	11. sınıf	27	35,83				
	12. sınıf	9	48,06				
Y5	10. sınıf	38	39,30	2	2,44	,30	---
	11. sınıf	27	38,30				
	12. sınıf	9	27,50				
Y6	10. sınıf	38	37,58	2	,88	,65	---
	11. sınıf	27	35,56				
	12. sınıf	9	43,00				
Y7	10. sınıf	38	35,05	2	1,15	,56	---
	11. sınıf	27	40,46				
	12. sınıf	9	38,94				
Y8	10. sınıf	38	37,67	2	5,92	,05	---
	11. sınıf	27	32,44				
	12. sınıf	9	51,94				
Y9	10. sınıf	38	39,99	2	1,15	,56	---
	11. sınıf	27	34,80				
	12. sınıf	9	35,11				
Y10	10. sınıf	38	42,16	2	5,49	,06	---
	11. sınıf	27	30,28				
	12. sınıf	9	39,50				

“Nesnelerin interneti öğretim programını alan ve farklı mesleki alanlarda okuyan öğrencilerin yeterlilikleri kazanım düzeyi arasında fark var mıdır?” araştırma sorusunu yanıtlamak üzere nesnelerin interneti öğretimine katılan öğrencilerin son test YDBT puanları öğrencilerin okudukları mesleki alanlar bazında karşılaştırılmıştır. Test yöntemi olarak parametrik olmayan ve ikili grupların karşılaştırmasında kullanılan Mann Whitney-U testi kullanılmıştır. Bu karşılaştırmadan elde edilen bulgular Tablo 4.43’te sunulmuştur. Tablo

4.42’de ise son test YDBT puanlarına ilişkin alan bazında gerçekleştirilen betimsel istatistik sonuçları görülebilir.

Tablo 4.42. Son Test YDBT Puanına İlişkin Alan Bazında Betimsel İstatistik Sonuçları

Yeterlilik	Alan	N	Min	Maks	$\bar{X}$	Sd
Tümü	Bilişim Tek.	28	30	88	59,91	15,30
	Elek. – Elo. Tek.	46	35	88	52,93	11,44
Bilgi	Bilişim Tek.	28	8	33	21,82	7,31
	Elek. – Elo. Tek.	46	6	33	19,02	6,66
Beceri	Bilişim Tek.	28	19	64	40,82	13,02
	Elek. – Elo. Tek.	46	19	61	38,15	9,55
Yetkinlik	Bilişim Tek.	28	3	24	14,36	6,18
	Elek. – Elo. Tek.	46	3	26	14,30	5,76
Y1	Bilişim Tek.	28	5	23	14,96	6,14
	Elek. – Elo. Tek.	46	3	23	13,22	5,83
Y2	Bilişim Tek.	28	0	15	8,61	4,38
	Elek. – Elo. Tek.	46	3	15	8,54	3,24
Y3	Bilişim Tek.	28	0	15	8,18	4,61
	Elek. – Elo. Tek.	46	3	15	8,39	3,05
Y4	Bilişim Tek.	28	5	18	12,71	3,71
	Elek. – Elo. Tek.	46	3	18	9,89	3,54
Y5	Bilişim Tek.	28	0	10	5,61	2,99
	Elek. – Elo. Tek.	46	3	10	6,59	2,46
Y6	Bilişim Tek.	28	3	10	6,86	2,10
	Elek. – Elo. Tek.	46	0	10	5,80	2,79
Y7	Bilişim Tek.	28	3	8	5,71	2,16
	Elek. – Elo. Tek.	46	0	8	4,74	2,41
Y8	Bilişim Tek.	28	0	10	6,21	3,22
	Elek. – Elo. Tek.	46	0	10	5,70	2,76
Y9	Bilişim Tek.	28	0	8	4,14	2,34
	Elek. – Elo. Tek.	46	0	8	4,24	2,44
Y10	Bilişim Tek.	28	0	8	4,00	2,57
	Elek. – Elo. Tek.	46	0	8	4,37	2,69

Tablo 4.43. Alan Gruplarının YDBT Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular

Test	Grup	N	Sıra $\bar{X}$	U	Z	p
Ön test	Bilişim Tek.	28	43,36	480	-1,83	,06
	Elektrik-Elektronik Tek.	46	33,93			
Son test	Bilişim Tek.	28	44,54	447	-2,22	,03
	Elektrik-Elektronik Tek.	46	33,22			

Tablo 4.43 incelendiğinde son test YDBT puanlarında gruplar arasında $<,05$ düzeyinde ve Bilişim Teknolojisi alanı lehine anlamlı bir farklılık ($,026$) olduğu görülmektedir. Tablo 4.41’de yer alan YDBT ortalama puanlarına göre Bilişim Teknolojisi alanı ($\bar{X}=59,91$), Elektrik-Elektronik Teknolojisi alanına göre ($\bar{X}=52,93$) daha yüksek bir ortalamaya sahiptir.

Tablo 4.44'te ise YDBT bilgi, beceri ve yetkinlik puanları alan bazında Mann Whitney-U testi ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.44. Alan Gruplarının Bilgi, Beceri Ve Yetkinlik Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testine İlişkin Bulgular

Yeterlilik	Alan	N	Sıra $\bar{X}$	U	Z	p
Bilgi	Bilişim Tek.	28	42,71	498	-1,63	,10
	Elektrik.-Elektronik Tek	46	34,33			
Beceri	Bilişim Tek.	28	40,86	550	-1,05	,29
	Elektrik.-Elektronik Tek	46	35,46			
Yetkinlik	Bilişim Tek.	28	37,86	634	-,11	,91
	Elektrik.-Elektronik Tek	46	37,28			

Tablo 4.44'te görüldüğü üzere alan grupları ile YDBT bilgi, beceri ve yetkinlik puanlarının karşılaştırılmasında $<,05$ düzeyinde anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır. YDBT bilgi, beceri ve yetkinlik puanları alan bazında herhangi bir farklılık taşımamaktadır. Nesnelerin interneti yeterlilik çerçevesindeki her bir yeterliliğe ilişkin alınan YDBT puanının alan grupları arasında karşılaştırması ise Mann Whitney-U testi ile yapılmış ve Tablo 4.45'te sunulmuştur.

Tablo 4.45. Alan Gruplarının Her Bir Yeterliliğe İlişkin Puanlarının Karşılaştırılmasında Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Yeterlilik	Alan	N	Sıra $\bar{X}$	U	Z	p
Y1	Bilişim Tek.	28	41,61	529,00	-1,30	,20
	Elektrik.-Elektronik Tek	46	35,00			
Y2	Bilişim Tek.	28	37,88	633,50	-,12	,91
	Elektrik.-Elektronik Tek	46	37,27			
Y3	Bilişim Tek.	28	37,95	631,50	-,14	,89
	Elektrik.-Elektronik Tek	46	37,23			
Y4	Bilişim Tek.	28	47,04	377,00	-3,03	,00
	Elektrik.-Elektronik Tek	46	31,70			
Y5	Bilişim Tek.	28	33,13	521,50	-1,42	,16
	Elektrik.-Elektronik Tek	46	40,16			
Y6	Bilişim Tek.	28	42,61	501,00	-1,66	,10
	Elektrik.-Elektronik Tek	46	34,39			
Y7	Bilişim Tek.	28	42,21	512,00	-1,55	,12
	Elektrik.-Elektronik Tek	46	34,63			
Y8	Bilişim Tek.	28	39,79	580,00	-,74	,46
	Elektrik.-Elektronik Tek	46	36,11			
Y9	Bilişim Tek.	28	37,50	644,00	0,00	1,00
	Elektrik.-Elektronik Tek	46	37,50			
Y10	Bilişim Tek.	28	35,77	595,50	-,57	,57
	Elektrik.-Elektronik Tek	46	38,55			

Tablo 4.45 incelendiğinde son test YDBT puanında Y4 kodlu yeterliliğin $<0,05$ düzeyinde ve Bilişim Teknolojileri lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Tablo 4.41’de Y4 kodlu yeterlilikte son test YDBT puanında Bilişim Teknolojileri alanı ortalama puanının ($\bar{X}=12,71$) Elektrik-Elektronik Teknolojileri alanına göre ($\bar{X}=9,89$) daha yüksek olduğu görülmektedir.

4.2.2.2. Öğrenci Projelerini Değerlendirme Formuna (ÖPDF) ilişkin bulgular

ÖPDF ile öğrencilerin nesnelerin interneti öğretimi boyunca geliştirdikleri projeler, projenin konusu, prototip ve projenin sunumu boyutlarıyla değerlendirilmiştir. Değerlendiriciler ikinci döngüde bir akademisyen, bir teknik öğretmen ve bir bilim merkezi eğitmeni olmak üzere üç kişilik bir ekipten oluşmaktadır. Değerlendiriciler ÖPDF’da yer alan her bir maddeyi bir ile beş arasında puanlamışlardır. Bulgular, projelerin her maddede aldıkları puanların ortalamaları olarak sunulmuştur. Ortalama puanların karşılık geldiği yorumlar Tablo 3.17’de görülebilir.

İlk olarak “Öğrencilerin geliştirdikleri nesnelerin interneti projeleri, projelerin konusu açısından ne düzeydedir?” araştırma sorusunu yanıtlamak üzere Tablo 4.46’da ÖPDF’nın proje konusunun değerlendirilmesi boyutunun altında yer alan üç maddeye verilen puanların ortalaması incelenmiştir.

Tablo 4.46. ÖPDF Proje Konusunun Değerlendirilmesi Boyutu Altında Yer Alan Ortalama Puanlar

Proje Kodu	M1	M2	M3	Boyut $\bar{X}$	Gerçekleştirilme düzeyi
T1	3,67	4,00	5,00	4,22	oldukça başarılı
T2	4,67	3,67	3,67	4,00	oldukça başarılı
T3	4,33	4,33	4,67	4,44	oldukça başarılı
T4	4,00	4,33	4,33	4,22	oldukça başarılı
T5	3,67	3,67	4,00	3,78	oldukça başarılı
T6	4,67	4,67	3,67	4,33	oldukça başarılı
T7	3,33	3,00	4,00	3,44	kısmen başarılı
T8	3,67	4,33	3,00	3,67	oldukça başarılı
T9	3,67	3,33	4,00	3,67	oldukça başarılı
T10	4,67	3,33	3,67	3,89	oldukça başarılı
T11	3,67	3,67	3,67	3,67	oldukça başarılı
T12	3,67	4,00	3,67	3,78	oldukça başarılı
T13	4,00	3,67	3,33	3,67	oldukça başarılı
T14	3,00	3,67	3,00	3,22	kısmen başarılı
T15	3,33	3,67	3,67	3,56	oldukça başarılı
T16	4,67	3,67	4,00	4,11	oldukça başarılı
T17	3,67	3,00	3,00	3,22	kısmen başarılı
T18	3,33	3,33	3,33	3,33	kısmen başarılı
T19	4,00	3,67	3,00	3,56	oldukça başarılı

Tablo 4.46’da görüldüğü üzere 19 proje takımının 4’ü (%21) projenin konusu boyutunda yapılan değerlendirmede “kısmen başarılı” bulunmuş, diğer projelerin tümü ise (%79) “oldukça başarılı” bulunmuştur.

“Öğrencilerin geliştirdikleri nesnelerin interneti projeleri, ürettikleri prototipler açısından ne düzeydedir?” araştırma sorusunu yanıtlamak üzere Tablo 4.47’de ÖPDF’nin prototipin değerlendirilmesi boyutunun altında yer alan yedi maddeye verilen puanların ortalaması incelenmiştir.

Tablo 4.47. ÖPDF Prototipin Değerlendirilmesi Boyutu Altında Yer Alan Ortalama Puanlar

Proje Kodu	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	Boyut Gerçekleştirilme $\bar{X}$ düzeyi
T1	4,33	4,67	4,33	5,00	4,33	4,67	4,67	4,57 tüm yönleri ile başarılı
T2	3,67	3,33	4,00	4,67	4,67	4,33	4,00	4,10 oldukça başarılı
T3	4,33	4,00	3,33	5,00	4,33	4,00	4,00	4,14 oldukça başarılı
T4	4,33	4,00	4,33	4,33	3,33	4,00	4,00	4,05 oldukça başarılı
T5	4,67	3,67	4,33	3,67	3,67	4,67	4,67	4,19 oldukça başarılı
T6	4,00	4,00	3,00	3,33	2,67	3,33	3,33	3,38 kısmen başarılı
T7	4,33	4,33	4,33	4,33	4,00	4,33	5,00	4,38 oldukça başarılı
T8	3,67	3,67	3,67	3,00	3,33	4,00	3,00	3,48 kısmen başarılı
T9	5,00	3,00	5,00	4,67	2,67	4,33	5,00	4,24 oldukça başarılı
T10	3,67	3,33	4,67	4,00	4,00	3,67	4,33	3,95 oldukça başarılı
T11	5,00	4,00	4,67	3,67	3,00	4,00	4,33	4,10 oldukça başarılı
T12	3,67	2,67	3,67	3,00	3,00	4,00	3,00	3,29 kısmen başarılı
T13	4,00	4,67	5,00	4,00	3,33	4,67	4,67	4,33 oldukça başarılı
T14	4,33	4,33	5,00	4,33	4,67	4,67	4,33	4,52 tüm yönleri ile başarılı
T15	3,67	3,67	5,00	4,00	3,00	5,00	4,67	4,14 oldukça başarılı
T16	4,67	3,33	3,67	4,67	4,67	4,00	3,67	4,10 oldukça başarılı
T17	4,00	3,33	3,67	5,00	2,67	4,33	4,33	3,90 oldukça başarılı
T18	4,67	4,67	4,33	4,67	4,67	4,33	4,67	4,57 tüm yönleri ile başarılı
T19	5,00	4,33	4,33	4,67	4,67	4,67	4,00	4,52 tüm yönleri ile başarılı

Tablo 4.47’de görüldüğü üzere prototipin değerlendirilmesi boyutunda 19 projeden 3’ü (%15,8) “kısmen başarılı”, 12 proje (%63,2) “oldukça başarılı” ve 4 proje ise (%21) “tüm yönleri ile başarılı” bulunmuştur.

“Öğrencilerin geliştirdikleri nesnelerin interneti projelerini, projelerini sunma açısından ne düzeydedir?” araştırma sorusunu yanıtlamak üzere Tablo 4.48’de ÖPDF’nin projenin sunumu boyutunun altında yer alan üç maddeye verilen puanların ortalaması incelenmiştir.

Tablo 4.48. ÖPDF Proje Sunumunun Değerlendirilmesi Boyutu Altında Yer Alan Ortalama Puanlar

Proje Kodu	M1	M2	M3	Boyut $\bar{X}$	Gerçekleştirilme düzeyi
T1	4,67	4,00	4,67	4,44	oldukça başarılı
T2	5,00	2,67	4,33	4,00	oldukça başarılı
T3	3,67	3,00	4,33	3,67	oldukça başarılı
T4	4,00	3,67	4,67	4,11	oldukça başarılı
T5	4,00	4,00	4,33	4,11	oldukça başarılı
T6	4,67	3,33	3,00	3,67	oldukça başarılı
T7	4,33	3,00	3,33	3,56	oldukça başarılı
T8	4,00	2,67	3,33	3,33	kısmen başarılı
T9	4,67	5,00	4,67	4,78	tüm yönleri ile başarılı
T10	4,33	4,33	3,33	4,00	oldukça başarılı
T11	4,67	3,33	3,33	3,78	oldukça başarılı
T12	4,00	3,00	4,00	3,67	oldukça başarılı
T13	3,67	4,00	4,33	4,00	oldukça başarılı
T14	4,67	4,33	4,33	4,44	oldukça başarılı
T15	4,67	3,67	3,33	3,89	oldukça başarılı
T16	4,00	3,33	3,00	3,44	kısmen başarılı
T17	4,00	3,67	4,67	4,11	oldukça başarılı
T18	4,67	4,33	4,33	4,44	oldukça başarılı
T19	4,67	4,67	4,67	4,67	tüm yönleri ile başarılı

Tablo 4.48’de görüldüğü üzere prototipin değerlendirilmesi boyutunda 19 projeden 2’si (%10,5) proje sunumu boyutunda “kısmen başarılı”, 15 proje (%79) “oldukça başarılı” ve 4 proje (%10,5) ise “tüm yönleri ile başarılı” bulunmuştur.

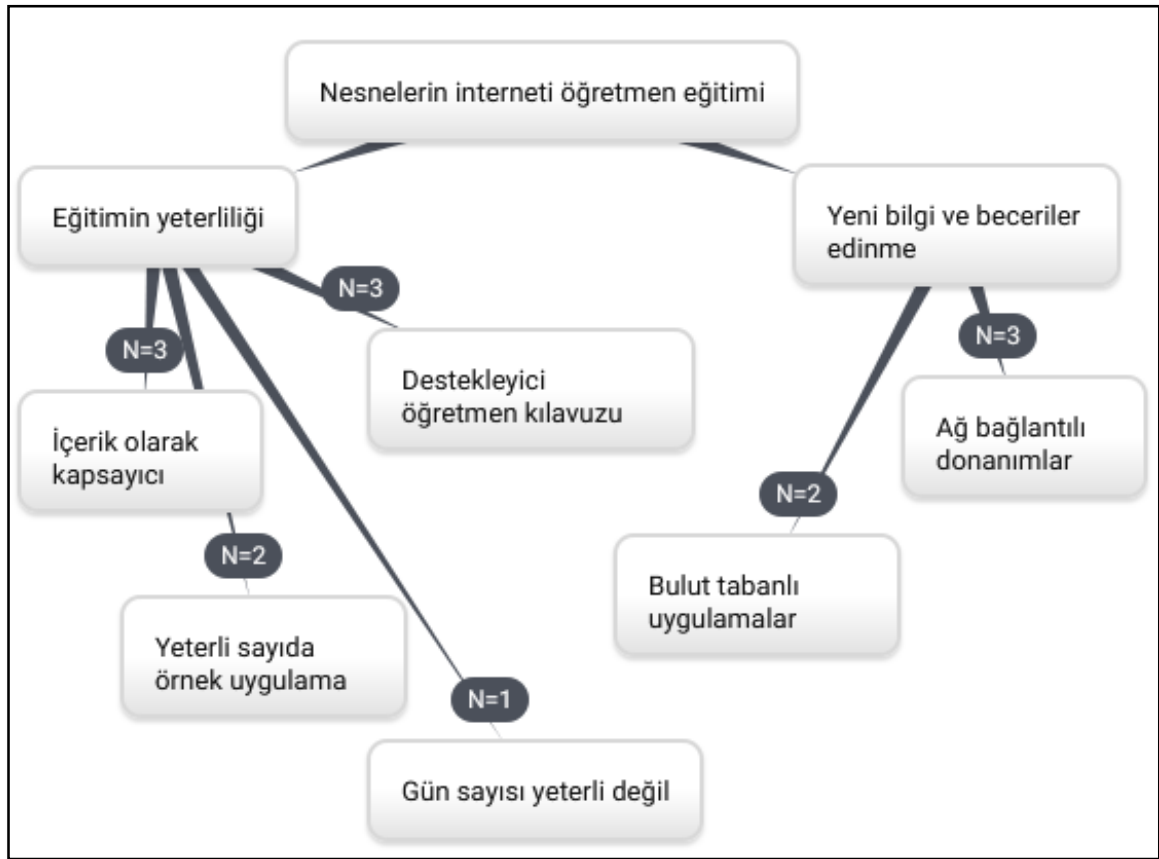
4.2.2.3. Nitel veri toplama araçlarına ilişkin bulgular

Çalışmanın ikinci döngüsünde analiz edilen nitel verilere ilişkin bulgular bu başlık altında kodlar ve temalar eşliğinde sunulmuştur. Bulgular, ikinci döngü öğretim programında yer alan öğretmenler (N=9) ve öğrenciler (N=19) ile gerçekleştirilen görüşmelerden oluşmaktadır. Bulguların sunumunda bir katılımcının vermiş olduğu cevaplar birden fazla kod içerebilmektedir.

Nesnelerin interneti öğretim programı öncesi, öğretmenlere verilen eğitime ilişkin bulgular

Öğretmenlerin, nesnelerin interneti öğretim programı öncesi aldıkları eğitim hakkındaki görüşlerine ilişkin araştırma sorusunu (4a) yanıtlamak üzere, öğretmenler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede yöneltilen “Nesnelerin interneti programı öncesi aldığınız hizmet içi eğitim hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Sizce yeterli miydi? Eksik yönleri

varsa nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlar, kodlar ve frekansları, kodların kümelendiği temalar ile birlikte Şekil 4.19’da sunulmuştur.

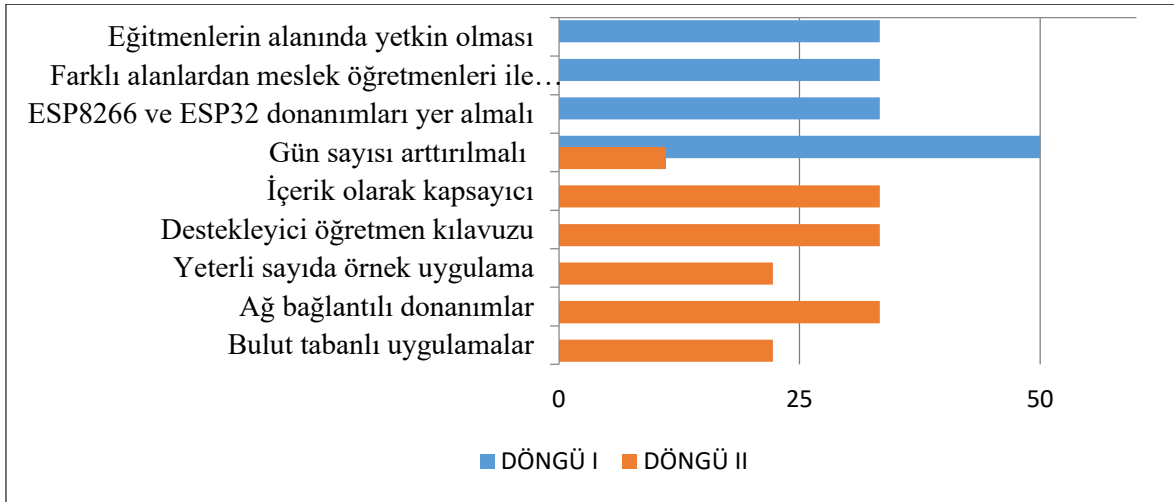


* N = 9

Şekil 4.19. Öğretmenlerin Program Öncesi Aldıkları Eğitime İlişkin Görüşleri

Şekil 4.19’da görüldüğü üzere verilerden elde edilen kodlar “eğitimin yeterliliği” ve “yeni bilgi ve beceriler edinme” olarak iki tema altında gruplanmıştır. Eğitimin yeterliliği teması altında “kapsayıcı içerik (N=3)”, “destekleyici öğretmen kılavuzu (N=3)” ve “yeterli sayıda örnek uygulama (N=2)” görüşleri yer almakla birlikte bir öğretmen gün sayısının yeterli olmadığını belirtmiştir. Yeni bilgi ve beceriler edinme teması altında ise öğretmen görüşleri “ağ bağlantılı donanımlar (N=3)” ve “bulut tabanlı uygulamalar (N=2)” olarak kodlanmıştır. Bu konu ile ilgili olarak UYG12 kodlu öğretmen “*Gayet güzel bir eğitim ortamıydı. Birçok yeni şey öğrendim. Eğitim süresi biraz daha uzun olup, daha fazla uygulama yapma imkânımız olsaydı daha iyi olurdu*” yorumunda bulunmuştur.

Nesnelerin interneti öğretim programı öncesi öğretmen eğitimi ile ilgili her iki döngüye ait bulguların ortak ve ayrışan yanları ise Şekil 4.20’de sunulmuştur.

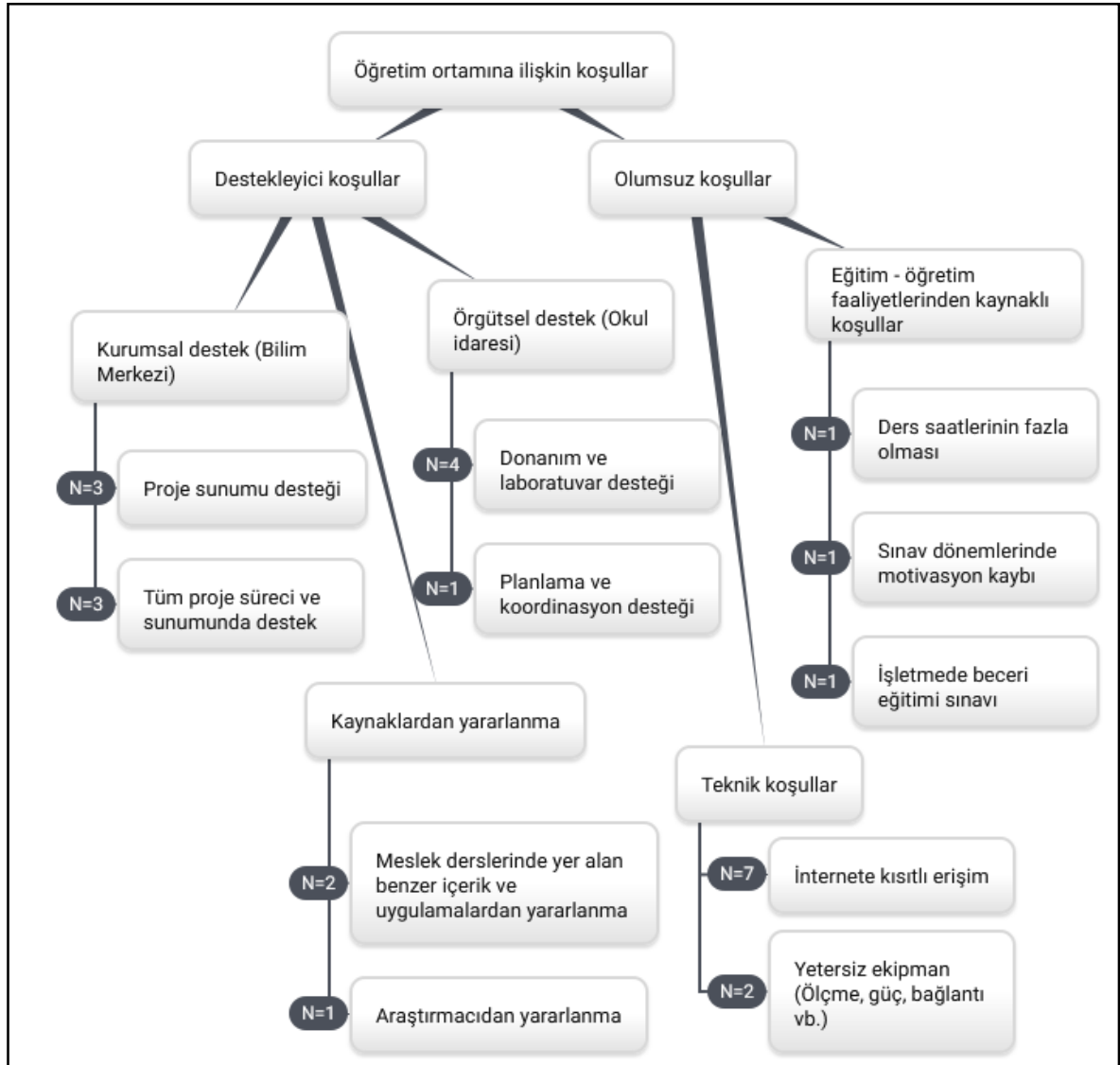


Şekil 4.20. Öğretmenlerin Program Öncesi Aldıkları Eğitime İlişkin Birinci ve İkinci Döngü Görüşleri Ortak Ve Ayrışan Yanlar

Meslek liselerindeki öğretim ortamının, nesnelerin interneti öğretim programının uygulama sürecine etkilerine ilişkin bulgular

Meslek liselerindeki öğretim ortamının, nesnelerin interneti öğretim programının uygulama sürecine etkilerini incelemek üzere, öğretmen görüşlerinde (4b) edinilen veriler analiz edilmiştir. Öğretmenler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede “Okulunuzdaki öğretim ortamının nesnelerin interneti öğretim programının uygulanmasında sizce herhangi bir olumlu/olumsuz etkisi oldu mu? Olduysa açıklayınız.” sorusuna verilen yanıtlar kod ve frekansları, kodların kümelendiği temalar ile birlikte Şekil 4.21’de sunulmuştur. Buna göre öğretmen değerlendirmelerinden elde edilen veriler, “*destekleyici koşullar*” ve “*olumsuz koşullar*” olarak iki farklı tema altında kodlanmıştır. Destekleyici koşullar teması ise “*kurumsal destek (Bilim merkezi)*”, “*Örgütsel destek (Okul idaresi)*” ve “*Kaynaklardan yararlanma*” alt temalarına ayrılmıştır. Kurumsal (bilim Merkezi) destek teması altında Bilim Merkezleri ile ilgili olarak üç öğretmenin “*tüm proje süreci ve sunumunda destek*” olduğunu belirmesi, üç öğretmenin ise sadece “*proje sunumu desteği*” olduğunu belirtmesi dikkat çekicidir. Örgütsel (okul idaresi) destek teması altında “donanım ve laboratuvar desteği (N=4)” ve “Planlama ve koordinasyon desteği (N=1)” kodları yer almaktadır. Bu konu ile ilgili olarak UYG13 kodlu öğretmen “*Nesnelerin interneti ile ilgili eğitimleri verebileceğimiz Bilgisayar laboratuvarımızın olması eğitimi olumlu yönde etkiledi. Arduino ve diğer eğitim setlerinden her öğrencimize verebilseydik daha verimli bir çalışma olurdu*” yorumunda bulunmuş, UYG12 kodlu öğretmen “*Elazığ Bilim Merkeziyle*

koordineli bir şekilde projeyi birlikte yürüttük. Alan dışı konularda teknik destek sağladılar. Bu konularda anlatım ve uygulama desteği sağladılar” şeklinde görüş belirtmiştir.



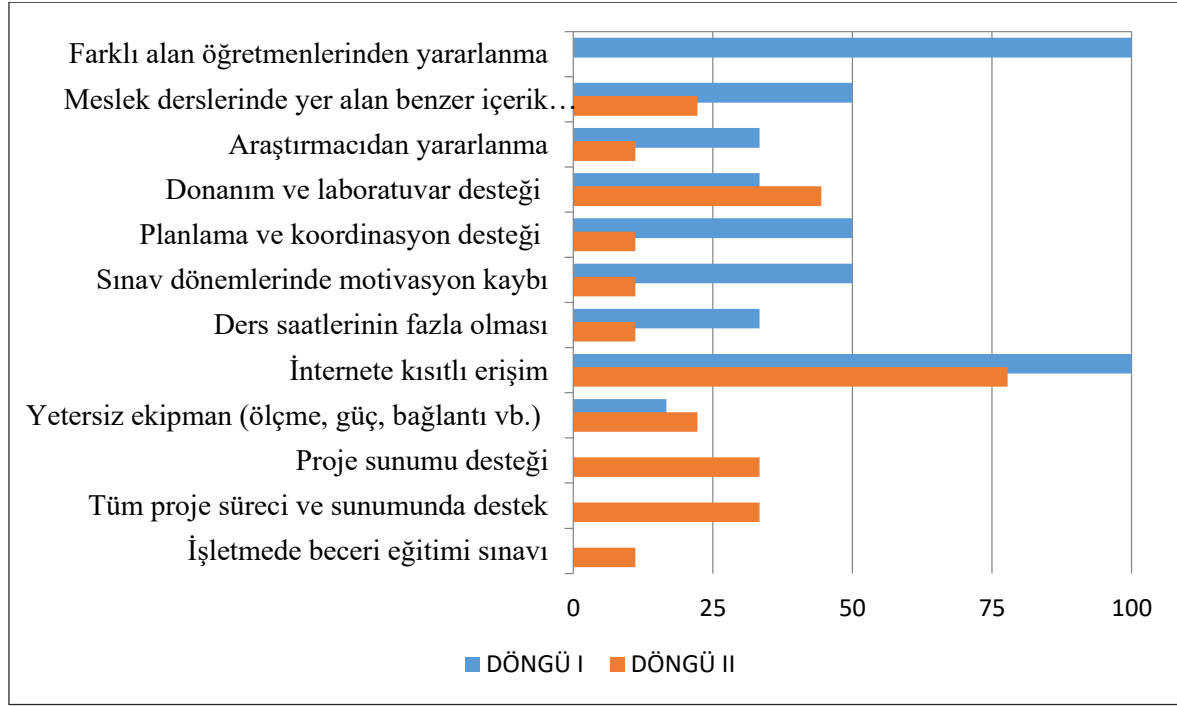
* N = 9

Şekil 4.21. Meslek Liselerindeki Öğretim Ortamının Programa Etkisine Yönelik Öğretmen Görüşleri

Yine Şekil 4.21’de görüldüğü üzere olumsuz koşullar teması “*teknik koşullar*” ve “*eğitim-öğretim faaliyetlerinden kaynaklı koşullar*” olarak iki alt temaya ayrılmıştır. Teknik koşullar alt teması altında, öğretmenlerin çoğu (N=7) öğretim ortamında internet erişiminin kısıtlı olduğunu belirtmektedir. UYG11 kodlu öğretmen internet kısıtı ile ilgili “*Müdürümüzden çalışmalar için İnternet istememe rağmen wifi internet yeterli değildi. Ben kendi interneti mi cep telefonundan paylaşmak durumunda kaldım.*” yorumunda bulunmuştur. İki öğretmen ise atölyede uygulamalar için gerekli donanımlarda eksiklik

yaşadığını belirtmiştir. Eğitim-öğretim faaliyetlerinden kaynaklı koşullar alt teması altında ise “ders saatlerinin fazla olması (N=1)”, “sınav dönemlerinde öğrencilerin motivasyon kaybı (N=1)” ve “işletmede beceri eğitimi sınavı (N=1)” kodları yer almaktadır.

Programın uygulandığı meslek liselerinin sağladığı koşullar ile ilgili her iki döngüye ait bulguların ortak ve ayrışan yanları ise Şekil 4.22’de sunulmuştur.



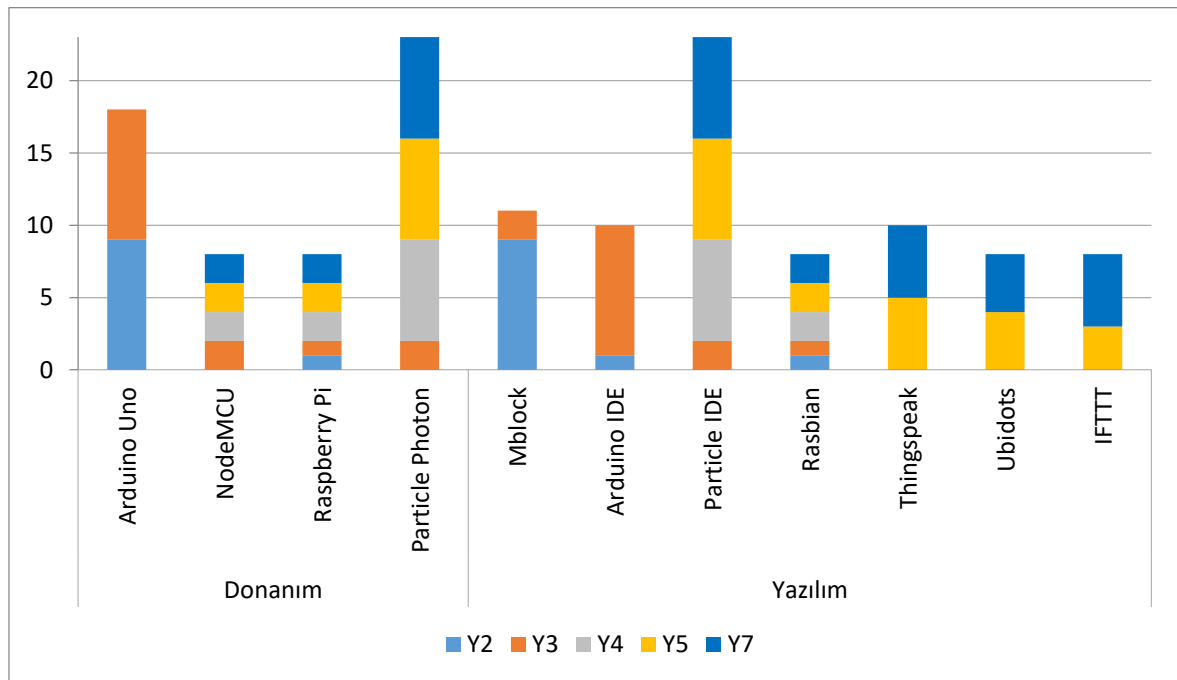
Şekil 4.22. Öğretim Ortamının Programa Etkisine İlişkin Birinci ve İkinci Döngü Görüşleri Ortak Ve Ayrışan Yanlar

Nesnelerin interneti öğretim programında kullanılan fiziksel programlama platformları ve uygulamalarına ilişkin bulgular

Nesnelerin interneti öğretim programında kullanılan fiziksel programlama platformlarını incelemek üzere öğretmen (4c) ve öğrenci (4d) değerlendirmelerinden elde edilen veriler analiz edilmiştir.

İlk olarak, Çalışmada “4c Nesnelerin interneti öğretim programının uygulama aşamaları ve proje süreçlerinde kullanılan fiziksel programlama platformları hakkında öğretmen değerlendirmeleri nelerdir?” Araştırma sorusu kapsamında öğretmenler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede “Nesnelerin interneti öğretim programının uygulama aşamalarında hangi fiziksel programlama platformlarını kullandınız? Bu platformlar hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?” sorusu yöneltilmiştir. Şekil 4.23’te öğretmenlerin,

beceri ile ilgili yeterliliklerinin öğretiminde tercih ettikleri donanım ve yazılımlar sunulmuştur.



Şekil 4.23. Beceri İle İlgili Yeterliliklerin Öğretiminde, Öğretmenlerin Tercih Ettikleri FPP Donanım Ve Yazılımları

Şekil 4.23'te görüldüğü üzere en çok tercih edilen donanım Particle photon (N=23) geliştirme kartıdır. Particle photon geliştirme kartı daha çok ağ bağlantısı içeren ve IoT uygulamalarında (Y4, Y5, Y7) çoğunlukla kullanılmıştır. Bu yeterliliklerin öğretiminde kullanılan diğer geliştirme kartları ise Raspberry Pi (N= 8) ve NodeMCU (N=8)'dur. "FPP kullanarak temel seviyede programlama uygulamaları yapar" (Y2) ve "FPP'unu çevrimiçi ortamlara bağlamak için gerekli ayarları yapar" (Y3) yeterliliklerin öğretiminde çoğunlukla Arduino Uno kartının kullanıldığı görülmektedir. Burada Raspberry Pi tüm yeterliliklerin öğretiminde kullanılmış, Photon kartı ise Y2 dışındaki tüm yeterliliklerin öğretiminde kullanılmıştır. Yazılım geliştirme platformu olarak ise Particle IDE (N=23), bulut tabanlı uygulamalarda ise Thingspeak (N=10) uygulamasının en fazla tercih edilen platform olduğu görülmektedir.

Tablo 4.49'da ise öğretmenlerin kullanılan bu donanım ve yazılımlar hakkındaki değerlendirmelerinden elde edilen kodlar sunulmuştur. Program boyunca kullandıkları donanımlar ve donanım hakkındaki değerlendirmelerine ilişkin kodlar görülebilir. Görüşmeye katılan öğretmen sayısı 9 olup bir katılımcının vermiş olduğu cevaplar birden fazla kod içerebilmektedir.

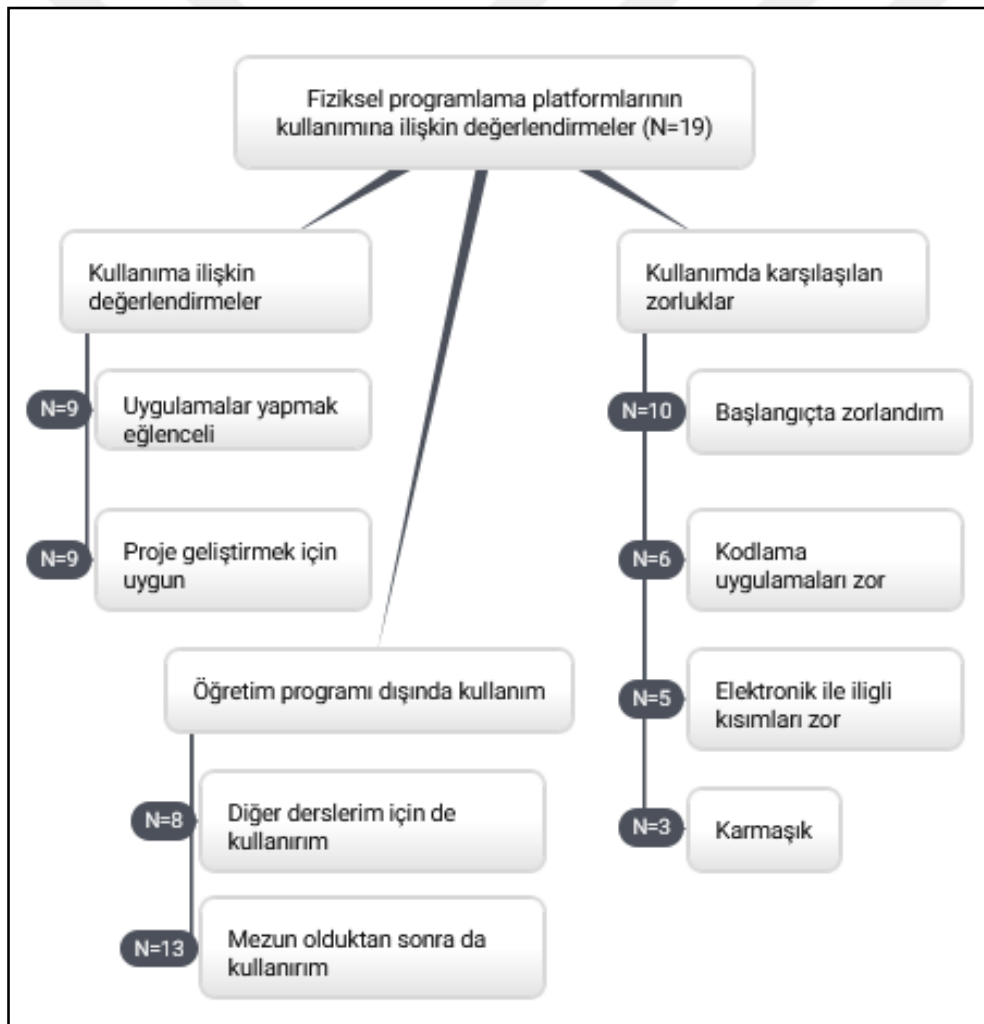
Tablo 4.49. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programında Kullanılan Fiziksel Programlama Platformları Hakkında Öğretmen Görüşleri

Değerlendirme				
Donanım	Avantaj	N	Dezavantaj	N
Arduino Uno	Yaygın	3	Ağ bağlantısı için ayrı bir modül gerekli	5
	Uygun maliyetli	5		
	Örnek uygulama fazla	2		
NodeMCU	Uygun maliyetli	2	Çabuk arıza yapıyor	1
	Arduino ile benzer	1		
Raspberry Pi 4	Bilgisayar gerektirmiyor	1	Çevre birimleri arduino ile uyumlu değil	1
		ADC birimi yok	1	
Particle Photon	IoT için çok uygun	3		
	Mobil uygulaması var	2		
Yazılım				
MBlock	Eğlenceli	3		
	Arduino programlanabiliyor	5		
Arduino IDE	Yaygın	6		
	Firmware çeşitliliği	2		
	Birçok donanım ile uyumlu	2		
Particle IDE	Çevrim içi cihaz programlama	5	Yabancı dil ara yüzü	6
	Arduino IDE ile benzer ara yüz	6		
	Entegrasyon çeşitliliği	4		
Rasbian	Bilgisayar gerektirmiyor	1	Linux tabanlı	1
			Ek bilgi, beceri gerektiriyor	1
Bulut tabanlı yazılım				
Thingspeak	Yaygın	5	Yabancı dil ara yüzü	2
	Örnek uygulama fazla	3		
	Birçok cihaz ile uyumlu	3		
Ubidots	Kolaylaştırıcı	6	Yabancı dil ara yüzü	3
IFTTT	Eğlenceli	3	Yabancı dil ara yüzü	3
			Tetikleme süresi uzun	1

Şekil 4.23 ve Tablo 4.49 birlikte incelendiğinde Particle photon kartının öğretmenler tarafından çoğunlukla tercih edildiği ve IoT uygulamaları için uygun olarak değerlendirildiği görülmektedir. Ayrıca, Particle Photon kartının mobil uygulamasının olmasını öğretmenlerin bir kısmı avantaj olarak nitelemiştir. Arduino Uno kartı da FPP uygulamalarında çoğunlukla kullanılmış ve öğretmenler tarafından yaygın ve örnek uygulamaları fazla olarak değerlendirilmiştir. Dezavantaj olarak belirtilen yorumlarda ise özellikle bulut tabanlı yazılımlar ve Particle IDE yabancı ara yüzü olması, Arduino Uno için ek ağ modülü gerektirmesi ve NodeMCU için ise çabuk arıza yapması olarak belirtilmiş, Raspberry Pi kartının çevre birimlerinin Arduino Uno ile uyumlu olmaması ve ADC biriminin bulunmaması ise bir dezavantaj olarak belirtilmiştir. Kullanılan donanım ve yazılımlar hakkında genel olarak UYG8 kodlu öğretmen “Eğitim açısından oldukça ideal ve

uygulama örnek zenginliği olarak avantajlı” yorumunda bulunmuş, UYG10 kodlu öğretmen ise “Endüstri 4.0’ı destekleyen materyaller ile çalıştık. İnternet ve wireless bağlantıları ile verileri internet üzerine aktarıp izleme şansı yakaladık” şeklinde görüş belirtmiştir

FPP’ları ile ilgili olarak öğretmen değerlendirmelerinin yanında, öğrencilerin uygulama ve proje süreçlerinde kullandıkları FPP’ları ile ilgili genel değerlendirmeleri araştırma sorusu 4d kapsamında alınmıştır. Bu bağlamda öğrencilere yöneltilen “Nesnelerin interneti öğretim programında kullandığınız fiziksel programlama platformları hakkında düşünceleriniz nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanarak, kodların kümelendiği temalar ile birlikte Şekil 4.24’te sunulmuştur. Görüşleri alınan katılımcı sayısı 19 olup bir katılımcının verdiği yanıtlar birden fazla kod içerebilmektedir.

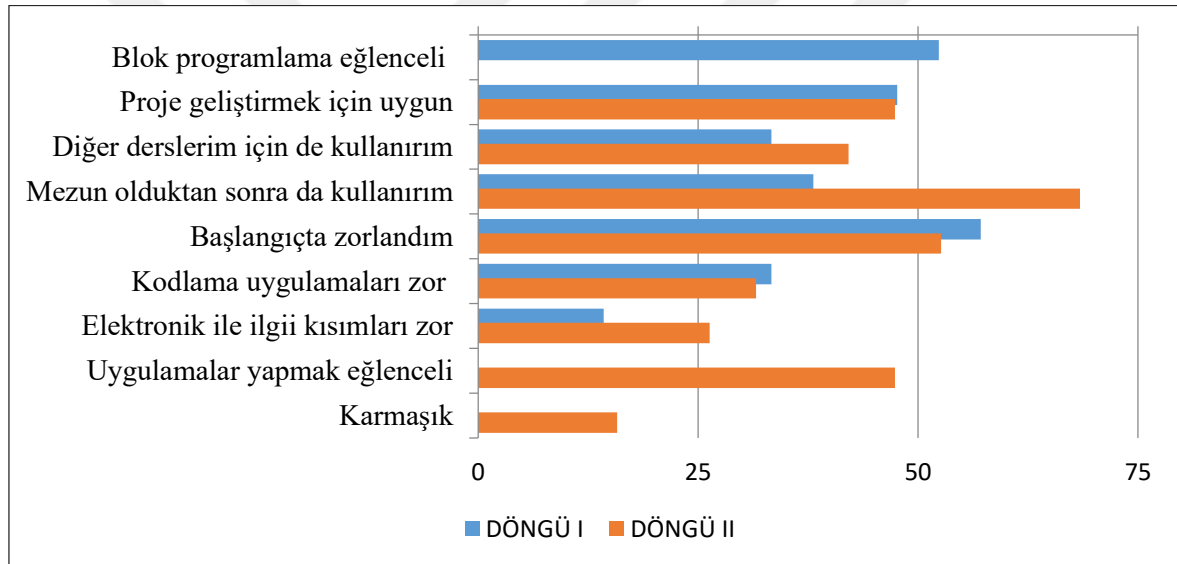


Şekil 4.24. Fiziksel Programlama Platformlarının Kullanımına Yönelik Öğrenci Görüşleri

FPP’larının kullanımına yönelik öğrenci görüşleri incelendiğinde (Şekil 4.24) “kullanıma ilişkin değerlendirmeler”, “öğretim programı dışında kullanım” ve “kullanımda

karşılaşılan zorluklar” olmak üzere üç farklı tema altında gruplandığı görülmektedir. Kullanıma ilişkin değerlendirmeler teması altında katılımcıların yorumları, “uygulamalar yapmak eğlenceli (N=9)” ve “proje geliştirmek için uygun (N=9)” olarak kodlanmıştır. Öğretim programı dışında kullanım temasında öğrenciler diğer dersler için (N=8) ve mezun olduktan sonra da kullanırım(N=13) şeklinde görüş belirtmişlerdir. Kullanımda karşılaşılan zorluklar teması altında öğrencilerin önemli bir bölümü FPP’lerinin kullanımında başta zorlandıklarını (N=10), bazı öğrenciler kodlama ile ilgili kısımlarında (N=6) ve elektronik ile ilgili kısımlarda (N=5) zorluk yaşadıklarını belirtmişlerdir. Üç öğrenci ise FPP’lerini karmaşık bulduğunu belirtmiştir.

Fiziksel programlama platformları ile ilgili her iki döngüye ait öğrenci görüşlerine ait bulguların ortak ve ayrışan yanları ise Şekil 4.25’de sunulmuştur.



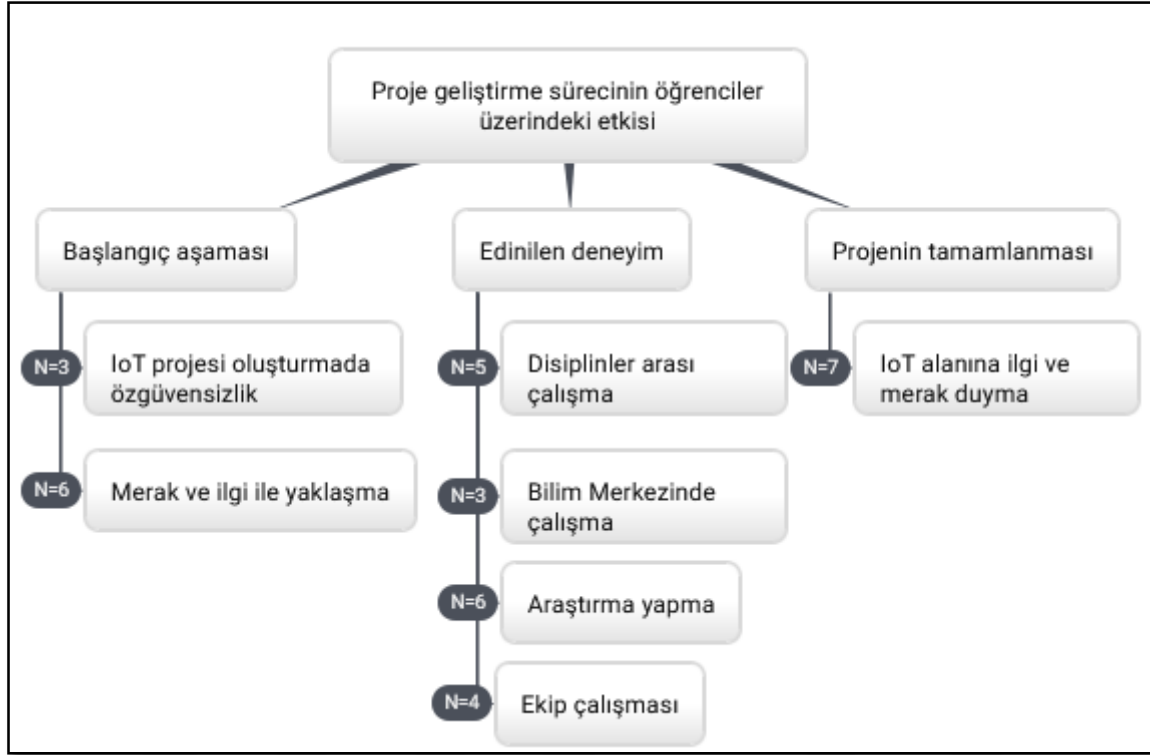
Şekil 4.25. Öğretim Ortamının Programa Etkisine İlişkin Birinci ve İkinci Döngü Görüşleri Ortak Ve Ayrışan Yanlar

Nesnelerin interneti alanında proje geliştirme sürecinin, öğrencilere yönelik etkileri ile ilgili bulgular

Nesnelerin interneti alanında proje geliştirme sürecinin öğrencilere yönelik etkileri ile ilgili olarak araştırma soruları kapsamında öğretmen (3d), öğrenci (3e) görüşleri ve program gözlem formundan elde edilen veriler analiz edilmiştir.

İlk olarak “3.d. Nesnelerin interneti alanında proje geliştirme sürecinin öğrencilere yönelik etkisi konusunda öğretmen değerlendirmeleri nelerdir?” Araştırma sorusu kapsamında öğretmenler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede “Nesnelerin

interneti alanında proje geliştirme sürecinin öğrencilerinize yönelik etkilerini değerlendiriniz.” sorusuna verilen yanıtlar kodlanarak, kodların kümelendiği temalar ile birlikte Şekil 4.26’da sunulmuştur.



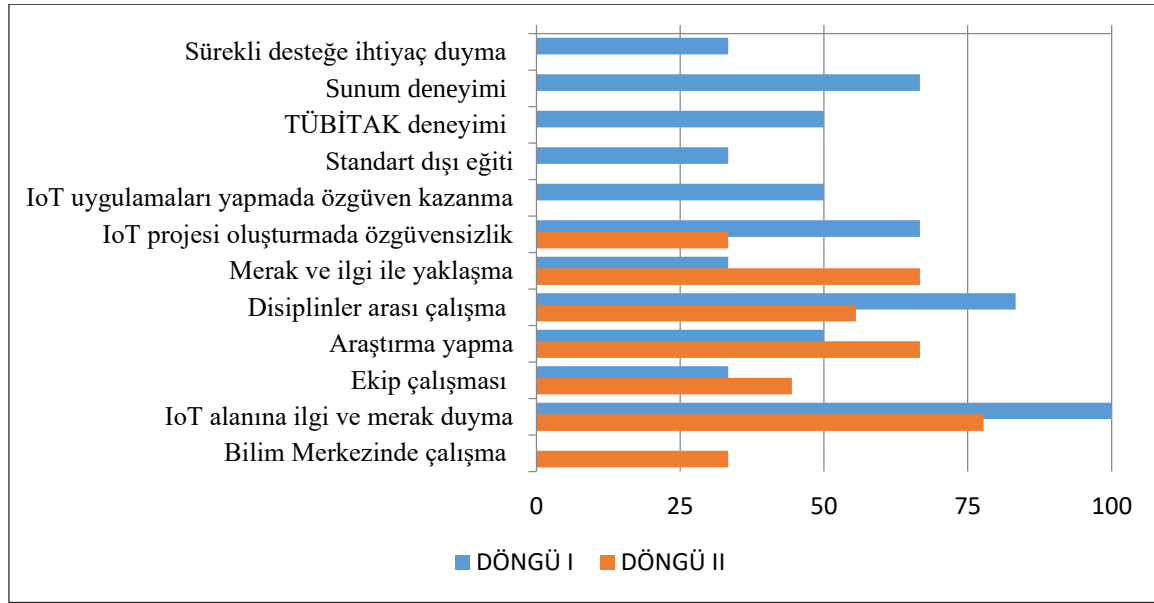
* N = 9

Şekil 4.26. Nesnelerin İnterneti Alanında Proje Geliştirme Sürecinin Öğrencilere Yönelik Etkisine İlişkin Öğretmen Görüşleri

Şekil 4.26’da görüldüğü üzere öğretmenlerin değerlendirmelerinden elde edilen kodlar, proje sürecinin başlangıç aşaması, proje süreci boyunca edindikleri deneyimler ve projenin tamamlanması olarak kümelendi. Başlangıç aşaması teması altında, öğretmen görüşleri “IoT projesi oluşturmada özgüvensizlik (N=3)” ve “Merak ve ilgi ile yaklaşma (N=6)” olarak kodlanmıştır. UYG11 kodlu öğretmen bu konuda “*Başlangıçta zorlandılar kendilerine güvenemediler. Kurduğumuz grup ile farklı sınıflar birbiriyle iletişim ile birbirlerine yardım ettiler.*” yorumunda bulunmuştur. Deneyim teması altında ise “araştırma yapma (N=6)” ve “disiplinler arası çalışma (N=5)” ön plana çıkmaktadır. UYG10 kodlu öğretmen bu konu ile ilgili olarak “*İlgileri üst düzeydeydi. Bol bol araştırma ve deney yaptılar. Sorun yaşadığımız bazı noktalarda bir birleri ile iletişime geçtiler sürekli olarak*” yorumunda bulunmuş, UYG15 kodlu öğretmen ise “*Öğrenciler açısından, kendi cep telefonları üzerinden oluşturdukları donanımları kontrol etmek oldukça ilgili bir yaklaşım sergilemelerine neden oldu*” şeklinde görüş belirtmiştir. Projenin tamamlanması teması altında öğretmenlerin çoğu,

sürecin öğrenciler açısından “IoT alanına ilgi ve merak duyma (N=7)” olarak tanımlanmıştır.

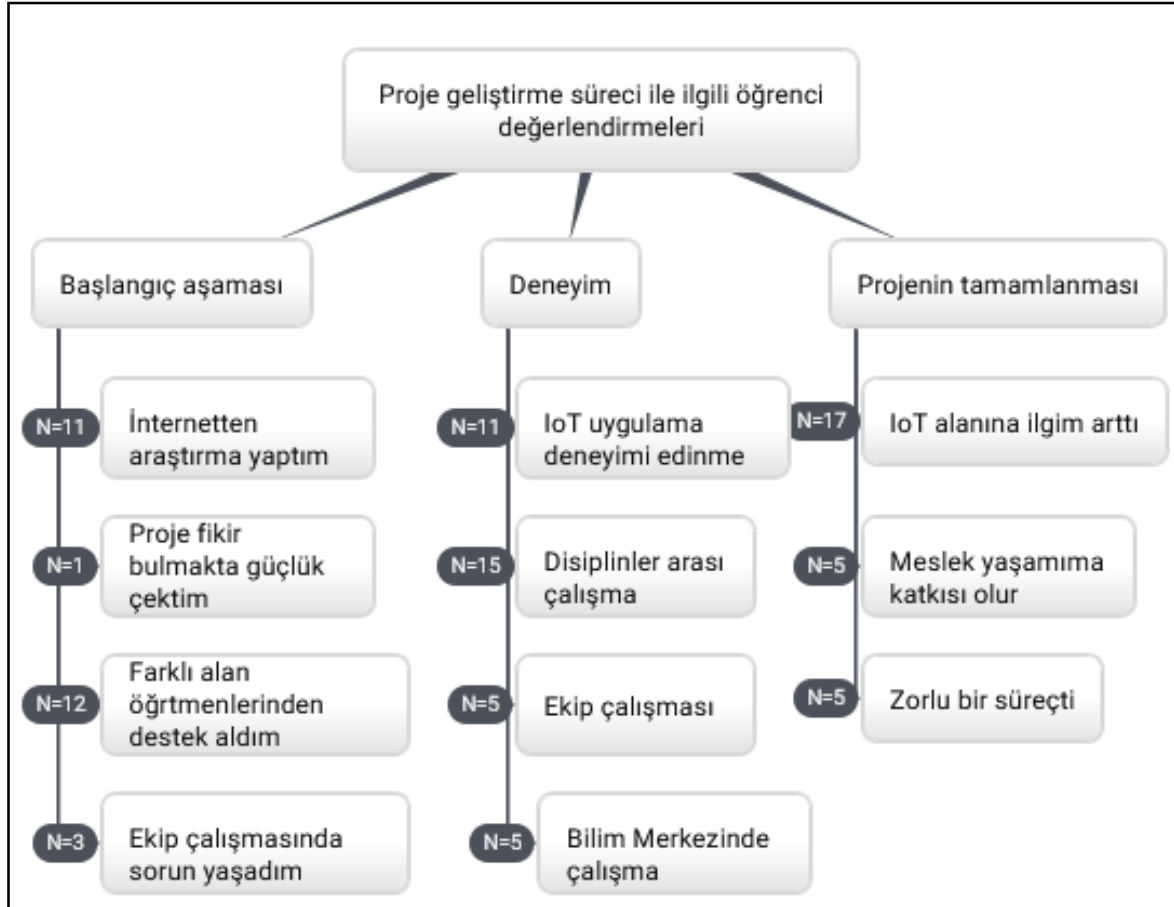
Nesnelerin interneti alanında proje geliştirme sürecinin öğrencilere yönelik etkisi ile ilgili her iki döngüde öğretmen görüşlerine ait bulguların ortak ve ayrılan yanları ise Şekil 4.27’de sunulmuştur.



Şekil 4.27. Proje Geliştirme Sürecinin Öğrencilere Yönelik Etkisine İlişkin Birinci ve İkinci Döngü Öğretmen Görüşleri Ortak Ve Ayrılan Yanlar

Çalışmada “3.e Öğrencilerin nesnelerin interneti alanında proje geliştirme süreci hakkındaki görüşleri nelerdir?” Araştırma sorusu kapsamında öğrenciler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede yöneltilen “Nesnelerin interneti alanında proje geliştirme sürecinde deneyimleriniz nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanarak, kodların kümelendiği temalar ile birlikte Şekil 4.28’de sunulmuştur. Buna göre proje süreci hakkında öğrencilerin değerlendirmelerinden elde edilen kodlar, proje sürecinin başlangıç aşaması, proje süreci boyunca edindikleri deneyimler ve projenin tamamlanması olarak kümelendi. Başlangıç aşamasında öğrenciler, internetten araştırma yaptıklarını (N=11) ve farklı alan öğretmenlerinden destek (N=12) aldıklarını belirtmişlerdir. Deneyim teması altında ise öğrenci görüşleri, IoT uygulama (N=11), disiplinler arası çalışma (N=15), ekip çalışması (N=5) ve Bilim Merkezi (N=5) deneyimi olarak kodlanmıştır. Bu konu ile ilgili olarak T4 kodlu öğrenci “*Takım çalışması ile işler daha kolay ve pratik hale geldi mükemmel bir deneyimdi*” yorumunda bulunmuştur. T9 kodlu öğrenci ise “*Önceden projemize çalışıp geliyordum, her gün farklı bir bilgi öğrenmeye çabalıyordum, kendim projemize verilen*

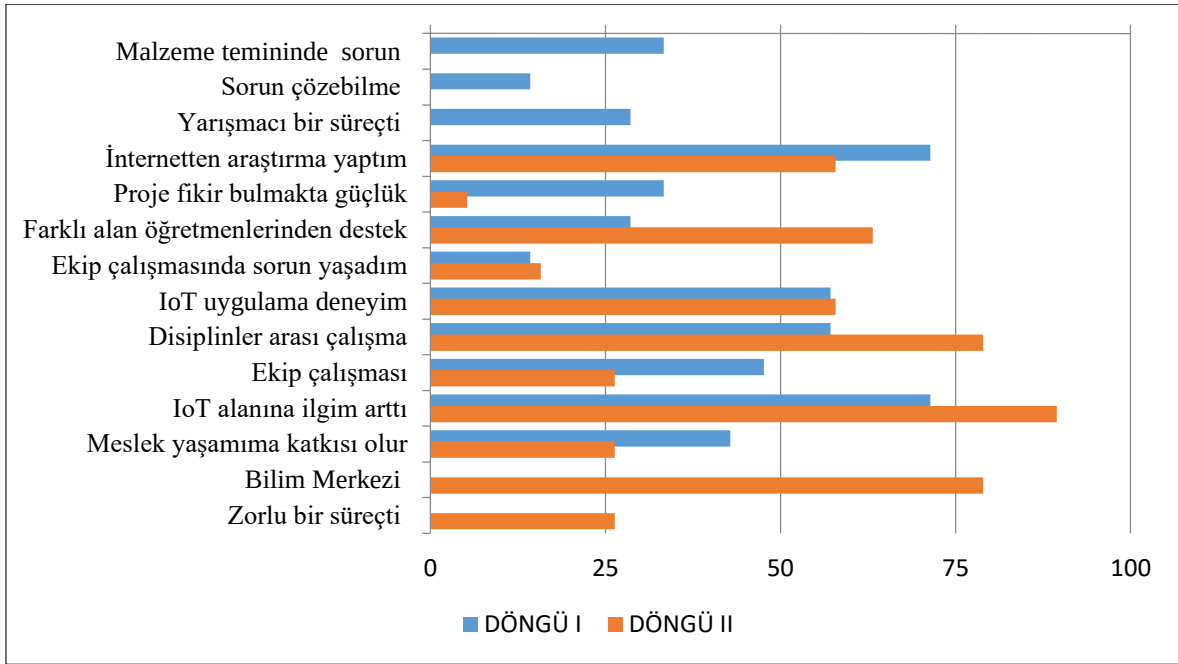
çalışma saatlerin dışında da projemize yoğun ilgi gösteriyordum” şeklinde görüş belirtmiştir. Projenin tamamlanması teması altında ise öğrenci görüşleri, “IoT alanına ilgim arttı (N=17), “Meslek yaşamıma katkısı olur (N=5) ve “zorlu bir süreçti (N=5)” olarak kodlanmıştır. T4 kodlu öğrenci bu konu ile ilgili olarak “Birçok şey kattı ilerde meslek seçimlerimde büyük etkisi olacağına inanıyorum” yorumunda bulunmuştur.



* N = 19

Şekil 4.28. Nesnelerin İnterneti Proje Geliştirme Sürecine Yönelik Öğrenci Görüşleri

Nesnelerin interneti alanında proje geliştirme sürecine yönelik her iki döngüde öğrenci görüşlerine ait bulguların, ortak ve ayrışan yanları ise Şekil 4.29’da sunulmuştur.



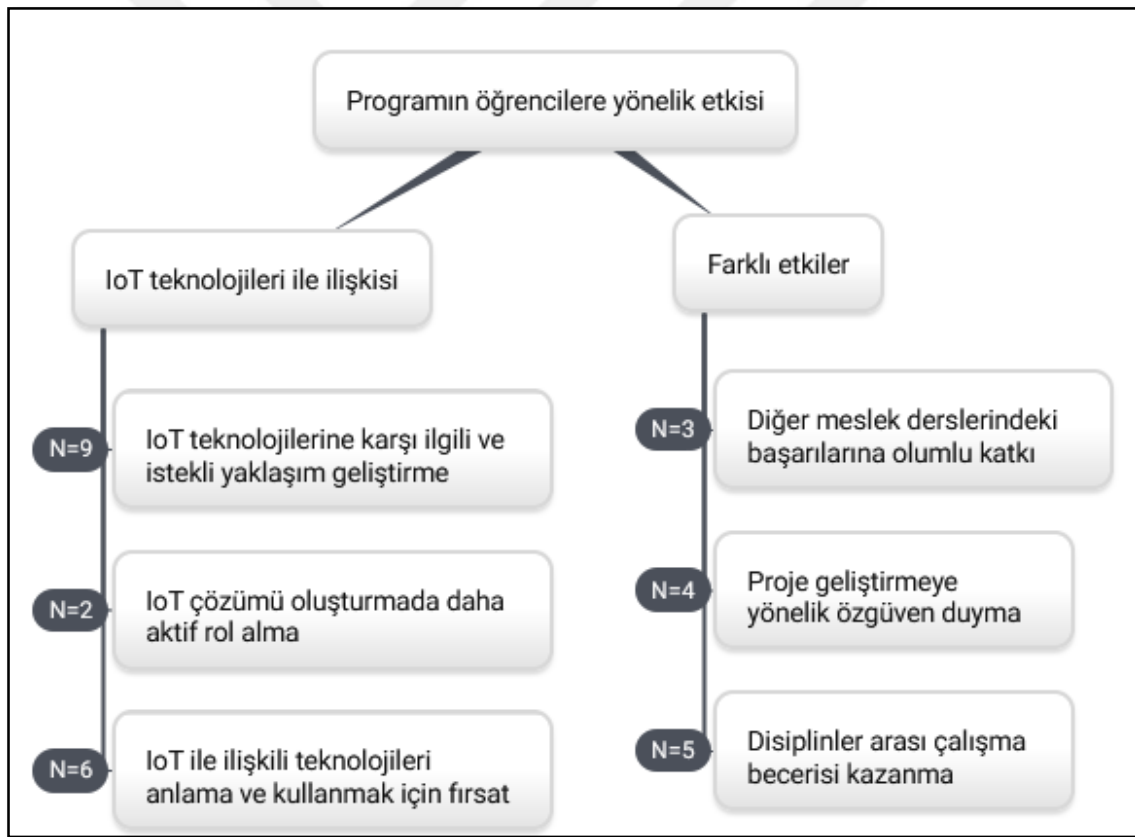
Şekil 4.29. Nesnelerin İnterneti Alanında Proje Geliştirme Sürecine Yönelik Birinci ve İkinci Döngü Öğrenci Görüşleri Ortak Ve Ayrışan Yanlar

Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilere yönelik etkisine ilişkin bulgular

Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilere yönelik etkileri ile ilgili olarak, araştırma soruları kapsamında öğretmen (4e) ve öğrenci (4f) görüşlerinden elde edilen veriler analiz edilmiştir.

İlk olarak, Çalışmada “4.e. Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilere yönelik etkisi konusunda öğretmen değerlendirmeleri nelerdir?” Araştırma sorusu kapsamında öğretmenler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede “Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilerinize yönelik etkilerini değerlendiriniz.” sorusuna verilen yanıtlar kodlanarak, frekansları ve kodların kümelendiği temalar ile birlikte Şekil 4.30’da sunulmuştur. Buna göre programın öğrencilere yönelik etkisi konusunda öğretmen görüşlerinden elde edilen kodlar, “IoT teknolojileri ile ilişkisi” ve “farklı etkiler” olmak üzere iki temaya ayrılmıştır. IoT teknolojileri ile ilişkisi teması altında yer alan kodlar incelendiğinde, öğretmenlerin tümü öğrencilerin IoT teknolojilerine karşı ilgili ve istekli yaklaşıtlarını belirttikleri görülmektedir. Farklı etkiler teması altında ise “Disiplinler arası çalışma becerisi kazanma (N=5)” ve “proje geliştirmeye yönelik özgüven duyma (N=4)” kodları dikkat çekicidir. Bu konu ile ilgili olarak UYG12 kodlu öğretmen “Çok hoşlarına gitti. Gençlerin bilgisayar teknolojilerine karşı merakları çok fazla olduğundan sıkılmadan

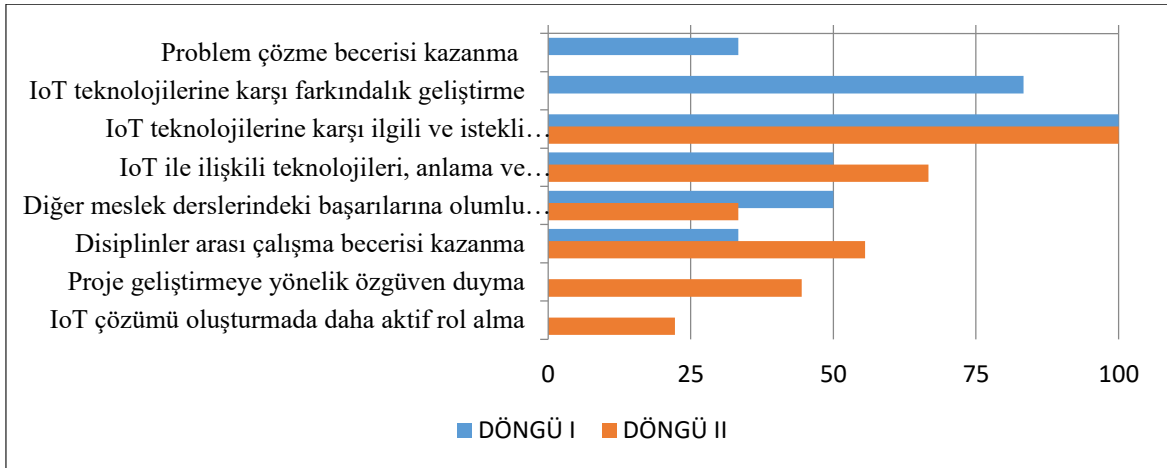
anlatılanları dinlediler ve uyguladılar. Öğrencilere de bir eğitim seti hediye edebilseydik daha kalıcı olurdu” yorumunda bulunmuş, UYG13 kodlu öğretmen ise “Projeye katılan öğrencilerimiz çok ilgililerdi, kendilerini farklı hissettiklerini ve okulun kendilerine değer verdiğini düşündüklerini söylediler” şeklinde görüş belirtmiştir. UYG8 kodlu öğretmen “Öğrencilerime yabancı gelmedi çok fazla. Ancak verilerin internet üzerine gönderilip buradan incelenmesi ve takibi konusu gibi yeni teknolojiler konusunda tecrübe edindiler”, UYG9 kodlu öğretmen ise “İlk birkaç hafta zorlandılar. Bilişim Teknolojileri öğrencilerinin elektronik devreler konusunda yeterlilikleri olmadığı için elektronik konuları biraz zor oldu. Ancak program sonunda onlarda temel elektronik konularını öğrenmiş oldular. Elektrik ve Elektronik Teknolojisi öğrencileri de kodlama becerileri edindiler”, UYG14 kodlu öğretmen ise “eğitimde yer alan ve proje yapan öğrenciler için yeni bir ufuk açtığını fark ettim. Çünkü tam manasıyla nesnelerin (eşyaların) konuştuğunu anladılar” şeklinde görüş belirtmiştir.



* N = 9

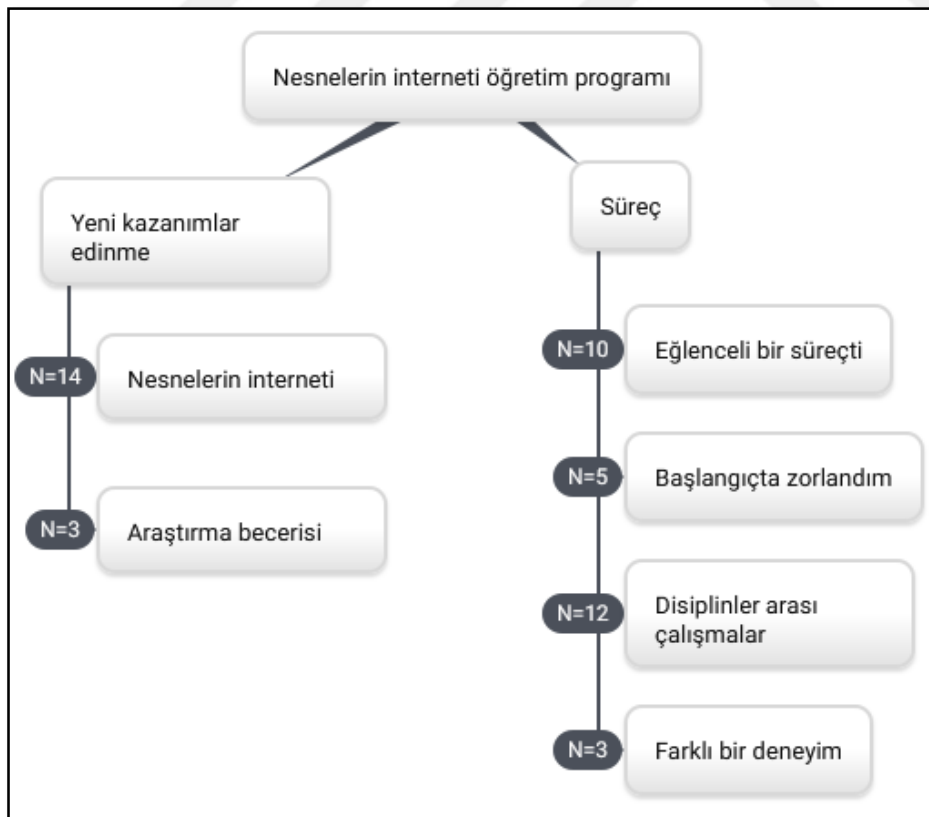
Şekil 4.30. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programının Öğrencilere Yönelik Etkisine İlişkin Öğretmen Görüşleri

Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilere yönelik etkisi ile ilgili her iki döngüde öğretmen görüşlerine ait bulguların, ortak ve ayrışan yanları ise Şekil 4.31’de sunulmuştur.



Şekil 4.31. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programının Öğrencilere Yönelik Etkisine İlişkin Birinci ve İkinci Döngü Öğretmen Görüşleri Ortak Ve Ayrışan Yanlar

İkinci olarak ise “4.f. Öğrencilerin nesnelerin interneti öğretim süreci hakkındaki görüşleri nelerdir?” araştırma sorusu kapsamında öğrenciler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede yöneltilen “Nesnelerin interneti öğretimi boyunca deneyimleriniz nelerdir? Program hakkındaki düşüncelerinizi açıklayınız” sorusuna verilen yanıtlar kodlanarak, kodların kümelendiği temalar ile birlikte Şekil 4.32’de sunulmuştur.

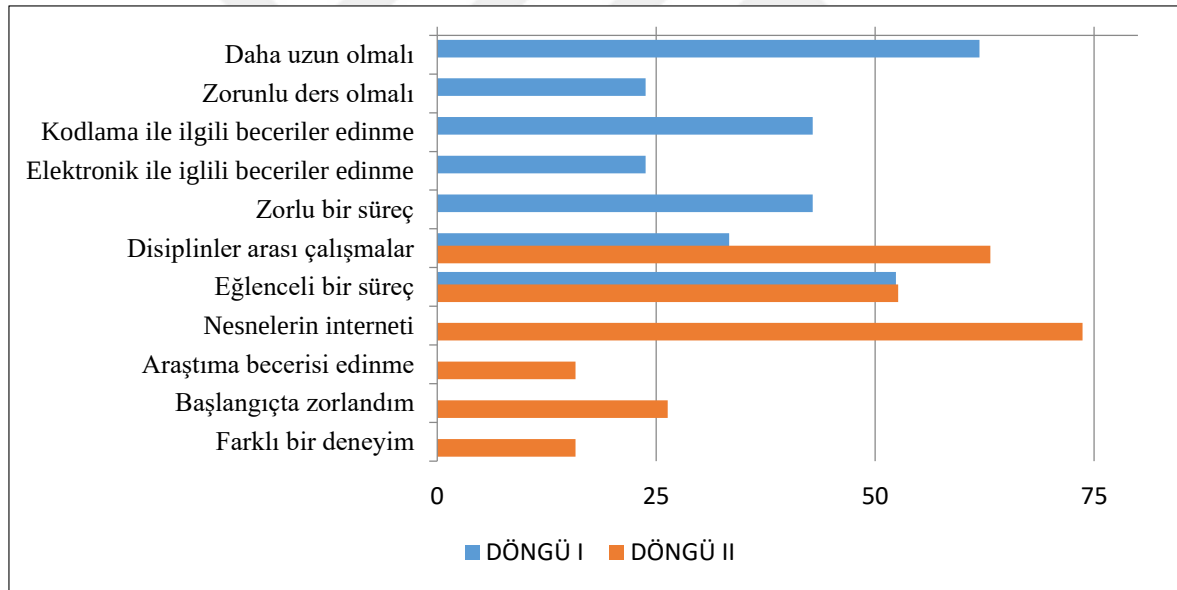


* N = 19

Şekil 4.32. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programına Yönelik Öğrenci Görüşleri

Nesnelerin interneti öğretim programına yönelik öğrenci görüşleri (Şekil 4.32) incelendiğinde, yeni kazanımlar edinme teması altında “Nesnelerin interneti (N=14)” ve “Araştırma becerisi (N=3)” kodları yer almaktadır. Katılımcıların diğer değerlendirmeleri süreç teması altında kodlanmıştır. Bu tema altında katılımcılar çoğunlukla süreci, “Disiplinler arası çalışmalar yapma (N=12)” ve “Eğlenceli (N=10)” olarak tanımlamışlardır. Bu konu ile ilgili olarak T4 kodlu öğrenci “Öncelikle bolca alternatifi olan çok eğlenceli ve geleceğe yönelik konu. Bu tarz konuların çoğalması gerektiğini düşünüyorum”, T3 kodlu öğrenci ise “çok faydalı bir eğitim oldu benim için. Nesnelerin interneti hakkında bilgi edindim bundan sonraki projelerimi bunun üzerine yapmayı düşünüyorum” şeklinde görüş belirtmiş, T12 kodlu öğrenci “Başlangıçta biraz zorlandım ama sonra çok sevdim” yorumunda bulunmuştur.

Nesnelerin interneti öğretim programı ile ilgili her iki döngüde öğrenci görüşlerine ilişkin bulguların, ortak ve ayrışan yanları ise Şekil 4.33’de sunulmuştur.

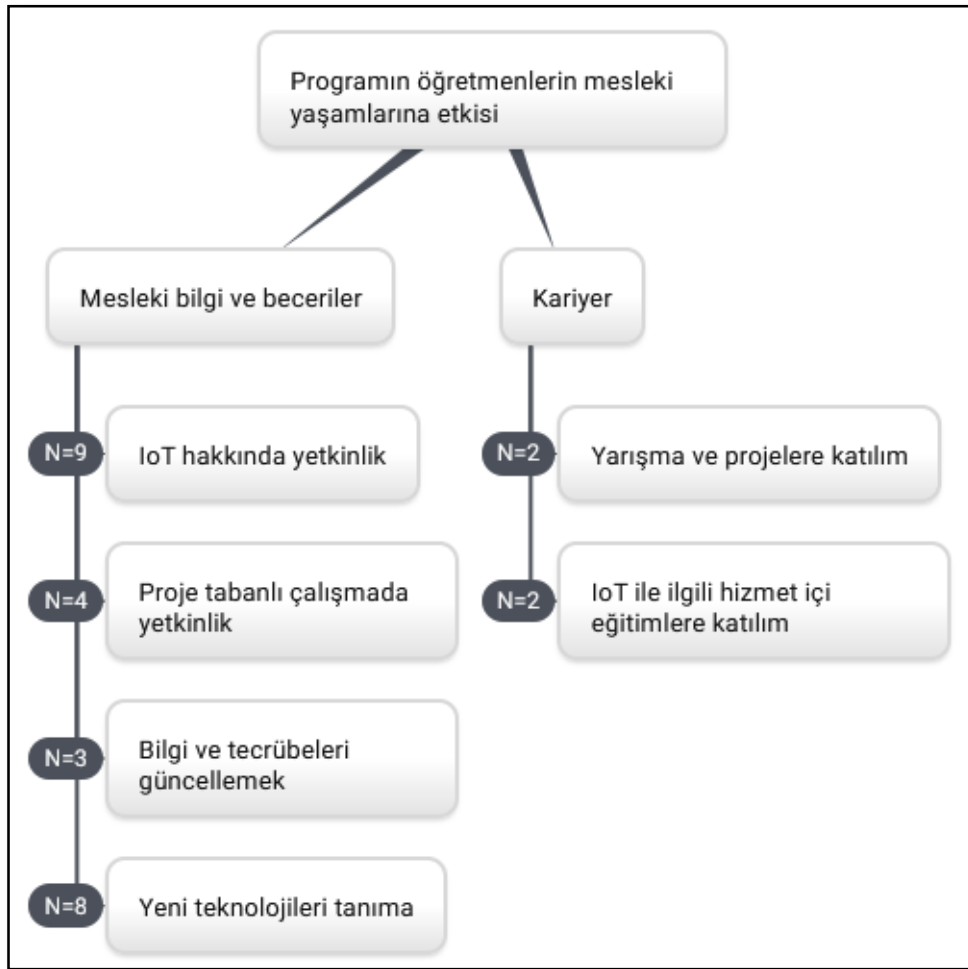


Şekil 4.33. Nesnelerin İnterneti Öğretim Programı İle İlgili Her İki Döngüde Öğrenci Görüşlerine İlişkin Ortak Ve Ayrışan Temalar

Nesnelerin interneti öğretim sürecinin öğretmenlerin mesleki yaşamlarına etkisine ilişkin bulgular

Çalışmada “4.g. Öğretmenlerin, nesnelerin interneti öğretim sürecinin mesleki yaşamlarına etkisi hakkındaki görüşleri nelerdir?” Araştırma sorusu kapsamında öğretmenler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede yöneltilen “Nesnelerin interneti öğretiminin mesleki kariyeriniz açısından sizce tür etkileri olabilir?” sorusuna

verilen yanıtlar kodlanarak, kodların kümelendiği temalar ile birlikte Şekil 4.34’te sunulmuştur.



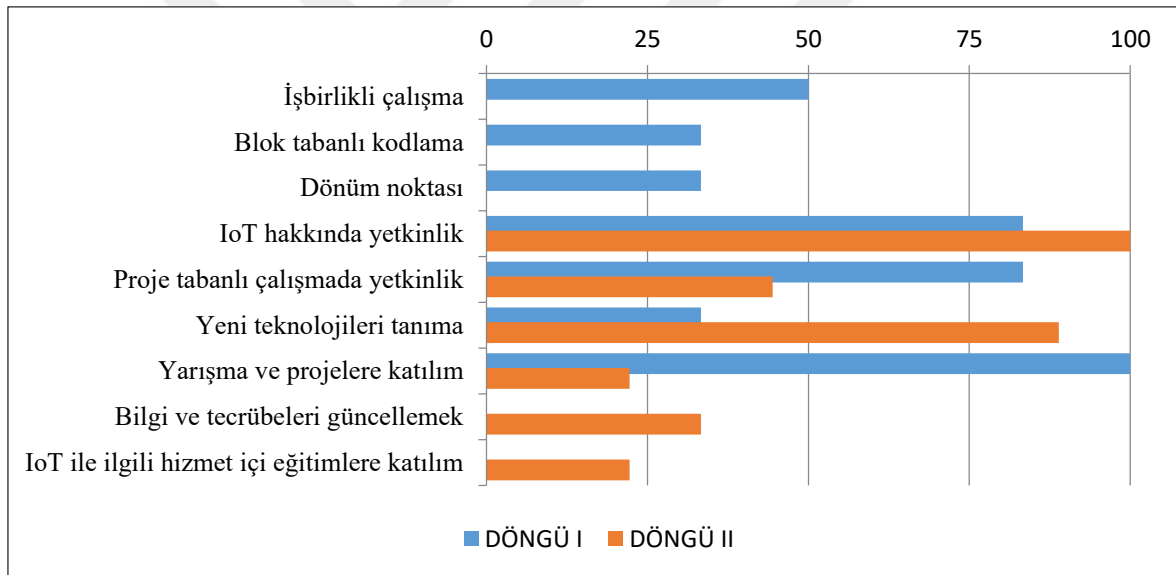
* N = 9

Şekil 4.34. Nesnelerin İnterneti Öğretim Sürecinin Mesleki Yaşamlarına Etkisine İlişkin Öğretmen Görüşleri

Şekil 4.34’te görüldüğü üzere öğretmenlerin nesnelerin interneti öğretim sürecinin mesleki yaşamlarına etkisi hakkındaki görüşleri “*Mesleki bilgi ve beceriler*” ve “*Kariyer*” temaları altında gruplanmıştır. Mesleki bilgi ve beceriler teması altında yer alan kodlar incelendiğinde, öğretmenlerin büyük bir kısmının, IoT hakkında (N=9) ve proje tabanlı çalışmada (N=4) yetkinlik kazandıklarını belirttikleri görülmektedir. Kariyer teması altında ise iki öğretmen çeşitli projelere, iki öğretmen ise IoT ile ilgili hizmet içi eğitimlerine katıldıklarını belirtmişlerdir. Bu konu ile ilgili olarak UYG15 kodlu öğretmen “*Atölye ortamında, öğrenciler ile güncel konulara dayalı proje odaklı çalışma yapmak, gündelik hayat koşullarındaki sorunlara cevap aramak açısından, bilgileri ve tecrübeleri güncellemek noktasında verimli*”, UYG12 kodlu öğretmen ise “*Bu yıl MEB nesnelerin*

interneti ile ilgili hizmet içi uzaktan eğitim düzenliyor. Program katkısıyla bir deneyimimiz olduğu için çekinmeden hemen başvurdum. Bu süreçte aldığımız eğitimin katkısıyla verimli bir hizmet içi eğitim olacağını düşünüyorum” yorumunda bulunmuştur. UYG9 kodlu öğretmen ise “Önümüzdeki süreçte Bilişim Teknolojileri Alanı için “Nesnelerin İnterneti” ders olarak okutulacağından bu eğitim ve proje sürecinde yer alarak çok büyük bir avantaj elde etmiş olduğumu düşünüyorum. Artık gelecekte tüm nesneler de kendi dilleri ile konuşacaklar ve kendi adıma bu dili öğrendiğimi düşünüyorum. Mesleğim açısından yeni bir disiplin, yeni bir dil. Nesnelerin interneti gelecekte sürekli yer alacak bir kavram, ben de mesleğim açısından geleceğe hazırım diye düşünüyorum” şeklinde görüş bildirmiştir.

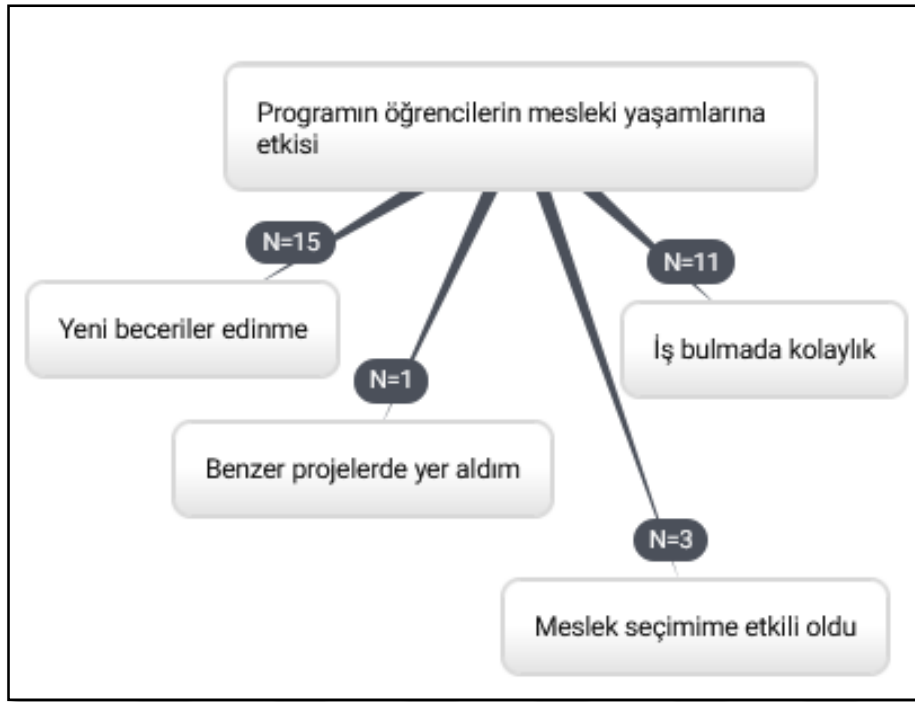
Nesnelerin interneti öğretim sürecinin öğretmenlerin mesleki yaşamlarına etkisi ile ilgili her iki döngüde öğretmen görüşlerine ilişkin bulguların, ortak ve ayrılan yanları ise Şekil 4.35’te sunulmuştur.



Şekil 4.35. Nesnelerin İnterneti Öğretim Sürecinin Öğretmenlerin Mesleki Yaşamlarına Etkisi İle İlgili Her İki Döngüde Öğretmen Görüşlerine İlişkin Ortak Ve Ayrılan Temalar

Nesnelerin interneti öğretim sürecinin öğrencilerin mesleki yaşamlarına etkisine ilişkin bulgular

Çalışmada “4.f. Öğrencilerin nesnelerin interneti öğretim sürecinin mesleki kariyerlerine etkisi hakkındaki görüşleri nelerdir?” araştırma sorusu kapsamında öğrenciler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede “Nesnelerin interneti öğretiminin mezun olduktan sonra mesleki kariyeriniz açısından etkileri neler olabilir?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanarak Şekil 4.36’da sunulmuştur.

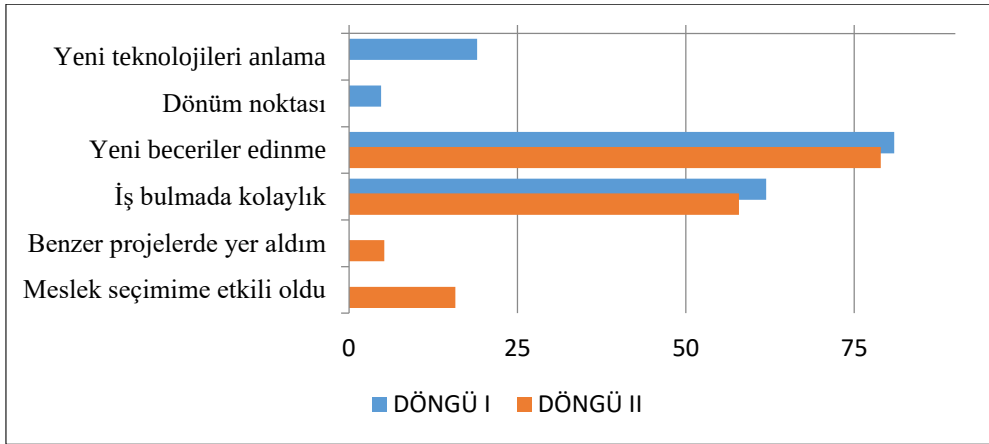


* N = 19

Şekil 4.36. Nesnelerin İnterneti Öğretim Sürecinin Mesleki Yaşamlarına Etkisine İlişkin Öğrenci Görüşleri

Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilerin mesleki yaşamlarına etkisi hakkında öğrenci görüşleri incelendiğinde, katılımcıların çoğunun ifadeleri “yeni beceriler edinme (N=15)” ve “iş bulmada kolaylık (N=11)” olarak kodlandığı görülmektedir. Bu konu ile ilgili olarak T3 kodlu öğrenci “*ileride birçok iş sektörüne sahiplik yapacak bir çalışma nesnelerin interneti cidden geleceğin mesleklerinde yeri üst sıralarda*” yorumunda bulunmuştur. T2 kodlu öğrenci “*Bence bir yandan iyi bir yandan kötü, neden kötü olan şey makinalar çıktıkça tembelleşen insanların iş bulma oranların düşmesi, iyi yanı ise IoT bildiğim için daha kolay iş bulabilirim. Ayrıca bence gerek dünyaya gerekse çevreye faydalı*” şeklinde görüş belirtmiştir. T7 kodlu öğrenci bu konuda “*Nesnelerin interneti eğitim süreci büyük yarar sağladı bu sayede gelecekte yapılacak proje benzeri şeylere artık daha tecrübeli bir şekilde katılabileceğim*”, T1 kodlu öğrenci ise “*Bence geleceğin en önemli alanlarından biri ve bu alanda hayatımın her zamanında kendimi geliştireceğim*” yorumunda bulunmuştur.

Nesnelerin interneti öğretim sürecinin öğrencilerin mesleki yaşamlarına etkisi ile ilgili her iki döngüde öğrenci görüşlerine ilişkin bulguların, ortak ve ayrışan yanları ise Şekil 4.37’de sunulmuştur.



Şekil 4.37. Nesnelerin İnterneti Öğretim Sürecinin Öğrencilerin Mesleki Yaşamlarına Etkisi İle İlgili Her İki Döngüde Öğrenci Görüşlerine İlişkin Ortak Ve Ayrışan Temalar

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırma kapsamında Mesleki ve Teknik Ortaöğretim seviyesinde Nesnelerin İnterneti ile ilgili bir yeterlilik profili oluşturulmuş ve oluşturulan yeterliliklerin kazanımına yönelik bir öğretim programı tasarlanarak iki farklı döngü çerçevesinde meslek lisesi öğrencilerine uygulanmıştır. Gerçekleştirilen bu araştırma neticesinde Nesnelerin İnterneti öğretim programını alan öğrencilerin yeterliliklere ulaşma düzeyi değerlendirilerek hipotezler sınanmıştır. Ayrıca, nesnelerin interneti yeterlilik profilinin özellikleri ortaya konmuş, tasarlanan nesnelerin interneti öğretim programının yeterlilikleri kazandırma düzeyi sınıf ve alan bazında incelenmiş, öğretim sürecinin öğretmen ve öğrenciler açısından etkileri çeşitli yönleriyle ele alınmış ve edinilen bulgular tartışılarak sonuçlarıyla birlikte ortaya konmuştur.

Nesnelerin interneti yeterlilik profiline ilişkin sonuç ve tartışma

Bu araştırma kapsamında, nesnelerin interneti teknolojileri alanında 10 yeterlilik ve her bir yeterliliği detaylandıran toplam 37 alt yetkinlik tanımlanmıştır. Bu yeterlilikler, Avrupa Yeterlilik Çerçevesinde (AYÇ) belirtilen seviye tanımlarına uygun olarak meslek lisesi seviyesinde (AYÇ 4. Seviye) tanımlanmıştır. Bunun nedeni özellikle son yıllarda, endüstri 4.0 ile ilişkili sektörlerde ara eleman (teknisyen, tekniker) düzeyindeki iş tanımlarının giderek daha fazla nesnelerin interneti teknolojilerini içerdiği düşünülmesi ve bu seviyede bir yeterlilik çalışmasının henüz gerçekleştirilmemiş olmasıdır. AYÇ uyumlu nesnelerin interneti yeterliliklerine ilişkin ilk çalışmalarının yüksek lisans ve doktora seviyelerinde (AYÇ 7 ve 8 seviye) gerçekleştirildiği görülmektedir (Kharchenko, Illiashenko, Boyarchuk, Sklyar, ve Phillips; Gliń, Nitkiewicz, ve Chattinnawat, 2019). Ancak, bu çalışmadan iki yıl sonra Sharkov vd. (2020) meslek yüksekokulu seviyesinde (AYÇ 5. Seviye) bir yeterlilik tasarımı çalışmasını yayınlamıştır. Ayrıca son yıllarda AYÇ standardından bağımsız olarak nesnelerin interneti eğitiminin K-7 düzeyinden itibaren (STEMpedia, 2020) ya da herhangi bir ön bilgi, beceri gerektirmeden lise ve üzeri düzeylerde (Harris, 2018; Bilgeiş, 2020) yaygınlaştığı görülmektedir. Bu durum, nesnelerin interneti ile ilgili yeterlilik çalışmalarının giderek daha erken düzeylere çekildiğini göstermekte ve bu bağlamda mesleki eğitim düzeyinde nesnelerin interneti yeterliliklerinin tanımlanma ihtiyacını doğrular niteliktedir.

Araştırma kapsamında 4.seviye için tasarlanan nesnelerin interneti yeterlilikleri ile Sharkov vd. (2020) tarafından tasarlanan 5.Seviye yeterlilikleri karşılaştırıldığında

yeterliliklerin büyük ölçüde örtüşükleri görülmektedir. Bu durum araştırma kapsamında gerçekleştirilen yeterlilik tasarımının güvenilirliğini destekler niteliktedir. Farklı olarak Sharkov vd.’nin çalışmasında “*IoT mimarisi tasarımı*” ve “*IoT iş ölçekleri*” ile ilgili yeterlilikler yer almakta olup bu durumun seviye farkından kaynaklandığı ve beklenen bir durum olduğunu söylemek mümkündür. Nitekim bu çalışma kapsamında taslak yeterliliklerde yer alan ve tasarım ile ilgili olan “*Bir ürünü evrensel tasarım ilkelerine göre eleştirir*” ve “*3D yazıcı için ve fiziksel prototipler tasarlar ve geliştirir*” yeterlilikleri, YTUDG tarafından lise seviyesinde ve hedeflenen yaş grubu düzeyinin üzerinde olması nedeniyle yeterlilik çerçevesinden çıkarılmıştır. Bu durumun YTUDG’nin bu yeterlilikler üzerindeki önerisini doğrular nitelikte olduğunu düşündürmektedir.

Nesnelerin interneti yeterliliklerinin belirlenme aşamasında YTUDG, taslak yeterlilikler içerisinde yer alan temel elektronik ile ilgili becerileri, ön gereklilik olduğu ve bu becerilere yer verilmesi halinde IoT odağından sapmaya yol açabileceği gerekçesiyle yeterlilik çerçevesinin dışında tutmuştur. Bununla birlikte taslak yeterliliklerde yer alan temel programlama ile ilgili becerileri ise yeterlilik çerçevesine almıştır. Bunun nedeni YTDUG’nin yeterlilik çerçevesini belirlerken hedef kitlenin hazır bulunuşluk düzeyini dikkate alması olabilir. Nitekim, meslek liselerinde temel elektronik içeren dersler bilişim, elektrik-elektronik, endüstriyel otomasyon gibi alanlarda ortak olarak okutulurken, temel programlama içeren dersler sadece bazı alan ve dallarda okutulmaktadır. Nesnelerin interneti yeterlilikleri ile ilgili diğer çalışmalarda da temel elektronik ve programlama becerilerinin yer verilmesinde farklılıklar göze çarpmaktadır. Bu çalışmalarda yer alan farklılıklar, hedef kitlenin eğitim düzeyi ve öğrencilerin okudukları alan ile ilgili olabilir. Mühendislik programlarında ağırlıklı olarak temel elektronik ve programlama becerilerine değinilmemiştir (Bogdanovic vd., 2014; Farha, 2015; He vd., 2016; Raikar vd., 2016; Berry, Galluzzi, ve Shibberu, 2017). Lise ve ön lisans programlarında ise temel becerilerin yeterliliklerde yer aldığı görülmektedir (Kortuem, Bandara, Smith, Richards, ve Petre, 2013; Sharkov vd., 2020). Ancak lisans düzeyinde olmasına karşın temel elektronik ve programlama becerilerine yer veren çalışmalar da bulunmaktadır (Duvall ve Hollingsworth, 2016). Bu çalışmalarda yer alan farklılıklar da YTDUG’in değerlendirmesine paralel olarak temel programlama ve elektronik ile ilgili becerilerin yer almasında eğitim düzeyinin ve hedef kitlenin hazır bulunuşluğunun dikkate alındığını gösterebilir. Bu bağlamda yeterlilikler ile ilgili tasarım çalışmalarının nesnelerin interneti odağından alıkoymayacak,

ancak öğrencilerin de hazır bulunuşluğu dikkate alınarak gerçekleştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Araştırma bulgularında nesnelerin interneti yeterliliklerinin donanım, yazılım ve ağ iletişimi disiplinlerini içerdiği görülmektedir. Bu disiplinler ile birlikte yeterlilik çerçevesinde, nesnelerin interneti teknolojilerinin getirdiği riskleri tanıma ve çözüm geliştirme ile ilgili yetkinlikler güvenlik, gizlilik ve etik boyutları ile tanımlanmıştır. Ancak literatürde yer alan çalışmaların büyük çoğunluğunun donanım, yazılım ve ağ iletişimi disiplinlerini içermesine karşın güvenlik gizlilik ve etik boyutların yeterliliklerde yer almasında farklılıklarla karşılaşmaktadır. Özellikle mühendislik alanındaki çalışmalar incelendiğinde sadece donanım, yazılım ve ağ iletişimi disiplinlerine yer verildiği görülmektedir (Bogdanovic vd., 2014; Farha, 2015; He vd., 2016; Kotsifakos vd., 2019). Bununla birlikte, nesnelerin interneti yeterliliklerini güvenlik, gizlilik ve etik boyutlarını kapsayacak şekilde oluşturan çalışmalar da bulunmaktadır (Duvall ve Hollingsworth, 2016; Burd vd., 2018). Sharkov vd. (2020) çalışmasında güvenlik ve gizlilik boyutlarına yer vermiş, lise öğrencilerine yönelik gerçekleştirilen çalışmasında ise Kortuem vd. (2013) toplumsal yapıya katkısı ve etik boyutlarına yer vermiştir. Berry vd. (2017) IoT eğitimi ile ilgili pilot çalışmasında sadece teknik disiplinlere yer vermesine karşın önerilerinde IoT'nin güvenlik ve gizlilik boyutlarının da ele alınması gerektiğini belirtmiştir. Sonuç olarak nesnelerin interneti teknolojilerinin içerdiği teknik disiplinlerin yanında güvenlik, gizlilik ve etik gibi sosyal etkiler hakkında farkındalığa sahip olmanın da özellikle lise düzeyi açısından gerekli olduğu ve nesnelerin interneti teknolojilerinin eğitiminde, teknik ve sosyal boyutun birlikte ele alınması gerektiği düşünülmektedir.

Nesnelerin interneti öğretim programının uygulanmasına yönelik sonuç ve tartışma

Bu çalışma kapsamında oluşturulan nesnelerin interneti öğretim programı, yine çalışma kapsamında tasarlanan nesnelerin interneti yeterliliklerini kazandırmayı amaçlamaktadır. Literatürde yer alan nesnelerin interneti eğitimlerini inceledikleri çalışmasında Burd vd. (2018), nesnelerin interneti eğitimi alanındaki en önemli gereksinimlerden birinin, resmi olarak tanımlanmış nesnelerin interneti yetkinlikleri ile uyumlu bir müfredat tasarımı olduğunu belirtmektedir. Araştırma kapsamında hazırlanan nesnelerin interneti öğretim programının, AYÇ bağlamında hazırlanmış nesnelerin interneti yeterlilik çerçevesi ile uyumlu olması, bu alandaki müfredat gereksinimini karşılamaya katkı sunabilir.

Nesnelerin interneti öğretim programı, atölye/uygulama ve proje yapımı olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Benzer şekilde literatürde yüz yüze gerçekleştirilen IoT eğitimlerinin neredeyse tamamı uygulamalı etkinlikler içermekte, birçoğu ise eğitim sürecinde öğrencilerin takımlara ayrıldığı bir proje çalışmasına da yer vermektedir (Förster vd., 2017; Kurkovsky ve Williams, 2017; Kotsifakos vd., 2019). Araştırma bulguları ise nesnelerin interneti öğretim programının uygulamalı ve proje süreçleri ile birlikte yürütüldüğünde öğretmen ve öğrenciler tarafından genel olarak olumlu sonuçlar elde edildiği yönünde olup bu başlık altında programın uygulanmasına yönelik edinilen sonuçlar derinlemesine tartışılmıştır.

Nesnelerin interneti öğretim programı öncesi öğretmenlere verilen eğitim ile ilgili sonuç ve tartışma

Araştırma sorusu (4a) kapsamında, öğretmenlerin nesnelerin interneti öğretim programı öncesi aldıkları eğitim hakkındaki görüşleri incelenmiştir. Araştırma bulgularında eğitime katılan öğretmenler yeni bilgi ve beceriler edindiklerini vurgulamış olup, bu sonuç Jaklić (2020)'nin nesnelerin interneti eğitici eğitimi ile ilgili olarak, öğretmenlerin eğitimin güncel fikirler barındırdığı ve yeni bilgi ve beceriler edindikleri görüşlerini ortaya koyan çalışma sonuçları ile örtüşmektedir. Eğitici eğitimi ile ilgili diğer çalışmalarda da öğretmenlerin yeni bilgi ve beceriler edinme beklentilerinin ön planda olduğu görülmektedir (Arslan ve Şahin, 2013; Güngör ve Yildirim, 2016; Uçar, 2017). Bu durum, nesnelerin interneti eğitici eğitiminin, güncel teknolojilere ilişkin yeni kavramlar ve beceriler içerdiği ve bu bağlamda da öğretmenlerin beklentilerini karşıladığını düşündürmektedir. Öğretmenler, edindikleri yeni bilgi ve beceriler arasında ise “ağ bağlantılı donanımlar” ve “bulut tabanlı uygulamalar” konularını dile getirmişlerdir. Bu konu ile ilgili olarak MEB hizmet içi eğitim faaliyetleri incelendiğinde, 2020 yılında sağlık koşulları nedeniyle uzaktan eğitim yoluyla nesnelerin interneti temel seviye kursu verildiği görülmektedir (MEB, 2021). MEB'in ağ iletişimi ve bulut tabanlı uygulamaları içeren nesnelerin interneti teknolojilerini, sağlık koşulları nedeniyle uzaktan eğitim üzerinden de olsa eğitim faaliyeti olarak planlanması, öğretmenlerin bu yöndeki ihtiyaç ve beklentileri ile uyumlu hareket edildiğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, MEB tarafından düzenlenen nesnelerin interneti eğitimi faaliyetinde katılımcıların öncelikle Bilişim Teknolojileri alanından seçileceği belirtilmiştir. Oysa araştırma bulguları çerçevesinde öğretmenler, nesnelerin interneti eğitiminde yer alan katılımcıların farklı branşlardan olmasını olumlu bulmuşlardır. Nesnelerin internetinin

disiplinler arası yapı da olması, katılımcı öğretmenlerin branş farklılığını ayrıca önemli kılmakta, dolayısıyla faaliyet düzenleyicilerin, nesnelerin interneti eğitimini farklı branşları bir arada bulunduracak şekilde planlaması gerektiği düşünülmektedir.

Araştırma kapsamında gerçekleştirilen eğitici eğitiminde katılımcı öğretmenlere ait ulaşım ve konaklama masrafları proje bütçesinden karşılanmış ve daha önceden planlanmıştır. Öğretmenlerin hizmet içi eğitime ilişkin beklentilerini ortaya koyan çalışmalarda benzer şekilde eğitim yerine ulaşım ve konaklamada kolaylık sağlanması yer almaktadır (Arslan ve Şahin, 2013; Uçar, 2017). Bu bağlamda, nesnelerin interneti eğitici eğitiminin bu yönden de öğretmenlerin beklentilerini karşıladığı söylenebilir. Ayrıca, nesnelerin interneti eğitici eğitiminin üniversite bünyesinde gerçekleştirilmesi ve eğitim kadrosunda akademisyenlerin de yer alması, eğitici eğitimlerinde MEB – üniversite işbirliklerine örnek olabilmesi açısından önem arz etmektedir. Nitekim Arslan ve Şahin (2013) çalışmasında hizmet içi eğitimlerde MEB – üniversite işbirliğinin eksikliğini vurgulamış, Nesli (2017) ise çalışmasında öğretmen-akademisyen iletişimini güçlendirmeye dayalı bir MEB – üniversite işbirliği modeli önermiştir. Bu bağlamda, çalışmada gerçekleştirilen eğitici eğitimi MEB ile üniversiteler arasındaki işbirliğini arttırmaya katkı sunabilir.

Araştırmanın ikinci döngüsünde eğitici eğitimi dört güne çıkarılmasına karşın, gün sayısının arttırılması yönünde öğretmen değerlendirmeleri olduğu görülmektedir. Bu çalışma kapsamında hazırlanan eğitici eğitimi, içerik ve kapsam olarak yeterli bulunsa bile eğitim süresinde bir düzenlemeye ihtiyaç duyabilir. Eğitim süresi boyunca öğretmenlerin ihtiyaç duyduklarında yararlanabilecekleri ve kendi çalışmalarını paylaşabilecekleri çevrim içi bir platformun oluşturulması planlanmış ve her iki döngüde ortak bir Google drive klasörü oluşturulmuştur. Ancak öğretim süresi boyunca öğretmenlerin bu platformu etkin kullanmadıkları gözlenmiştir. Bunun nedeni, Google drive uygulamasının etkileşim sağlama konusunda yetersiz olması olabilir. Öğretmenlerin kaynak olarak yararlanabilecekleri ve paylaşımında bulunabilecekleri daha kullanıcı dostu ara yüze sahip uygulamalar ile (web sitesi, sosyal medya vb.) destek sunulduğunda hazırlanan çevrim içi içerik ile etkileşim arttırılabilir.

Nesnelerin interneti öğretim programının, öğretim ortamlarında uygulamasına yönelik sonuç ve tartışma

Araştırma sorusu kapsamında (4b), nesnelerin interneti öğretim programının öğretim ortamlarında uygulanmasına yönelik etkiler, öğretmen görüşleri ve gözlem yolu ile incelenmiş, programın uygulanmasına yönelik etkiler saptanmıştır.

Araştırma bulguları, okul yönetimlerinin, programın uygulanmasında destekleyici ve kolaylaştırıcı rolde olduklarını göstermektedir. Uygulama sürecinde, bir okul nesnelerin interneti atölyesi oluşturmuş, bir diğer okul ise bünyesinde bulunan proje geliştirme atölyesini tahsis etmiştir. Ayrıca okullar, proje çalışmaları ve sergi etkinlikleri için gerekli izinlerin alınmasında da kolaylaştırıcı olmuşlardır. Okul yönetimlerinin olumlu tutumu, öğretmenlerin programın uygulanmasına yönelik daha fazla motivasyon sahibi olmalarına ve öğrenci katılımının artmasına katkı sağlamış olabilir. Güçlü, Kalkan, ve Dağlı (2017) meslek liselerinde okul müdürlerinin liderlik stillerini incelediği çalışmada, yöneticilerin genellikle öğretmenlerin motivasyon ve özgüvenlerini arttırıcı, olumlu bir okul atmosferi oluşturan liderlik tarzını benimsediği sonucuna varmıştır. Ancak okul yönetimlerinin destekleyici tutumun ardında yatan neden sadece okul müdürlerinin liderlik stilleri ile ilgili olmayabilir. Bu araştırma bir TÜBİTAK projesi çerçevesinde yapılmış, proje boyunca okullar kolaylaştırıcı olmayı taahhüt etmişler ve proje çerçevesinde ulaşım, konaklama, donanım gibi maddi destekler almışlardır. MEB tarafından da bu tür çalışmalara katılan okul yönetimi, öğretmenler ödüllendirilmekte ve teşvik edilmektedir. Ayrıca birçok okul, bütçe desteği almadan bu tür çalışmalar içerisinde yer alamayabilir. Dolayısıyla bu tür yenilikçi program çalışmaları, TÜBİTAK, üniversite gibi kurumların koordinesi altında ve belirli bir bütçe desteği ile gerçekleştirildiğinde okul yönetimlerinin de destekleyici/kolaylaştırıcı olacağı, bu durumun ise öğretmen motivasyonu ve öğrenci katılımına olumlu yansıtacağı düşünülmektedir.

İkinci döngü çalışmada öğretim koşullarının iyileştirilmesi, eğitimci desteği sağlanması, öğrenci projelerinin geliştirilmesi ve sunumunda destek olması amacıyla okullar ve bilim merkezleri arasında işbirliği hedeflenmiştir. Literatürde ise okul ile bilim merkezi arasındaki ilişkinin güçlendirilmesinin ve eğitim programındaki kazanımlarla bilim merkezi uygulamalarının ilişkilendirilmesinin öğrencilerde öğrenmeyi olumlu etkileyeceği yönünde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Balkan ve Atabek, 2010; Cıgırık, 2016; Çolakoğlu, 2017). Çolakoğlu (2017) okul ve bilim merkezlerinin eğitimde işbirliğini incelediği çalışmada

bazı eksikliklerin varlığını kabul etmekle birlikte okul ve bilim merkezi işbirliğinin hızla geliştiğini belirtmektedir. Ancak araştırma bulguları, okullar ve bilim merkezleri arasında hedeflenen işbirliğinin yeterli düzeyde sağlanamadığını göstermektedir. Bu sonucun nedenleri incelendiğinde, ikinci döngü eğitici eğitiminde okul ve bilim merkezi eğitimcilerinin ortak çalışmalar yapacak şekilde yönlendirilememesi, kurum yöneticileri ile işbirliğini geliştirici ortak toplantıların yapılmaması ve bilim merkezlerine öğrencilerin ulaşımında zorluklar yaşanması olabilir. Çolakoğlu (2017) bilim merkezlerine erişim konusunda okullara idari ve mali kolaylıklar sağlanması gerektiğini belirtmektedir. Sonuç olarak okul ve bilim merkezleri arasında işbirliğinin önemli olduğu, ancak sağlıklı bir işbirliği süreci için gerek kurumsal gerekse öğretmenler ve bilim merkezi eğitimcileri arası iletişimin güçlendirilmesi ve öğrencilerin ulaşımını kolaylaştıracak önlemler alınması gerektiği düşünülmektedir.

Programın uygulanması boyunca elektrik-elektronik ve bilişim teknolojileri öğretmenlerinin alanları dışındaki konularda birbirlerinden destek aldıkları görülmektedir. Bu durum nesnelerin internetinin farklı disiplinler içermesi nedeniyle öğretmenlerin kendi branşlarından farklı konularla karşı karşıya geldiklerini ve bu yüzden desteğe ihtiyaç duyduklarını gösterebilir. Benzer şekilde Burd vd. (2018), bilgisayar öğretmenlerinin IoT ile ilgili çalışmalarda, gerekli uzmanlığa sahip ekipler içerisinde yer alma ihtiyacı duyabildiklerini belirtmiştir. Bu nedenle öğretmenlerin nesnelerin interneti öğretiminde alanları dışındaki konulara ilişkin yetkinliklerini arttırmak amacıyla eğitici eğitimi kritik bir önem taşımaktadır (Jaklić, 2020). Bununla birlikte öğretmenlerin, araştırma boyunca gerek eğitici eğitiminde gerekse programın uygulanmasında diğer alan öğretmenleri ile etkileşimde oldukları gözlenmiştir. Nesnelerin interneti öğretim programının öğretmenler arasında mesleki işbirliği düzeyini arttırdığı düşünülmekle birlikte, yapılacak çalışmalarla bu durumun incelenmesinde yarar vardır. Durksen, Klassen, ve Daniels (2017) öğretmenlerin mesleki gelişiminde motivasyon ve işbirliği konulu çalışmasında diğer öğretmenlerle işbirliğinin en etkili mesleki öğrenme tarzı olduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla, nesnelerin interneti öğretim programı, farklı branş öğretmenleri arasındaki etkileşimi arttırabilir ve bu bağlamda öğretmenlerin mesleki gelişimlerine olumlu katkı sunabilir.

Uygulama boyunca diğer meslek derslerinin yoğunluğunun programın uygulanmasını olumsuz etkilediği görülmektedir. Özellikle sınav dönemlerinde öğretmenler, öğrencilerin programa devam etmekte zorlandıklarını belirtmişlerdir. Bu durum program gözlem

formunda da raporlanmıştır. Ağırlıklı olarak öğretimin beşinci haftasından itibaren diğer meslek derslerinin yoğunluğu programın işleyişini olumsuz etkilemiştir. Bu durumla ilişkili olarak öğretmenler zaman kısıtlılığını da vurgulamışlardır. Program hakkında öğrenci görüşlerinin (4f) alındığı bulgularda da bu durum göze çarpmaktadır. Birinci döngü sonunda öğrencilerin yoğunluğu programın daha uzun süre olması gerektiğini belirtmişlerdir. Nesnelerin interneti öğretim programının bir eğitim öğretim yılına genişletilmesi, yoğunluk ve zaman kısıtlılığın kaynaklanan olumsuzlukların çözümünde etkili olabilir.

Öğretmenler tarafından programının uygulanması boyunca karşılaşılan bir diğer olumsuz durum, IoT donanımlarının internete bağlanması noktasındadır. Her iki döngüde de çoğu öğretmen IoT donanımlarının ağa bağlanmasında sıkıntı yaşadıklarını belirtmişlerdir. Program gözlem formunda da internet erişim sıkıntısı raporlanmış ve öğrenciler FPP'lerinin internet erişimindeki kısıtları yüzünden sorun yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bu durumun nedeni okullarda sağlanan internet erişiminin güvenlik nedeniyle kısıtlanmasıdır. IoT uygulamalarında kullanılan özellikle mikrodenetleyici tabanlı geliştirme kartları, okul ağından internete bağlanamamaktadır. Bu durum ile ilgili olarak Milli Eğitim Bakanlığının ilgili birimlerine başvuruda bulunulmuş ancak sorun çözülmemiştir. Okullarda gerçekleştirilecek IoT uygulamaları için internet erişim sorunun çözülmesi önem arz etmektedir. Ağ bağlantısında yaşanan sorunlar, okullarda gerçekleştirilecek IoT uygulamaları ile ilgili ders akışlarını olumsuz etkileyebilir.

Nesnelerin interneti öğretiminde kullanılan fiziksel programlama platformlarına ilişkin sonuç ve tartışma

Araştırma sorusu (4c ve 4d) kapsamında, nesnelerin interneti uygulamaları ve proje süreçlerinde kullanılan FPP'ları ile ilgili değerlendirmede genel olarak öğretmenler, FPP'larını nesnelerin interneti öğretimi için kolaylaştırıcı bulmuşlardır. Bajracharya, Gondi, ve Hua (2020) farklı yaş ve öğrenci grupları için, deneyim gerektirmeden kullanılabilecek ve çoğu bulut entegrasyonuna sahip IoT donanımları bulunabileceğini belirtmektedir. Blok tabanlı fiziksel programlama uygulamaları ise öğrenciler için kolaylaştırıcı ve motive edici olduğu araştırmacı tarafından raporlanmış olup, literatürde blok tabanlı programlamanın, programlamaya başlangıç için olumlu bir etki yarattığı ve bu anlamda etkili bir araç olduğunu belirten çalışma sonuçları ile örtüşmektedir (Ersozlu ve Hilal, 2011; Federici, 2011; Ozoran, Cagiltay, ve Topalli, 2012; Sırakaya, 2018; Talan, 2020). Çalışmanın birinci döngüsünde de öğrencilerin bir kısmı blok programlamanın eğlenceli olduğuna vurgu

yapmışlardır. Bunun nedeni blok tabanlı kodlama araçları olan Scratch ve Mblock platformları ile ileri düzey programlama bilgisi gerektirmeden ya da Mbot ile donanım bilgisi gerektirmeden fiziksel programlama uygulamaları yapabilmeleri olabilir. Blok programlamanın özellikle başlangıç aşamasında kodlama konusunda deneyimi bulunmayan öğretmen ve öğrenciler için oldukça uygun ve IoT uygulamalarına geçişin sağlanmasında verimli bir araç olduğu düşünülmekle birlikte ileri seviye programlama öğreniminde ve iş yaşamında yetersiz kalabilmektedir (Mihci ve Ozdener, 2014; Yükseltürk ve Curaoglu, 2019). Bu çalışma kapsamında hazırlanan nesnelerin interneti öğretim programında ise IoT çözümü içeren uygulamalar metin tabanlı programlama ile gerçekleştirilmiş ve öğretim süresi boyunca blok programlamadan metin tabanlı programlamaya geçişi sağlayacak çeşitli öğrenme etkinlikleri düzenlemiştir.

Araştırma bulgularında bazı donanım ve platformların güncelleme eksikliği ya da teknolojisi yüzünden kısa vadede demode olma riski öğretmenler tarafından vurgulanmış olup bu durum literatürde yer alan IoT eğitimi ile ilgili diğer çalışmaların sonuçlarına da yansımıştır (Burd vd., 2018; Thapliyal, 2018; Kotsifakos vd., 2019). Gelişen teknoloji ve çok fazla çeşit bulunması FPP'ların uzun vadede kalıcı olma şansını azaltabilir. Örneğin, blok tabanlı fiziksel programlama uygulamalarında araştırmacı tarafından ilk etapta S4A yazılım platformu kullanılmış, ancak kod bloklarının yetersizliği, güncel sürüm yayınlanmaması vb. açılardan bu platform yetersiz görülmüş ve ikinci döngü uygulamasında MBlock tercih edilmiştir. Bir diğer karşılaşılan durum ise Wyliodrin platformunda yaşanan sorunlardır. Araştırmanın birinci döngüsünde blok tabanlı IoT uygulamaları gerçekleştirmeye imkân veren Wyliodrin platformu ve Raspberry Pi geliştirme kartı iki öğretmen tarafından kullanılması planlanmış ancak öğretmen görüşleri ve program gözlem formunda da raporlandığı üzere platformun güncelleme sorunları, cihaz desteği ve ağ bağlantısı noktasında çeşitli sorunlarla karşılaşmıştır. Wyliodrin platformunda yaşanan sorunların çözümüne yönelik çalışmalar yürütülmesine rağmen istenen düzeyde bir düzeltme gerçekleştirilmediği için programın revizyonunda Wyliodrin platformuna yer verilmemiştir. IoT eğitimlerinde kullanılabilecek çok çeşitli platformlar bulunmakta ancak bazı platformlarda gerekli güncelleme desteği sunulamadığı için çeşitli sorunlarla karşılaşılabilir. Förster vd. (2017) çalışmada IoT eğitimlerinin tek bir platform üzerinden yürütmek yerine birden fazla platformun kullanılabileceğini belirtmiştir. Dolayısıyla eğitimlerde kullanılacak IoT platformlarının güncelliğinin kontrol edilmesi,

eğitim boyunca alternatif bir platformun bulunması, öğretim süresince donanım ve yazılımdan kaynaklı aksamaların önüne geçebilir.

FPP'lerinin kullanımındaki bir diğer sınırlılık ise uygulamalar için geliştirme kartı, sensör, çevre birimleri gibi donanımlar ve programlamak için bilgisayar gerektirmeleridir. Programın uygulanması boyunca elektronik donanım ve bilgisayar eksikliği yaşandığı gözlenmiş ve bu durum öğretmenlerin bir kısmı tarafından dile getirilmiştir. Özellikle Elektrik-Elektronik Alanı bilgisayar, Bilişim Teknolojileri Alanı ise çeşitli elektronik ekipmanların temininde sorun yaşamıştır. Bununla birlikte programın uygulanması boyunca gerekli tüm FPP, sensör vb. malzemeler proje bütçesi tarafından karşılanmıştır. Dolayısıyla, nesnelerin interneti öğretiminin uygulanmasında mevcut eksikliklerin yanında Arduino, Raspberry Pi, Photon vb. geliştirme kartlarının, sensör ve çıkış birimlerinin getireceği ek maliyet yükü de unutulmamalıdır. Bajracharya vd. (2020) IoT geliştirme kitlerini incelediği çalışmada çoğu IoT geliştirme kartının maliyetinden kaynaklı olarak öğrenciler tarafından temin edilmesinin zor olabileceğini belirtmiştir. Nesnelerin interneti öğretim programının uygulama öncesinde donanımların temini konusunda planlama yapılması yaşanabilecek aksaklıkların önüne geçebilir. Bu planlama kapsamında öğretim süreci Elektrik-Elektronik ve Bilişim Teknolojileri alanı ile birlikte yürütülerek uygulamalar için gerekli elektronik donanım ve bilgisayar ihtiyacı büyük ölçüde giderebilir. Nitekim bu çalışmada programın Bilişim ve Elektrik-Elektronik Teknolojileri alanları ile birlikte yürütüldüğü okullarda bilgisayar ve elektronik ekipmanların kullanımında alanların birbirlerine destek olabildiği öğretmenler tarafından belirtilmiştir. Bir başka çözüm ise Bilim Merkezleri gibi kurumlarla işbirliği düzeyi artırılarak, fiziki ve teknik imkânlardan karşılıklı olarak yararlanılabilir.

FPP'lerinin kullanılabilirliği hakkında bir diğer sınırlılık bu ürünlerin çoğunlukla ithal olması ve buna bağlı olarak temin etmede sıkıntılar yaşanabilmesidir. Aynı zamanda araştırma bulguları yabancı dil ara yüzüne sahip FPP'lerinin öğrenciler açısından motivasyon kaybı ve dezavantaj yarattığını yarattığını göstermekte olup bu durum literatürde yabancı dile yönelik öz yeterliliğin, öğrenci tutumunu da etkilediğini belirten çalışmalar ile örtüşmektedir (Coşkun ve Taşgın, 2018; Tuncer ve Akmençe, 2019). Tamer ve Özcan (2014) öğretmen ve öğrenci görüşlerine dayanan çalışmada meslek liselerinde öğrencilerin, yabancı dil konusunda kendilerini yeterli bulmadıklarını ve yabancı dile karşı tutumlarının da olumsuz olduğunu belirtmektedir. Örneğin, çalışmanın birinci döngüsünde

IoT ile ilgili uygulamalarda öğretmenler tarafından tercih edilen bir platform olan Particle Photon ve IDE uygulamasının, uygun maliyeti, üzerine gömülü wi-fi modülünün bulunması, Arduino programlama dili ile internet üzerinden programlanabilmesi ve kendi mobil uygulaması ile basitleştirilmiş IoT uygulamaları yapılabilmesine karşın İngilizce ara yüzü sahip olmasının, uygulamalar esnasında öğrenci ve öğretmenler açısından zorluk oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu yüzden çalışmanın ikinci döngüsünde kullanılan Photon geliştirme kartı ile ilgili Türkçe video ve sunum içerikleri hazırlanmıştır. Türkçe içerik eklenmesi ile ikinci döngüde IoT uygulamalarında Photon geliştirme kartını kullanan öğretmen sayısının arttığı görülmektedir. Dolayısıyla mesleki eğitim seviyesinde IoT öğretiminde kullanılan donanımlar ile ilgili eğitici kaynak ve örneklerde Türkçe kaynak eksikliği donanımların kullanılmasına engel teşkil edebilir. Bu tür donanımlarda kullanılan ara yüz ve içeriklerin ana dilde güncellenmesi ya da dışa bağımlılığı azaltan, Türkçe ara yüz ve içerik desteği sunan yerli geliştirme kartlarının üretimi dil bariyerinin yarattığı olumsuzlukları giderebilir.

Her iki döngüde de en çok tercih edilen FPP'unun Arduino Uno kartı ve IDE ara yüzü olduğu görülmektedir. Program gözlem formunda da öğrencilerin çoğunun daha önce Arduino Uno kullandıkları raporlanmıştır. Öğretmenlerin bir kısmının Raspberry Pi kartı ve Rasbian işletim sistemi kullandıkları görülmektedir. Literatürde yer alan IoT eğitimleri incelendiğinde ise benzer şekilde genellikle Arduino ve Raspberry pi kartlarının kullanıldığı görülmektedir (He vd., 2016; Raikar vd., 2016; Förster vd., 2017; Kurkovsky ve Williams, 2017; Kotsifakos vd., 2019; Bilgeiş, 2020). Burd vd. (2018) ise platform açısından Arduino ve Raspberry Pi'nin en zengin eko sistemleri oluşturduğunu, programlama dili olarak çoğunlukla C tabanlı Arduino programlama kullanıldığını ve Raspberry Pi ile Python programının uyumlu çalıştığını belirtmektedir. Arduino Uno geliştirme kartının yaygın kullanım nedeni, temel programlama ve FPP uygulamalarında öğrenci ve öğretmenler tarafından bilinirliği, MBlock gibi blok programlama uygulamaları ile çalıştırılabilmesi ve aynı zamanda internette birçok örnek uygulamaların bulunabilmesi olabilir.

Bu çalışmada, Arduino Uno geliştirme kartı aynı zamanda blok programlama yapılabilen MBlock ile birlikte kullanılmıştır. Arduino IDE ise birçok geliştirme kartı ile uyumlu çalışabilmekte ve Türkçe ara yüzü sahiptir. Uygulama süreçlerinde Arduino IDE üzerinden birinci döngüde ESP8266, MBot, ESP32, ikinci döngüde ise NodeMCU gibi geliştirme kartlarının çalıştırıldığı görülmektedir. Ancak, nesnelerin interneti öğretiminde

kullanılan FPP'lerinin ağı bağlanabilir donanımlar olması gerekmektedir. Öğretmenler, Arduino kartını fiziksel programlama becerilerinin öğretiminde tercih etmelerine karşın IoT uygulamalarında ek modüllere ya da farklı kartlara ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Raspberry Pi geliştirme kartı ise IoT uygulamaları için uygun bir platform olarak görülse de yüksek maliyeti, mikroişlemci tabanlı tek kart bilgisayar olması ve Debian tabanlı işletim sistemi kullanma becerisi gerektirmesi, IoT öğretiminde maliyet ve karmaşıklık düzeyi açısından dezavantaj yaratabilir. Kurkovsky ve Williams (2017) Raspberry Pi kullanarak gerçekleştirdiği IoT eğitiminde Raspberry Pi'nin birçok avantajının yanında işletim sistemi ve donanım entegrasyonu hakkında derinlemesine bilgi gerektirdiğini ve bu yüzden öğrencilerin zorluk yaşayabildiklerini belirtmiştir. Son yıllarda uygun maliyeti, wifi uygulama kolaylığı ve arduino IDE uyumlu ara yüzü ile Particle Photon kartı IoT eğitimlerinde kullanılabilmektedir (Duvall ve Hollingsworth, 2016; Maharjan, 2018; Bajracharya vd., 2020). Bu çalışmada da Türkçe içeriğin zenginleştirilmesi ile öğretmenler tarafından Photon geliştirme kartı tercih edilmiş ve olumlu geri bildirimler almıştır. İleriki yıllarda teknolojik gelişmeye paralel olarak gerek kullanıcı dostu, gerekse uygulama kabiliyeti ve eğitsel yönü olarak daha avantajlı geliştirme kartları üretilebilir. Nesnelerin interneti öğretim programının planlanmasında da güncel donanımlar takip edilerek, öğretim süreçlerine eklenebilir.

Öğrencilerin bir kısmı FPP'lerinde uygulamalar yapmanın eğlenceli ve proje geliştirmek için uygun olduğunu, diğer derslerde ve mezun olduktan sonra da kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Ancak öğrenci değerlendirmelerinden elde edilen bir diğer bulgu öğrencilerin FPP'lerini ilk başta zor ve karmaşık buldukları, kodlama ve elektronik kısımlarında ise zorluk yaşadıklarıdır. Örneğin, bağlantı ve ağ protokollerinin oluşturulmasında karmaşık bir yapıya sahip olan ESP8266 geliştirme kartının kullanımında öğrencilerin zorluk yaşadıkları görülmüş ve ikinci döngüde ESP8266'nın daha kompakt bir versiyonu olan NodeMCU kullanılmıştır. Program gözlem formunda çok sayıda donanım ve yazılımın bir arada kullanılması, uygulamalarda fazla sayıda sensör ve çevre biriminin kullanılmasının öğrenciler açısından zorluk oluşturduğu ve motivasyonlarını olumsuz etkilediği raporlanmıştır. IoT geliştirme kartları ve çevre birimlerinde sorun giderme, özellikle yeni başlayanlar için zorlu olabilir (Bajracharya vd., 2020). Bununla birlikte, öğrencilerin ilk başlarda çeşitli zorluklar yaşadıklarını belirtmeleri, yeni kavram ve donanımlar ile ilk defa karşılaşmaları ile ilgili olabilir. Öğrenciler, IoT uygulamaları gerçekleştirirken okudukları mesleki alan dışındaki konularda zorlanabilir ve alanları

dışındaki uygulamaları içeren donanım ve platformlar kendilerine karmaşık gelebilir. Dolayısıyla, IoT öğretiminin farklı disiplinlerden birçok beceri ve yeni kavram içermesi nedeniyle, uygulamalarda ileri düzey donanım ve yazılım bilgisi gerektiren materyallerin kullanılmaması, daha sade, hedeflenen bilgi ve beceriye odaklanan uygulama örneklerinin tasarlanması, nesnelerin interneti öğreniminde, öğretmen ve öğrenci motivasyonu arttırılabilir.

Nesnelerin interneti öğretimi gerek uygulama gerekse proje süreçlerinde büyük ölçüde FPP'ler üzerinden yürütülmekte bu yüzden FPP'lerin nitelikleri öğretim sürecinin verimi açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca bu FPP'lerin kullanıldığı eğitimler giderek daha fazla genele yayıldığından özellikle donanım ve yazılım gibi disiplinler dışında farklı branşlardan öğretmenler de bu tür eğitimleri vermek durumunda kalabilir. Dolayısıyla öğretmenler için doğru donanımı seçme, daha fazla Türkçe içerik ve teknik destek ihtiyacı doğabilir. Araştırma bulguları Türkiye'de nesnelerin interneti öğretiminde FPP'ların kullanımında karşılaşılan sorunları ortaya koymuş olup nesnelerin interneti ya da FPP'lerinin kullanıldığı diğer eğitim süreçlerinin daha sağlıklı yürütülmesi için tespit edilen bu sorunların giderilmesi gerektiği düşünülmektedir. İlk olarak FPP kartlarının programlanmasında meslek liselerinde bilgisayar sıkıntısı yaşanabilmektedir. Bu nedenle kullanılacak FPP'nin aynı zamanda SBC (Single Board Computer) olarak çalışması bu sıkıntıyı giderebilir. Böylelikle okullardaki bilgisayar eksikliği uygun maliyetlerle giderilebilir. Aynı zamanda SBC bir kişisel bilgisayar olarak da çalışabileceği için diğer meslek derslerinde de bilgisayar olarak kullanılabilir. Kullanılacak SBC kablolu, kablosuz internet bağlantısı, bluetooth, yüksek bellek ve işlemci kapasitesi, giriş/çıkış pinleri ile herhangi bir SBC ile (raspberry pi, Google coral vb.) benzer özellikler taşıyabilir. Üretilcek SBC MEB internet ağı ile uyumlu çalışmalıdır. Bunun için gerekli sertifika paketleri işletim sistemi içine gömülebilir. Mikrodenetleyici tabanlı FPP'lerde ise öğrenci ve öğretmenlerin genellikle arduino uno kartını tercih ettikleri görülmektedir. SBC üzerine takılabilecek arduino uno pin dağılımının bir benzeri genişletme kartı tasarlanabilir. Aynı zamanda bu genişletme kartı üzerinde öğrencilerin donanım bilgisi gerektirmeden deney yapmalarına imkân tanıyacak çeşitli sensör ve çevre birimleri hazır bulunabilir, tak çalıştır bağlantı soketleri eklenebilir ve SBC üzerinde çalışan arduino IDE üzerinden programlanabilir. Ayrıca FPP uygulamalarının blok tabanlı programlama ile gerçekleştirilmesini sağlayan scratch, mblock vb. uygulamalar SBC işletim sistemine entegre edilebilir. Bu araştırma bulgularına dayanarak özellikleri yukarıdaki gibi genel olarak ortaya konan SBC, özel

sektör, üniversite işbirliğinde ve TUBİTAK desteği ile “1511 – Öncelikli Alanlar Araştırma Teknoloji Geliştirme Ve Yenilik Projeleri Destekleme Programı - Gömülü Sistemler Çağrısı” kapsamında “Milli Deney Platformu (Midep) Projesi” adı altında geliştirilmesine 2020 Eylül ayında başlanmıştır. Üretilecek SBC’nin yerli olması, Türkçe ara yüze sahip olma, üreticiler tarafından Türkçe teknik destek sunabilme ve daha kolay temin edilebilmesi ile araştırma bulgularında da ortaya konan FPP’ler ile ilgili diğer dezavantajları ortadan kaldıracakları düşünülmektedir. AR-GE süreci kapsamında geliştirilecek Türkçe içerikler ile öğrenci ve öğretmenlerin içeriğe ulaşma ve yabancı dil engelinden kaynaklı olumsuzluklar ortadan kaldırabilir.

Nesnelerin interneti öğretim programını alan öğrencilerin, nesnelerin interneti yeterliliklerine ulaşma düzeyine ilişkin sonuç ve tartışma

Öğretim sürecinin değerlendirilmesi çoktan seçmeli bir değerlendirme aracı olan YDBT ve öğrencilerin projelerini değerlendiren ÖPDF ile gerçekleştirilmiş olup IoT öğretimi ile ilgili çalışmalarda da değerlendirme, teorik ve uygulamalı etkinliklerle bir arada yürütüldüğü görülmektedir (Duvall ve Hollingsworth, 2016; He vd., 2016; Raikar vd., 2016). IoT teknolojilerinin uygulamalı bilimleri içermesi, çok disiplinli yapısı, dijitalleşme sürecindeki işlerin işbirlikli çalışma ve problem çözme becerilerine eskiye oranla daha fazla ihtiyaç duyması nedeniyle değerlendirme etkinlikleri teorik ve uygulamalı olarak bir arada gerçekleştirilebilir.

Araştırma sorusu (2a) kapsamında her iki döngüde öğrencilerin nesnelerin interneti yeterliliklerine ulaşma düzeyi incelenmiştir. Birinci döngüde nesnelerin interneti öğretim programını alan ve almayan öğrencilerin, YDBT’nde aldıkları toplam puanın karşılaştırılmasında, nesnelerin interneti öğretim programını alan öğrenciler, programı almayan öğrencilere göre daha başarılı bulunmuştur. Bilgi, beceri ve yetkinlik ile ilgili yeterliliklerden alınan puanlar ayrı ayrı karşılaştırıldığında da nesnelerin interneti öğretim programını alan öğrencilerin almayan öğrencilere göre daha başarılı olduğu görülmektedir. İkinci döngüde ise öğrencilerin, eğitim öncesi ve eğitim sonrası YDBT’nde aldıkları puanların karşılaştırılmasında, öğrencilerin eğitim sonrası YDBT toplam puanının daha yüksek olduğu görülmüştür. Bilgi, beceri ve yetkinlik ile ilgili yeterliliklerden alınan puanlar ayrı ayrı karşılaştırıldığında da öğrencilerin öğretim sonrası YDBT başarı düzeyleri daha yüksektir. Bu sonuçlar, nesnelerin interneti öğretim programının nesnelerin interneti yeterliliklerine ulaşmada olumlu etkisi olduğunu göstermektedir. Araştırmanın her iki

döngüsünde ortalama başarı seviyesi %50 üzerindedir (I. döngü %56; II. döngü %55). Bununla birlikte öğrencinin YDBT testinde başarılı sayılması için gerekli kriterler tartışılabilir. Yeterlilik belgelendirme çalışmalarında ölçme değerlendirme başarı kriteri yetkilendirilmiş kuruluşlar tarafından belirlenmektedir (*Mesleki yeterlilik kurumu sınav, ölçme, değerlendirme ve belgelendirme yönetmeliği*, 2015, 15 Ekim). Bu kuruluşlara ilişkin yeterlilik çerçeveleri incelendiğinde başarı kriterinin test tipi sınavlar için genellikle %70 olduğu görülmektedir (MYK, 2013). Bununla birlikte, meslek liselerinin de içinde yer aldığı örgün öğretimde başarı kriteri %50 olarak kabul edilmektedir. Nesnelerin interneti yeterliliklerine ilişkin başarı kriterinin belirlenmesinde sürecin örgün öğretim bünyesinde mi yoksa bir belgelendirme sürecinde mi yürütüldüğü dikkate alınmalıdır.

Araştırma sorusu (2b) kapsamında, nesnelerin interneti öğretim programını alan öğrencilerin YDBT puanı sınıf bazında karşılaştırılmış ve her iki döngüde de YDBT toplam puanında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır. Bilgi, beceri ve yetkinlik ile ilgili yeterliliklerden alınan puanlar ayrı ayrı karşılaştırıldığında da her iki döngüde sınıf düzeyleri arası anlamlı bir fark elde edilememiştir. YDBT toplam puanı açısından sınıf düzeyinde bir farklılığın olmaması, nesnelerin interneti öğretim programının mesleki eğitimde 11 ve 12, sınıf düzeylerine adapte edilebileceğini düşündürmektedir. Ancak “Anadolu Meslek Programı” kapsamında 12 sınıflarda işletmede beceri eğitimi adı altında, öğrenci haftanın üç günü işletmede çalışmakta ve sadece iki gün okulda olmaktadır. Bu bağlamda nesnelerin interneti öğretim programının 12 sınıfta uygulanması diğer derslerin yoğunluğu, okulda geçirilen gün sayısının az olması, üniversiteye hazırlık süreçleri vb. nedenlerle aksaklıklara yol açabilir. Bununla birlikte “Anadolu Teknik Programı” altında gerçekleştirilen mesleki eğitimde 12. Sınıflar haftada beş gün okulda olduklarından bu program kapsamında nesnelerin interneti öğretim programının uygulanabileceği düşünülmektedir. 10 sınıf düzeyi için ise nesnelerin interneti yeterlilikleri, temel elektrik elektronik bilgisi gerektirdiğinden 10. Sınıf düzeyinde bir programın sadece ikinci eğitim öğretim yılından itibaren verilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir. Ancak mesleki eğitimde ders planlamaları eğitim öğretim yılının her iki dönemini kapsayacak şekilde bütün olarak ele alındığından programın 10. Sınıflarda uygulanması mümkün olmayabilir. Mesleki eğitim müfredatlarında gerçekleştirilen değişiklikler sonucu fiili olarak 2020-2021 eğitim öğretim yılında bazı meslek dersleri 9. Sınıftan itibaren verilmeye başlanmıştır (MEGEP, 2020). Sonuç olarak, nesnelerin interneti öğretim programı “Anadolu Meslek “Programında” 11. Sınıflar, “Anadolu Teknik Programında” ise 11 ve 12. Sınıflarda verilebilir. Ek olarak nesnelerin

interneti öğretim programının uygulanacağı sınıf düzeyinin belirlenmesinde güncel olarak mesleki eğitim öğretim programlarında gerçekleştirilen değişiklikler takip edilebilir. Güncel değişiklik sonucu öğrencilerin 9. Sınıftan itibaren temel elektronik ile ilgili dersleri alması halinde 10. Sınıftan itibaren program uygulanabilir.

Araştırma sorusu (2c) kapsamında, nesnelerin interneti öğretim programını alan öğrencilerin YDBT puanı okudukları mesleki alan bazında karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda birinci döngüde YDBT toplam puanında anlamlı bir farklılığa rastlanmazken ikinci döngüde Bilişim Teknolojileri alanı daha başarılı bulunmuştur. Bilgi, beceri ve yetkinlik ile ilgili yeterliliklerden alınan puanlar ayrı ayrı karşılaştırıldığında ise birinci döngüde bilgi ve beceri ile ilgili yeterliliklerden alınan YDBT puanında Bilişim Teknolojileri alanı diğer alanlara göre daha az başarılı bulunmuştur. İkinci döngüde ise bilgi, beceri ve yetkinlik olarak alanlar arasında herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır. Her iki döngüde farklı sonuçlar ile karşılaşılması öğretim programının uygulandığı alanlar arasında net bir başarı farkı olduğunu öne sürmeyi zorlaştırmaktadır. Nesnelerin interneti teknolojilerinin donanım ve yazılım disiplinlerini bir arada içermesi başarı düzeyi açısından alanlar arasında belirgin bir fark oluşmamasının nedeni olabilir. Ancak yine de bilişim teknolojileri alanının bilgisayar donanımı imkânları, programlama, ağ sistemleri gibi derslerinin varlığına karşın belirgin bir fark gösterememesi dikkat çekicidir. Nitekim literatürde IoT eğitimi ile ilgili çalışmalar lise düzeyinde belirli bir alana yönelik olmasa da (Callaghan, 2012; Kotsifakos vd., 2019) lisans ve üstü düzeylerde ağırlıklı olarak yazılım ve bilgisayar alanı öğrencilerine yöneliktir (Laird ve Bowen, 2016; Förster vd., 2017; Voas ve Laplante, 2017). Nesnelerin interneti yeterliliklerinde ve öğretim programında temel programlama ile ilgili becerilere yer verilmesi, öğrencinin okuduğu alandan bağımsız olarak bu becerileri kazanmış olmasını sağlayabilir.

Birinci döngü YDBT’nden alınan puanlarda “IoT sistemlerinde gizlilik olgusunu açıklar” yeterliliğinde, programı alan ve almayan öğrenciler arasında anlamlı bir fark elde edilememiştir. Araştırma bulguları öğrencilerin uygulama ve proje süreçlerine ilgilerinin teorik konulara oranla daha fazla olduğunu ayrıca teori/uygulama sürecinden proje sürecine geçişte derse yönelik ilgilerinde bir azalma olduğu ve proje oluşturmaya daha çok odaklandıklarını göstermektedir. Bu nedenle programın revizyonunda IoT’de güvenlik, gizlilik ve etik riskleri içeren yeterliliklere ilişkin konular programın ilk haftalarına alınarak proje sürecine geçişte teorik konuların azaltılması hedeflenmiş ve örnek uygulama sayısı

arttırılmıştır. Gerçekleştirilen bu revizyonlar neticesinde ikinci döngüde YDBT puanı tüm yeterlilikler bazında son test lehine anlamlı bir fark oluşturmaktadır. Bu durum gerçekleştirilen revizyonların etkili olduğunu, nesnelerin interneti öğretim programında konu diziliminin öğrenci başarısını etkileyebildiğini, proje süreçlerinde öğrencilerin teorik konulara ilgilerinin azaldığını ve derste daha fazla uygulamaya yer vermenin öğrenci başarısı üzerinde olumlu etkisi olduğunu vurgular niteliktedir. Benzer şekilde, Förster vd. (2017) IoT müfredatı geliştirdiği ve uyguladığı çalışmasında, teorik anlatım ve geleneksel ders süresinin minimize edilmesini, öğrencilerin deneyimlemelerine daha fazla zaman ayrılmasını önermesi ile araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir. Ayrıca, IoT eğitimi uygulamalarının önemli bir bölümünün uygulama ve proje süreçlerine geniş yer verdiği görülmektedir (Kurkovsky ve Williams, 2017; Kotsifakos vd., 2019; Sharkov vd., 2020). Sonuç olarak, IoT öğretiminin düzenlenmesinde konuların işlenişi, geleneksel öğretim modelleri yerine öğrencilerin daha fazla uygulama yapabilecekleri ve kendi öğrenme süreçlerini organize edebilecekleri şekilde düzenlendiğinde sürecin daha verimli olacağı düşünülmektedir.

Nesnelerin interneti öğretiminde proje geliştirme sürecine ilişkin sonuç ve tartışma

Araştırma sorusu (3a) kapsamında, öğretim programı sonunda, öğrencilerin geliştirdikleri nesnelerin interneti projeleri, proje konusu açısından değerlendirilmiştir. Birinci döngü değerlendirme sonucunda öğrencilerin proje konusu üretmede orta düzey (“kısmen başarılı”) bir başarı sergiledikleri görülmüştür. Bu durum öğretmen ve öğrenciler ile proje sürecini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen görüşmelerden (3d ve 3e) elde edilen bulgular ile de örtüşmektedir. Bu bulgulara göre öğrencilerin bir kısmı projenin özellikle başlangıç aşamasında zorlanmakta, özgüven eksikliği ve desteğe ihtiyaç duymakta ayrıca proje fikri bulmakta zorluk yaşamaktadırlar. Benzer şekilde Deveci ve Daşçı (2020) proje danışmanı öğretmenlerin görüşlerine dayandırdığı çalışmasında, öğrencilerin proje hazırlamaya yönelik çok fazla dış desteğe ihtiyaç duyduklarını vurgulamaktadır. Bu nedenle ikinci döngü öğretim programına IoT çözümünün gerçek hayata uygulanması ile ilgili çeşitli etkinlikler eklenmiş ve proje çalışmalarında mentorluk desteği almak üzere Bilim Merkezleri ile işbirliği hedeflenmiştir. Bilim Merkezleri ile kurgulanan işbirliği beklenen seviyede gerçekleşmemesine rağmen, ikinci döngü sonunda takımlar, proje konusu üretmede “oldukça başarılı” bulunmuştur. Öğrencilerin, edindikleri bilgileri gerçek hayata uyarlamalarını sağlayan çeşitli etkinliklerin programa eklenmesi, proje fikirleri oluşturmada olumlu bir etki yaratmış olabilir.

Öğrencilerin geliştirdikleri nesnelerin interneti projeleri ürettikleri prototipler (3b) ve projelerini sunma (3c) açısından değerlendirildiğinde her iki döngüde de takımlar “oldukça başarılı” bulunmuştur. Proje sunumları ve prototiplerin başarılı bulunması, öğrencilerin nesnelerin interneti alanına ilgi duyduklarını ve bu alandaki proje çalışma sürecinde motivasyonlarının yüksek olduğunu gösterebilir. Nitekim öğrenci/öğretmen görüşmeleri ve gözlemlerden edinilen bulgular, öğrencilerin IoT alanına ilgi düzeylerinin ve araştırma becerilerinin arttığını ve bu konuda özgüven kazandıklarını göstermekte olup Förster vd. (2017)’nin öğrencilerin, IoT öğretiminde kendi başına ilerleyebilme ve kendine güven düzeylerinin arttığını vurguladığı çalışma sonucuyla örtüşmektedir. Bu durumun nedeni olarak nesnelerin interneti teknolojileri ile ortaya koyulan çözümlerin son derece ilgi çekici olması ve basit entegrasyonlarla gerçekleştirilen sistemlerin karmaşık ve ileri düzey olarak algılanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Cep telefonu ile otoparkta önceden rezervasyon yapabilmek ya da işçinin baretini çıkardığında cep telefonuna uyarı gönderilmesi ve veri tabanına kaydedilmesi gibi karmaşık gözükten sistemlerin gerçekte basit entegrasyonlardan oluşması, öğrencilerin başta proje sürecine kaygı ile yaklaşmaları, sonrasında ise konuya ilgi ve özgüven kazanmalarının bir nedeni olabilir. Bununla birlikte proje geliştirme sürecinin kendisi de öğrenciler üzerinde araştırma becerisi kazanma, motivasyon ve özgüven artırıcı olabilir (Saracaloğlu ve Çelik, 2018; Deveci ve Daşçı, 2020). Çevik (2018) meslek liselerinde gerçekleştirdiği çalışmada, araştırma sonuçları ile benzer şekilde, laboratuvar öğrenimi ve proje tabanlı öğrenme birlikte yürütüldüğünde, öğrencinin motivasyon ve akademik başarısının olumlu yönde etkilendiğini vurgulamaktadır. Dolayısıyla nesnelerin interneti öğretiminin, uygulamalı ve proje tabanlı olarak gerçekleştirilmesi gerek konu ve gerekse kullanılan yöntem bağlamında öğrencilerin araştırma becerisi, ilgi, motivasyon ve özgüvenlerini arttırmaya katkısı olduğu düşünülmektedir.

Araştırma bulguları öğretmenlerin, proje sürecinde öğrenci deneyimleri ile ilgili olarak, TÜBİTAK projesine katılım deneyimi, üniversite, bilim merkezleri ve İstanbul’da sunum yapma ve standart dışı eğitim olarak tanımladıkları görülmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin IoT alanına ve proje sürecine ilgi ve motivasyonlarının yüksek olmasındaki bir başka faktör üniversite, bilim merkezi gibi farklı bir ortamda ya da şehirde, farklı çevrelere projelerini sergilemeleri olabilir. Bununla birlikte, proje sunumlarının farklı çevrelerden geniş bir katılımı ile gerçekleştirilmesi proje takımları arasındaki rekabeti arttırmış olabilir. Nitekim öğrencilerin bir kısmı süreci yarışmacı olarak tanımlamışlardır. Francese, Gravino, Risi,

Scanniello, ve Tortora (2015) mobil uygulama alanında proje tabanlı öğrenme ile ilgili çalışmasında takımlar arası rekabetin proje ürünlerinin niteliğini olumlu yönde etkilediği sonucuna varmıştır. Proje sergilerinin farklı ortamlarda ve geniş katılımı ile gerçekleştirilmesi, öğrencilerin yarışmacı bir tutum sergilemelerine ve projelerine daha fazla odaklanmalarına neden olmuş olabilir.

Araştırma bulguları nesnelerin interneti öğretiminde proje geliştirme süreci boyunca öğretmen görüşleri, öğrencilerin ekip çalışması deneyimi kazandıklarını göstermektedir. Öğrencilerin önemli bir kısmı proje sürecini uyum içinde ve birlikte çalışma olarak tanımlamışlardır. Elde edilen bulgular, Kortuem vd. (2013) tarafından gerçekleştirilen ve proje tabanlı bir IoT eğitiminin gerçekleştirildiği çalışma bulguları ile örtüşmektedir. Çalışmada, proje sürecinde öğrenciler arasında birçok paylaşım ve işbirliği faaliyetleri gerçekleştiği belirtilmektedir. Kurkovsky ve Williams (2017) IoT projeleri yürüttüğü çalışmasında öğrencilerin takım halinde çalışmaları halinde, karşılaştıkları donanımsal sorunları çözmede daha başarılı olduklarını gözlemlemiştir. Bu noktadan hareketle nesnelerin interneti ile ilgili prototip üretme sürecinde karşılaşılan çeşitli zorluklar, öğrencileri uyum içinde ve birlikte çalışmaya yöneltmiş olabilir. Proje süreçlerinde karşılaşılan problemlerin, öğrencilerin uyum içinde ve bir arada çalışmalarına ne derece etki ettiğinin incelemesi gerektiği düşünülmektedir. Bununla birlikte düşük bir oranla da olsa takım çalışmasını zorluk olarak niteleyen öğrenciler de bulunmaktadır. Öğrencilerin proje sürecine ilişkin ilgilerinin ve nesnelerin interneti ile ilgili becerilerinin farklı düzeyde olması, takım çalışmasında ve paylaşılan görevlerin yerine getirilmesinde bazı sorunlara yol açmış olabilir. Bu noktada proje takımına rehberlik eden öğretmenlerin takım ruhunu artırıcı ve motive edici bir tutum içerisinde olması, takım çalışmasının getireceği zorlukları aşmada yardımcı olabilir.

Proje geliştirme sürecinde öğrenci ve öğretmenlerin üzerinde durduğu bir başka konunun disiplinler arası çalışma olduğu görülmektedir. Nesnelerin interneti öğretim programının her iki döngüsünde de öğretmenlerin önemli bir kısmı, öğrencilerin disiplinler arası bir proje geliştirme deneyimi yaşadığını vurgulamaktadır. Öğrencilerin proje süreci hakkındaki görüşleri de bu durumu desteklemektedir. Öğrencilerin önemli bir kısmı, her iki döngüde proje sürecinin, alan dışı konuları öğrenmede katkısı olduğunu ve araştırma sürecinde diğer alan öğretmenlerinden yardım aldıklarını belirtmişlerdir. Araştırma bulguları ile benzer şekilde V. A. Kılıç (2018) meslek liselerinde proje tabanlı yaklaşım ile

robotik uygulamaların öğrenci başarısı üzerindeki etkisi konulu çalışmasında proje çalışmalarında bulunan öğrencilerin yazılım ve donanım ağırlıklı farklı içeriklere sahip derslerindeki akademik başarılarının olumlu yönde etkilendiğini belirtmiştir. Burd vd. (2018) ise çalışmasının sonuç bölümünde nesnelerin internetinin çok disiplinli yapısına değinmiş ve bilişim öğrencilerinin, güç gereksinimleri ya da gerçek fiziksel donanımları içeren konularla çok az veya hiç deneyim sahibi olmadığını, öte yandan elektrik elektronik alanı öğrencilerinin ise nadiren yazılım ve bulut hesaplama deneyimlerine sahip olduğunu belirtmiştir. Nesnelerin interneti öğretiminin çok disiplinli yapısı nedeniyle proje tabanlı öğrenme etkili bir yaklaşım olabilir. Proje tabanlı gerçekleştirilecek nesnelerin interneti öğretiminde öğrenciler kurguladıkları bir IoT çözümü içerisinde farklı disiplinleri daha rahat bir araya getirerek öğrendikleri bilgileri içselleştirebilir ve pratiğe yansıtabilir.

Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilere yönelik etkisine ilişkin sonuç ve tartışma

Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilere yönelik etkisini araştırmak üzere gerçekleştirilen görüşmelerde (4e ve 4f), öğretmen ve öğrencilerin program süreci ve IoT alanı ile ilgili olarak olumlu görüşler yansıttıkları görülmektedir. Her iki döngüde de öğretmenler, program boyunca öğrencilerin IoT teknolojilerine karşı ilgi ve istekle yaklaştıklarını ve bu sürecin diğer meslek derslerine de katkısı olabileceğini belirtmişlerdir. Öğrenciler ise programın süresinin daha uzun olması ve zorunlu ders olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu durum nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilerin gerek güncel teknolojilere karşı ilgisini gerekse diğer meslek derslerindeki başarısını artırma konusunda etkili olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, nesnelerin interneti öğretim programının bir eğitim öğretim yılı boyunca uygulanacak şekilde düzenlenmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesi yararlı olabilir.

Araştırma bulgularında öğretmenler, öğrencilerin problem çözme becerilerinin arttığını, proje sürecinde özgüven kazandıklarını ve öğretim boyunca IoT çözümü geliştirmede giderek daha aktif rol aldıklarına vurgu yapmışlardır. Öğrenciler ise nesnelerin interneti, kodlama ve elektronik alanlarında beceri kazandıklarını belirtmişlerdir. Nesnelerin interneti öğretimi ile öğrencilerin kendi alanları dışında yeni beceriler edinmeleri, özgüvenlerinin artmasını ve süreç boyunca giderek daha aktif olmalarına katkı sağlamış olabilir. Förster vd. (2017) IoT eğitimi sonunda öğrencilerin kendilerine güvenlerinin arttığını ve giderek daha spesifik IoT çözümleri üretebildiklerini belirtmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin bir

kısımının program süresince zorlandıklarını belirtmeleri dikkat çekicidir. Kendi alanları dışında farklı mesleki alanlarda çalışmalar yapmaları, karmaşık sistemler üzerinde çalışmaları süreci zorlu olarak tanımlamalarının nedeni olabilir. Öğrencilerin kullandıkları donanımlar bozulabilir, bağlantı hataları oluşabilir, sensörler farklı çevresel koşullarda beklenen değerleri vermeyebilir. Sonuçta öğrenciler bu sorunları çözmeyi öğrenir ve bu onları geleneksel sınıf deneyiminden çok farklı bir noktaya taşıyabilir (Kurkovsky ve Williams, 2017). Nitekim ikinci döngüde öğrencilerin bir kısmı süreci farklı bir deneyim olarak tanımlamışlardır. Nesnelerin interneti öğretim programının öğrenciler açısından birçok yeni kavram ve öğrenme gereksinimi doğurması süreçte onları zorlayabilir. Ancak öğrencilerin öğrenim sürecinde zorluklarla karşılaşmaları ve bu zorlukları aşabilecek bir öğretim ortamının sunulması, problem çözme ve farkındalık düzeylerinin artmasına katkı sağlayabilir.

Görüşmeler neticesinde elde edilen bir diğer bulgu her iki döngüde öğrenci ve öğretmenlerin program hakkındaki değerlendirmelerinde disiplinler arası çalışma vurgusu yapmalarıdır. Nitekim Gebhardt vd. (2015) giderek dijitalleşen iş süreçlerinin, giderek daha fazla çok disiplinli yapılara evrildiklerini belirtmektedir. Duvall ve Hollingsworth (2016) tarafından gerçekleştirilen IoT müfredatı oluşturma ile ilgili çalışmada bilgisayar bilimleri alanında mevcut müfredatların hiçbirinin IoT öğretimi kadar farklı disiplinlere yönelik becerileri öğretmediğini belirtmiştir. Dolayısıyla gerek nesnelerin interneti ile ilgili farklı öğretim programı tasarımlarında gerekse hedef kitlenin belirlenmesinde bu çok disiplinli yapı dikkate alınmalıdır.

Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilerin mezun olduktan sonra, meslek yaşamlarına katkısına yönelik sonuç ve tartışma

Araştırma sorusu (4h) kapsamında nesnelerin interneti öğretim programını alan öğrencilerin çoğu mesleki kariyerleri ile ilgili olarak her iki döngüde programın kendilerine yeni beceriler edinmeyi sağladığını ve iş bulmalarına olumlu etkisi olacağını belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin bir kısmı bu sürecin meslek seçimlerinde etkisi olacağını vurgulamıştır. Yılmaz ve Gündüz (2018) lise öğrencilerinin kariyer kaygılarını çeşitli değişkenlere göre incelediği çalışmasında, kariyer kararı vermeyen öğrencilerin bu kararı veren öğrencilere göre meslek seçimine yönelik daha fazla kariyer kaygısı yaşadığını belirtmiştir. Buna göre nesnelerin interneti öğretim programı, öğrencilerin mesleki seçimlerini ve iş bulma algılarını etkilemesi dolayısıyla kariyer kaygılarını azaltmada etkili olabilir. Öğrencilerin bir kısmı

programın yeni teknolojileri anlamlandırmaya katkısı olduğunu vurgulamışlar, bir kısmı ise görev aldıkları diğer proje süreçlerinde IoT üzerine çalıştıklarını belirtmişlerdir. Bir öğrenci ise yaşadığı deneyimi kariyerinde bir dönüm noktası olarak ifade etmiştir. Bu bağlamda nesnelerin interneti öğretim programı öğrencilerin mesleki gelişimlerine olumlu katkı sunmuş olabilir. Duru ve Gültekin (2019) kariyer kararı vermeye yönelik güçlükleri çeşitli olgulara göre incelediği çalışmasında, lise öğrencilerinin mesleki gelişimlerine yönelik inançlarının kariyer kararı vermeye yönelik zorlanmalarını azalttığını vurgulamıştır. Nesnelerin interneti öğretim programının gerek içerdiği yeni teknolojilerin öğrenciler tarafından anlamlandırılması gerekse program sürecinde edindikleri deneyimler ile mesleki kariyer anlamında olumlu etkileri olduğu düşünülmektedir.

Nesnelerin interneti öğretim programının öğretmenlerin meslek yaşamlarına katkısına yönelik sonuç ve tartışma

Araştırma sorusu (4g) kapsamında çalışmaya katılan öğretmenlerin çoğu, IoT alanında ve proje tabanlı çalışmalar yapmada yetkinlik kazandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca mesleki bilgileri açısından her iki döngüde, eğitici eğitiminde yer alan uygulamalı çalışmalarla birlikte yeni teknolojileri tanıdıklarını belirtmişler, birinci döngüde blok tabanlı kodlama, ikinci döngüde ise bilgi ve tecrübelerini güncellediklerine vurgu yapmışlardır. Bu yönüyle nesnelerin interneti öğretim programının öğretmenlerin mesleki alanları ile ilgili bilgi ve tecrübelerine olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Nesnelerin interneti öğretim programının uygulama, proje ve proje sunumu süreçleri ile birlikte, okullardaki geleneksel atölye derslerinden farklı olarak planlanan öğretim süreçleri, öğretmenlerin, diğer meslek derslerinde kullandıkları yöntem ve teknikleri de etkileyebilir. Nitekim her iki döngüde öğretmenler programın bir etkisi olarak çeşitli yarışma ve projelere katıldıklarını, ikinci döngüde IoT ile ilgili hizmet içi eğitimlere başvurduklarını belirtmişlerdir. Birinci döngüde öğretmenlerin bir kısmı programın meslek hayatlarında bir dönüm noktası olduğunu vurgulamışlardır. Nesnelerin interneti öğretim programının farklı disiplinler, proje süreci ve sunum etkinliklerini içermesi, proje sunumlarının üniversite ya da bilim merkezi gibi noktalarda bir etkinlik kapsamında düzenlenmesi öğretmenlerin bu süreci, mesleki bilgi ve kariyer açısından olumlu olarak değerlendirmelerini sağlamış olabilir.

6. ÖNERİLER

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar kapsamında, yeni çalışmalara zemin oluşturabilecek öneriler aşağıda sıralanmıştır.

- Bu çalışmada, AYÇ referans alınarak nesnelerin interneti yeterlilikleri tasarlanmıştır. Nesnelerin interneti teknolojilerin halen gelişmekte olduğu ve ileride yeni becerilere ihtiyaç duyabileceği unutulmamalıdır. Benzer çalışmalarda nesnelerin interneti teknolojileri yeterlilikleri güncel koşullara göre yeniden gözden geçirilebilir.
- Bu çalışma kapsamında tasarlanan nesnelerin interneti yeterlilikleri AYÇ 4. Seviyeye uygun olarak tasarlanmıştır. Yapılacak olan benzer çalışmalarda, nesnelerin interneti yeterlilikleri, AYÇ'nin farklı seviyelerine uyarlanabilir.
- Bu çalışma kapsamında tasarlanan nesnelerin interneti yeterlilikleri, bu alandaki iş tanımlarının yapılması ile ilgili çalışmalara katkı sağlayabilir. Günümüzde birçok mesleğin iş süreçlerinin giderek daha dijitalleştiği görülmektedir. Nesnelerin interneti teknolojilerinin kullanıldığı mesleklerin belirlendiği ve güncel gereksinimlere uygun olarak yeniden tanımlandığı çalışmalar gerçekleştirilebilir.
- Nesnelerin interneti öğretim programı, bu çalışma kapsamında, farklı modellerden referans alınarak oluşturulan “Nesnelerin İnterneti Öğretim Programı Geliştirme Modeli (IoTÖPGM)” adımlarına uygun olarak tasarlanmıştır. Özellikle meslek liselerinde program geliştirme çalışmalarında IoTÖPGM kullanılabilir ve etkisi çeşitli yönleri ile analiz edilebilir.
- Nesnelerin interneti öğretim programı, bu çalışmada meslek liselerinde uygulanmış ve sonuçları bu bağlamda tartışılmıştır. Yapılacak olan benzer çalışmalar, nesnelerin interneti öğretim programını farklı okul türlerinde uygulayarak etkisini analiz edebilir.
- Bu çalışmada, nesnelerin interneti öğretim programı, Elektrik-Elektronik, Endüstriyel Otomasyon ve Bilişim Teknolojileri alanlarında uygulanmıştır. Yapılacak olan benzer çalışmalarda farklı alanlar dahil edilerek, programın bu alanlarda uygulanmasına dair etkiler analiz edilebilir.
- Bu çalışmada, nesnelerin interneti öğretim programı, bir eğitim-öğretim dönemi boyunca uygulanmıştır. Edinilen bulgular programın daha uzun bir süre aralığında uygulanması

yönündedir. Benzer çalışmalarda programın daha uzun bir zaman aralığında uygulanması ya da diğer meslek dersleri ile entegre edildiği çalışmalar gerçekleştirilerek, etkileri analiz edilebilir.

- Nesnelerin interneti öğretim programını alan öğrencilerin işletmede beceri eğitimi ya da mezun olduktan sonra, nesnelerin interneti ile ilgili yeterliliklerini iş yaşamına transfer edebilme düzeylerini inceleyen çalışmalar gerçekleştirilebilir.
- Bu çalışma kapsamında tasarlanan nesnelerin interneti öğretim programı uygulamalı atölye ve proje sürecini içermektedir. Bulguların atölye ve proje süreci birlikte işletildiğinde olumlu sonuçlar doğurduğu yönündedir. Meslek liseleri özelinde nesnelerin interneti eğitimi, atölye ve işletmede beceri eğitimi adı altında iş yeri eğitim ile entegre edilerek, edinilen yeterliliklerin iş yaşamına transferini arttırmaya yönelik çalışmalar kurgulanabilir ve etkileri analiz edilebilir.
- Bu çalışmada, programın her iki döngüde uygulama süreçleri TÜBİTAK desteği ve koordinasyonu ile yürütülmüş ve programın uygulanmasında olumlu katkılarının olduğu görülmüştür. Benzer çalışmalarda meslek liselerinde yenilikçi programların uygulanması ve etkilerinin değerlendirilmesinde TÜBİTAK ve benzeri kurumların desteğinin alınmasına yönelik girişimler gerçekleştirilebilir.
- Araştırma sürecinde programın uygulanmasında üniversiteler ile işbirliği gerçekleştirilmiş ve olumlu katkılarının olduğu görülmüştür. Yapılacak olan benzer çalışmalarda, meslek liseleri – üniversite işbirliğinin arttırılmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilebilir.
- Araştırma sürecinde programın uygulanmasında bilim merkezleri ile işbirliği gerçekleştirilmiş, ancak hedeflenen işbirliği düzeyine ulaşamamıştır. Bu durumun nedeni sonuç ve tartışma başlığı altında tartışılmıştır. Yapılacak olan benzer çalışmalarda, araştırma bulgularından hareketle meslek liseleri ve bilim merkezleri işbirliğini arttıracak çalışmalar yapılabilir ve etkileri analiz edilebilir.
- Bu çalışmada nesnelerin interneti öğretim programı, meslek liselerin farklı alanlarının bir arada çalışabileceği şekilde kurgulanmıştır. Nesnelerin interneti ile birlikte endüstri 4.0 teknolojilerinin giderek daha fazla çok disiplinli yapıya evrildikleri göz önüne alındığında, mesleki alanların birbirileri ile daha fazla iç içe geçebileceği, öğrenci ve

öğretmenlerin disiplinler arası çalışma becerilerini arttırmaya yönelik çalışmalar gerçekleştirilebilir ve etkileri analiz edilebilir.

- Bu çalışmada, nesnelerin interneti öğretim programı boyunca kullanılan FPP araçlarının etkisi ve kullanılabilirliği nitel verilerle incelenmiştir. Yapılacak olan benzer çalışmalarda farklı FPP'ları kullanılarak etkisi çeşitli yönleri ile analiz edilebilir.
- Nesnelerin interneti öğretim programında kullanılan FPP'ları ithal olduğundan gerek maliyet gerekse Türkçe içerik bakımından bir dezavantaj yaratabilmekte ve FPP'ları ile gerçekleştirilen uygulamalarda verim düşüklüğüne yol açabilmektedir. Bu çalışmadan edinilen tecrübeler neticesinde, Türkiye menşeli bir FPP geliştirme çalışması, TÜBİTAK desteği ile üniversite-sanayi işbirliği kapsamında yürütülmektedir. Üretilmesi planlanan yerli FPP ile nesnelerin interneti ve benzer uygulamalar gerçekleştirilerek, ithal/yerli ürün ve dil desteği gibi farklılıkların uygulama süreçlerine etkisi ölçülerek analiz edilebilir.
- Endüstri 4.0 teknolojileri olarak tanımlanan yapay zeka, siber fiziksel sistemler gibi diğer alanlarda yeterlilik belirleme ve öğretim programı tasarımı çalışmaları gerçekleştirilebilir.

KAYNAKÇA

Adıgüzel, A. (2017). Program geliştirme teorisi ve tasarım modelleri. B. Oral ve T. Yazar (Ed.), *Eğitimde program geliştirme ve değerlendirme* (s. 175-201). Ankara: Pegem Akademi.

Akbulut, M. G. Z. (2019). *Öğrenmenin yeni paradigması coğrafya ve tarih temelli konuların disiplinlerarası bir yaklaşımla öğretimi* (1 baskı). Ankara: PEGEM Akademi.

Arslan, H., ve Şahin, İ. (2013). Bilişim teknolojileri öğretmenlerinin hizmetiçi eğitim kurslarına yönelik görüşleri. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, 5, 56-66.

Ashton, K. (2009). That 'internet of things' thing. *RFID journal*, 22(7), 97-114.

Aşkar, P., Paykoç, F., Korkut, F., Olkun, S., Yangın, B., ve Çakıroğlu, J. (2005). *Yeni öğretim programlarını inceleme ve değerlendirme raporu*. İstanbul: <http://www.erg.sabanciuniv.edu.tr>

Bach, M. P., Zoroja, J., ve Vukšić, V. B. (2013). Review of corporate digital divide research: A decadal analysis (2003-2012). *International Journal of Information Systems and Project Management*, 1(4), 41-55.

Bajracharya, B., Gondi, V., ve Hua, D. (2020). *Iot education using learning kits of iot devices*. Proceedings of the EDSIG Conference ISSN.

Balkan, K. F., ve Atabek, Y. E. (2010). Science education beyond the classroom: A field trip to wind power plant. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(1), 225-243.

Barab, S., ve Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14. doi:10.1207/s15327809jls1301_1

BDPD. (1967). *Milletlerarası standart meslek sınıflandırma rehberi* (Vol. 15). Ankara: T.C. Başbakanlık Devlet Personel Dairesi.

Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39-43. doi:10.1080/00098650903505415

Berry, C., Galluzzi, V., ve Shibberu, Y. (2017). A multidisciplinary pilot course on the internet of things: Curriculum development using lean startup principles.

Biemans, H., Nieuwenhuis, L., Poell, R., Mulder, M., ve Wesselink, R. (2004). Competence-based vet in the netherlands: Background and pitfalls. *Journal of Vocational Education & Training*, 56(4), 523-538. doi:10.1080/13636820400200268

Biemans, H., Wesselink, R., Gulikers, J., Schaafsma, S., Verstegen, J., ve Mulder, M. (2009). Towards competence-based vet: Dealing with the pitfalls. *Journal of Vocational Education & Training*, 61(3), 267-286. doi:10.1080/13636820903194682

Bilgeiş. (2020). Raspberry pi ile iot uygulaması geliştirme Erişim adresi <https://bilgeis.net/moodle/enrol/index.php?id=153>

Blumenfeld, P., Fishman, B. J., Krajcik, J., Marx, R. W., ve Soloway, E. (2000). Creating usable innovations in systemic reform: Scaling up technology-embedded project-based science in urban schools. *Educational Psychologist*, 35(3), 149-164. doi:10.1207/S15326985EP3503_2

Bogdanovic, Z., Simic, K., Milutinovic, M., Radenkovic, B., ve Despotovic-Zrakic, M. (2014). *A platform for learning internet of things*. International Conference e-Learning, Lisbon. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=ED557278&lang=tr&site=ehost-live>

Boss, S., ve Krauss, J. (2014). *Reinventing project-based learning: Your field guide to real-world projects in the digital age* (2 baskı). Washington, DC: International Society for Technology in Education.

Brennan, K. (2015). Beyond technocentrism. *Constructivist Foundations*, 10(3), 289-296.

Bruijn, E., ve Leeman, Y. (2011). Authentic and self-directed learning in vocational education: Challenges to vocational educators. *Teaching and Teacher Education*, 27(4), 694-702. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.11.007>

Budak, Y. (2009). Meslekî eğitimde İhtiyaç analizi ve İşlevsel eğitim programı.

Burd, B., Barker, L., Divitini, M., Perez, F. A. F., Russell, I., Siever, B., ve Tudor, L. (2018). *Courses, content, and tools for internet of things in computer science education*. Proceedings of the 2017 ITiCSE Conference on Working Group Reports.

Business, E. a. I. S. C. (2018). *Small businesses and productivity*. <https://publications.parliament.uk/pa/cm201719/cmselect/cmbeis/807/807.pdf>

Büyüköztürk, Ş. (2018). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (24. baskı baskı). Ankara: PEGEM Akademi.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem

Callaghan, V. (2012). *Buzz-boarding; practical support for teaching computing based on the internet-of-things*. 1st Annual Conference on the Aiming for Excellence in STEM Learning and Teaching, Imperial College, London & The Royal Geographical Society.

Canonical. (2017). *68% of businesses are struggling to hire talent for IoT*. <https://ubuntu.com/blog/68-of-businesses-are-struggling-to-hire-talent-for-iot>

CEDEFOP, E. C. f. t. D. o. V. T. (2008). *Terminology of european education and training policy -a selection of 100 key terms-*. (337/75). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities

Chang, F.-C., Chen, D.-K., ve Huang, H.-C. (2015). Future classroom with the internet of things a service-oriented framework. *J. Inf. Hiding Multimed. Signal Process*, 6, 869-881.

Chunzhi, W., Hui, X., ve Xia, M. (2012). *Construction of hardware curriculum group for transition from network to internet of things engineering major*. 2012 7th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE).

Cisco. (2014a). *The internet of things reference model*.

Cisco. (2014b). *Leading tools manufacturer transforms operations with iot*. https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/industries/docs/manufacturing/c36-732293-00-stanley-cs.pdf

Cohen, L., Manion, L., ve Morrison, K. (2013). *Research methods in education* (7. baskı baskı). New York: Routledge.

Collective, D.-B. R. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational researcher*, 32(1), 5-8.

Confrey, J. (2006). The evolution of design studies as methodology. *The cambridge handbook of the learning sciences* (In R. K. Sawyer (Ed.) Baskı, s. 135–152): New York: Cambridge University Press.

Coşkun, G., ve Taşgın, A. (2018). An investigation of anxiety and attitudes of university students towards english courses. *Dil ve Dilbilimi Çalışmaları Dergisi*, 14(2), 135-153.

Coursera. (2020). Internet of things specialization. Erişim adresi <https://www.coursera.org/specializations/internet-of-things#about>

Crocker, L., ve Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*: ERIC.

Çepni, S., Gündoğdu, K., Sezgin, F., Semerci, Ç., Yılmaz, A., Yücel, C., Demircioğlu, G. (2015). *Ölçme ve değerlendirme*. Ankara: PEGEM Akademi.

Çetin, İ. (2016). Nitel içerik analizi. M. Y. Özden ve L. Durdu (Ed.), *Eğitimde üretim tabanlı çalışmalar için nitel araştırma yöntemleri* (s. 125-147). Ankara: Anı yayıncılık.

Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (pbl) science, technology, engineering and mathematics (stem) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8, 281-306. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2018.012>

Çığrık, E. (2016). Bir öğrenme ortamı olarak bilim merkezleri. *İnformel Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 79-97.

Çolakoğlu, M. H. (2017). Okul ve bilim merkezi eğitimde işbirliği. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 1-24.

Demeuse, M., ve Strauven, C. (2016). Eğitimde program geliştirme, politik kararlardan uygulamaya. Y. Budak, Çev.) Ankara: Pegem.

Demirel, Ö. (2008). *Öğretim ilke ve yöntemleri: Öğretme sanatı*. Ankara: Pegem Akademi.

Demirel, Ö. (2015). *Eğitimde program geliştirme kuramdan uygulamaya* (22. Baskı baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Deneyap. (2020). Elektronik programlama ve nesnelerin interneti. Erişim adresi <https://www.deneyapturkiye.org/egitim-ELEKTRONIK-PROGRAMLAMA-VE-NESNELERIN-INTERNETI-3.html>

Deveci, İ., ve Daşçı, H. (2020). Ortaokul seviyesi tübltak araştırma projeleri yarışmasına katılan danışman öğretmenlerin proje deneyimleri. *Journal of Individual Differences in Education*, 2(2), 75-97.

Durksen, T. L., Klassen, R. M., ve Daniels, L. M. (2017). Motivation and collaboration: The keys to a developmental framework for teachers' professional learning. *Teaching and Teacher Education*, 67, 53-66. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.05.011>

Duru, H., ve Gültekin, F. (2019). *Lise öğrencilerinin mesleki olgunlukları, kariyer kararı verme güçlükleri ve kariyer kararı verme öz yetkinlikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Duvall, S., ve Hollingsworth, J. (2016). Creating a course on the internet of things for undergraduate computer science majors. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 32(2), 97-103.

Edwards, M., Donderis-Quíles, V., Sánchez-Ruiz, L. M., ve Ballester-Sarrias, E. (2006). *Approach to the european higher education area in the school of engineering design*. 9th International Conference on Engineering Education (ICEE). San Juan, Puerto Rico.

Erdem, M. (2002). Proje tabanlı öğrenme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(22).

Erden, M. (2005). *Öğretmenlik mesleğine giriş*: Epilson Yayıncılık.

Erickson, H. L. (2007). *Stirring the head, heart, and soul: Redefining curriculum, instruction, and concept-based learning* (3 baskı). California: Corwin Press.

Erişti, B., ve Polat, M. (2017). Program geliştirme sürecinin planlanması ve ön uygulama. B. Oral ve T. Yazar (Ed.), *Eğitimde program geliştirme ve değerlendirme* (1. baskı Baskı). Ankara: PEGEM Akademi.

Erkul, E. (2019, 17.10.2019) *Erdem erkul yeni mesleklerle eğitimde dijital dönüşüm*/Interviewer: D. Zengin. Anadolu Ajansı, Ankara.

Ersozlu, Z. N., ve Hilal, K. (2011). İlköğretim beşinci sınıf sosyal bilgiler dersinde uygulanan yansıtıcı düşünmeyi geliştirme etkinliklerinin akademik başarıya etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 141-159.

Ertürk, S. (2013). *Eğitimde" program" geliştirme*: Edge Akademi.

Farha, A. (2015). *Teaching the internet of things concepts*. Proceedings of the WESE'15: Workshop on Embedded and Cyber-Physical Systems Education, Amsterdam, Netherlands.

Federici, S. (2011). *A minimal, extensible, drag-and-drop implementation of the c programming language*. Proceedings of the 2011 conference on Information technology education.

Fidan, N., ve Erden, M. (1986). Eğitim bilimine giriş. *Ankara: Kadioğlu Matbaası*.

Flowers, B. S. (2018). Technology and humanity in the fourth industrial revolution. [Shaping the Fourth Industrial Revolution, Klaus Schwab, Nicholas Davis]. *Journal of International Affairs*, 72(1), 179-181. doi:10.2307/26588353

Förster, A., Dede, J., Könsen, A., Udugama, A., ve Zaman, I. (2017). Teaching the internet of things. *GetMobile: Mobile Computing and Communications*, 20(3), 24-28.

Francese, R., Gravino, C., Risi, M., Scanniello, G., ve Tortora, G. (2015). Using project-based-learning in a mobile application development course—an experience report. *Journal*

of Visual Languages & Computing, 31, 196-205.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2015.10.019>

Friesen, N., ve Anderson, T. (2004). Interaction for lifelong learning. *British Journal of Educational Technology*, 35(6), 679-687. doi:10.1111/j.1467-8535.2004.00426.x

Gartner. (2018). Internet of things opportunities and pitfalls [Press release]. Erişim adresi <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-11-07-gartner-identifies-top-10-strategic-iot-technologies-and-trends>

Gebbie, K., ve Gill, E. (2008). Competency-to-curriculum toolkit. *Association for Prevention Teaching and Research & Columbia School of Nursing Center for Health Policy*.

Gebhardt, J., Grimm, A., ve Neugebauer, L. M. (2015). Developments 4.0-prospects on future requirements and impacts on work and vocational education. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 3, 117-133.

George, D. (2011). *Spss for windows step by step: A simple study guide and reference, 17.0 update, 10/e*: Pearson Education India.

Gliń, W., Nitkiewicz, T., ve Chattinnawat, W. (2019). Demand for competences of industrial engineering graduates in the context of automation of manufacturing processes. *Quality Production Improvement-QPI*, 1, 193-200.

Gonczi, A. (1992). *Developing a competent workforce. Adult learning strategies for vocational educators and trainers*. Leabrook: National Centre for Vocational Education Research.

Görgen, İ. (2013). Program geliştirmede temel kavramlar. H. Şeker (Ed.), *Eğitimde program geliştirme kavramlar yaklaşımlar* (s. 1-18). Ankara: Anı yayıncılık.

Gronau, N., Ullrich, A., ve Teichmann, M. (2017). Development of the industrial iot competences in the areas of organization, process, and interaction based on the learning factory concept. *Procedia Manufacturing*, 9, 254-261.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.029>

Group, T. (2020). *Sustainable iot around the world*.
<https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/iot/magazine/sustainable-iot-around-world>

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., ve Palaniswami, M. (2013). Internet of things (iot): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660.

Güçlü, N., Kalkan, F., ve Dağlı, E. (2017). Mesleki ve teknik ortaöğretim okulu öğretmenlerin algılarına göre okul müdürlerinin liderlik stilleri ile örgütsel sinizm arasındaki ilişki. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF)*, 37(1).

Güler, N. (2015). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (8. baskı baskı). Ankara: PEGEM Akademi.

Güneş, F. (2014). Tanım ve kavramlar. F. Güneş (Ed.), *Öğretim İlke ve yöntemleri* (1 Baskı, s. 424). Ankara: Pegem Akademi.

Güngör, S. K., ve Yildirim, Y. (2016). Views of school administrators related to in-service training activities. *Universal Journal of Educational Research*, 4(3), 516-523.

Güven, M., ve Alan, B. (2017). Eğitim durumlarının düzenlenmesi ve değerlendirilmesi. B. Oral ve T. Yazar (Ed.), *Eğitimde program geliştirme ve değerlendirme* (s. 334-362). Ankara: Pegem Akademi.

Haan, G. d. (2015). *Educating creative technology for the internet of things - research and practice-oriented approaches compared*. Proceedings of the Multimedia, Interaction, Design and Innnovation, Warsaw, Poland. <https://doi.org/10.1145/2814464.2814469>

Harris, I. (2018). An introduction to programming the internet of things (iot) specialization. Erişim adresi <https://www.coursera.org/learn/iot>

Hawkins, A. J. (2016). Kansas city just installed free public wi-fi and dozens of 'smart' streetlights. Erişim adresi <https://www.theverge.com/2016/5/9/11640558/kansas-city-free-public-wifi-smart-streelights-google-sprint-cisco>

He, J., Lo, D. C.-T., Xie, Y., ve Lartigue, J. (2016). *Integrating internet of things (iot) into stem undergraduate education: Case study of a modern technology infused courseware for embedded system course*. Frontiers in Education Conference (FIE), 2016 IEEE.

Horn, J., Rosenband, L. N., ve Smith, M. R. (2010). *Reconceptualizing the industrial revolution*. London: MIT press.

Hui-xiaoa, B., ve Shu-Sheng, J. (2011). The internet of things and higher vocational education reforms. *Journal of Shijiazhuang Vocational Technology Inst.*

Hungerland, F., Quitzau, J., Zuber, C., Ehrlich, L., Growitsch, C., Rische, M.-C., ve Haß, H. (2015). The digital economy. Strategy 2030—wealth and life in the next generation, no. 21e. Retrieved August, 1, 2016.

Hunkins, F. P., ve Ornstein, A. C. (2016). *Curriculum: Foundations, principles, and issues*: Pearson Education.

ILO. (2004). *Human resources development recommendation (195)*. International Labour Organization. Geneva: http://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CO_DE:R195

Ishar, M. I. M., Derahman, W. M. F. W., ve Kamin, Y. (2020). Practices and planning of ministries and institutions of technical and vocational educational training (tveter) in facing the industrial revolution 4.0 (ir4. 0). *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 5(3), 47-50.

Jacobsen, D. A., Eggen, P. D., ve Kauchak, D. P. (1993). *Methods for teaching: A skills approach*: Macmillan College.

Jaklić, A. (2020). *Educating the educators for introducing internet of things to primary and secondary schools' curriculums*. 2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO).

Jankowski, S., Covello, J., Bellini, H., Ritchie, J., ve Costa, D. (2014). *The internet of things: Making sense of the next mega-trend*. <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/internet-of-things/iot-report.pdf>

Jia, X., Feng, Q., Fan, T., ve Lei, Q. (2012). *Rfid technology and its applications in internet of things (iot)*. 2012 2nd international conference on consumer electronics, communications and networks (CECNet).

Kafai, Y., ve Resnick, M. (1996). *Constructionism in practice: Designing, thinking, and learning in a digital world*. New York: Routledge.

Kagermann, H., Lukas, W.-D., ve Wahlster, W. (2011). Industrie 4.0: Mit dem internet der dinge auf dem weg zur 4. Industriellen revolution. Retrieved from <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/produktion/industrie-40-mit-internet-dinge-weg-4-industriellen-revolution/>

Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., ve Kiron, D. (2015). Is your business ready for a digital future? *MIT Sloan management review*, 56(4), 37.

Karoğlu, A. K. (2013). Proje tabanlı öğrenme. K. Çağıltay ve Y. Göktaş (Ed.), *Öğretim teknolojilerinin temelleri: Teoriler, araştırmalar, eğilimler* (2 Baskı, s. 243-258): Pegem Akademi.

Kasap, S. (2018, 31.10.2018). Mesleki eğitimin ulusal meslek standartları uyumu tamamlandı *Anadolu Ajansı*. Erişim adresi <https://www.aa.com.tr/tr/egitim/mesleki-egitimin-ulusal-meslek-standartlari-uyumu-tamamlandi-/1298521>

Katranas, G., Riel, A., Corchado-Rodríguez, J. M., ve Plaza-Hernández, M. (2020). *The smartsea education approach to leveraging the internet of things in the maritime industry*, Cham.

Kemp, S. (2020). *Digital 2020: April global statshot report*. DataReportal: https://datareportal.com/?utm_source=Statista&utm_medium=Data_Citation_Hyperlink&utm_campaign=Data_Partners&utm_content=Statista_Data_Citation

Kharchenko, V., Illiashenko, O., Boyarchuk, A., Sklyar, V., ve Phillips, C. (2017). *Emerging curriculum for industry and human applications in internet of things*. 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS).

Kılıç, A., Aydın, M., Ökmen, B., ve Şahin, Ş. (2019). *Kuramdan uygulamaya ihtiyaç belirleme* (Baskı Ed.). Ankara: PEGEM Akademi.

Kılıç, V. A. (2018). *Proje tabanlı öğrenme yaklaşımı İle yürütülen robotik uygulamaların öğrenci başarısına etkisi*. FATİH Projesi Eğitim Teknolojileri Zirvesi, Ankara.

Kortuem, G., Bandara, A. K., Smith, N., Richards, M., ve Petre, M. (2013). Educating the internet-of-things generation. *Computer*, 46(2), 53-61.

Kotsifakos, D., Makropoulos, G., ve Douligeris, C. (2019, 20-22 Sept. 2019). *Teaching internet of things (iot) in the electronics specialty of vocational education and training*. 2019 4th South-East Europe Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA-CECNSM).

Krefting, L. (1991). Rigor in qualitative research: The assessment of trustworthiness. *American Journal of Occupational Therapy*, 45(3), 214-222. doi:10.5014/ajot.45.3.214

Kurkovsky, S., ve Williams, C. (2017). *Raspberry pi as a platform for the internet of things projects: Experiences and lessons*. Proceedings of the 2017 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, Bologna, Italy.

Kutlu, Ö., Doğan, C. D., ve Karakaya, İ. (2014). *Ölçme ve değerlendirme performans ve portfolyoya bağlı durum belirleme* (4. baskı baskı). Ankara: PEGEM Akademi.

Küçük, O. (2016). *Kalite kontrol ve kalite güvence sistemleri*. Ankara: Seçkin.

Laird, L., ve Bowen, N. (2016). *A new software engineering undergraduate program supporting the internet of things (iot) and cyber-physical systems (cps)*. Proc. ASEE.

Landis, J. R., ve Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics*, 159-174.

Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity 1. *Personnel psychology*, 28(4), 563-575.

Lechelt, Z., Rogers, Y., Marquardt, N., ve Shum, V. (2016). *Connectus: A new toolkit for teaching about the internet of things*. Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended

Abstracts on Human Factors in Computing Systems, San Jose, California, USA.
<https://doi.org/10.1145/2851581.2890241>

Lee, G., Lewis, R., Turekian, V., Jeong, T., Gronvall, G. K., Prescott, E., . . . Woods, B. (2018). *Preparing for a connected world*. www.jstor.org/stable/resrep20947.8

Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>

Lukač, D. (2015, 24-26 Nov. 2015). *The fourth ict-based industrial revolution "industry 4.0" — hmi and the case of cae/cad innovation with eplan p8*. 2015 23rd Telecommunications Forum Telfor (TELFOR).

Maenpaa, H., Tarkoma, S., Varjonen, S., ve Vihavainen, A. (2015). *Blending problem- and project-based learning in internet of things education: Case greenhouse maintenance*. Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, Kansas City, Missouri, USA.

Maharjan, P. (2018). *Development of iot educational platform*. (Bachelor of Engineering). Metropolia University of Applied Sciences,

Makeblock. (2020). Halocode. Erişim adresi <https://www.makeblock.com/steam-kits/halocode>

Marr, B. (2017, 06 Aralık 2017). Why the internet of things will change every job (even yours). *Huffpost*. Erişim adresi https://www.huffpost.com/entry/why-the-internet-of-thing_b_9310048

Mătăşaru, P., Scripcariu, L., ve Diaconu, F. (2018, 18-19 Oct. 2018). *Analysis of proposed innovative methods for training students in iot and computer networks within the frame of current trends in technical and vocational education*. 2018 International Conference and Exposition on Electrical And Power Engineering (EPE).

MEB. (2004, Eylül 01). *Milli eğitim bakanlığı tebliğler dergisi*. (Sayı: 2563). Ankara: Yayın İşleri Daire Başkanlığı Erişim adresi <http://tebligler.meb.gov.tr/index.php/tuem-sayilar/finish/68-2004/183-2563-agustos-2004>

MEB. (2021). 2001-2020 yıllarında planlanan faaliyet bilgileri. Erişim adresi <https://oygm.meb.gov.tr/www/hizmetici-egitim-planlari/icerik/28>

MEGEP. (2020). Mesleki eğitim merkezleri öğretim programları. Erişim adresi <http://www.megep.meb.gov.tr/?page=ogretmenKilavuzu>

Mesleki yeterlilik kurumu sınav, ölçme, değerlendirme ve belgelendirme yönetmeliği. (2015, 15 Ekim). Erişim adresi <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=21180&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>

Mihci, C., ve Ozdener, N. (2014). *Programming education with a blocks-based visual language for mobile application development.* 10th International Conference Mobile Learning.

Mikroyannidis, A., Domingue, J., Phethean, C., Beeston, G., ve Simperl, E. (2017). *Designing and delivering a curriculum for data science education across europe.* International Conference on Interactive Collaborative Learning.

Mohammadian, H. D., Mohammadian, F. D., ve Assante, D. (2020, 27-30 April 2020). *Iot-education policies on national and international level regarding best practices in german smes.* 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON).

MYK. (2013). *Sistem İşletmeni, ulusal yeterlilik, seviye 4.* (13UY0167-4). Ankara

MYK. (2020). Myk tarihçe. Mesleki yeterlilik kurumu. Erişim adresi https://www.myk.gov.tr/images/articles/TYC/seviye_tanimlayicilari.pdf

Nadel, S., Elliott, N., Sachs, H., ve Khan, S. (2012). *The long-term energy efficiency potential: What the evidence suggests.* <https://www.aceee.org/research-report/e121>

Nesli, K. (2017). Hizmet sürecindeki öğretmenler İçin yeni bir model önerisi: Akademisyen-öğretmen İşbirliğine dayalı bir akademik danışmanlık modeli. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 61-75.

Official journal of the european union. (2008/C 111/01). (2008). Erişim adresi <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32008H0506%2801%29>

Oliva, P. F., ve Gordon II, W. R. (2012). *Developing the curriculum*: Pearson Higher Ed.

Ozoran, D., Cagiltay, N., ve Topalli, D. (2012). *Using scratch in introduction to programming course for engineering students*. 2nd International Engineering Education Conference (IEEC2012).

Özkök, A. (2005). Disiplinler arası yaklaşıma dayalı yaratıcı problem çözme öğretim programının yaratıcı problem çözme becerisine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(28), 159-167.

Özsevgeç, T. (2012). Eğitimde ölçme ve değerlendirme. Ö. Taşkın (Ed.), *Fen ve teknoloji öğretiminde yeni yaklaşımlar* (2. baskı Baskı, s. 376-429). Ankara: PEGEM Akademi.

Papert, S. (1990). *Children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books.

Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*: ERIC.

Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri*.

Philbeck, T., ve Davis, N. (2018). The fourth industrial revolution shaping a new era. *Journal of International Affairs*, 72(1), 17-22. doi:10.2307/26588339

Prinz, C., Morlock, F., Freith, S., Kreggenfeld, N., Kreimeier, D., ve Kuhlenkötter, B. (2016). Learning factory modules for smart factories in industrie 4.0. *Procedia CIRP*, 54, 113-118. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.105>

Qiming, T. (2015). Are you ready for industry 4.0. *ICT Insights*(13).

Raikar, M. M., Desai, P., ve Naragund, J. G. (2016). *Active learning explored in open elective course: Internet of things (iot)*. Technology for Education (T4E), 2016 IEEE Eighth International Conference on.

Ransbotham, S., Kiron, D., ve Prentice, P. K. (2015). *The talent dividend: Analytics talent is driving competitive advantage at data-oriented companies*. <https://sloanreview.mit.edu/projects/analytics-talent-dividend/>

Rawlinson, K. (2014). *Hp study reveals 70 percent of internet of things devices vulnerable to attack.* <https://www8.hp.com/us/en/hp-news/press-release.html?id=1744676#.VrLfonJf2Gk>

Razzouk, R., ve Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important? *Review of educational research*, 82(3), 330-348.

Resmi gazete. (Sayı: 26312). (2006). Erişim adresi <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/10/20061007-1.htm>

Rifkin, J. (2015). *Nesnelerin İnterneti ve İşbirliği çağı* (L. Göktem, (Çev.). İstanbul: Optimisit yayın.

Roblek, V., Meško, M., ve Krapež, A. (2016). A complex view of industry 4.0. *Sage Open*, 6(2), 2158244016653987.

Romkey, J. (2017). Toast of the iot: The 1990 interop internet toaster. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 6(1), 116-119.

Saban, A. (2000). *Oğrenme öğretim süreci: Yeni teori ve yaklaşımlar*.

Saffo, P. (1997). Sensors: The next wave of innovation. *Communications of the ACM*, 40(2), 92-97.

Sampson, D., Karampiperis, P., ve Fytros, D. (2007). Developing a common metadata model for competencies description. *Interactive Learning Environments*, 15(2), 137-150. doi:10.1080/10494820701343645

Saracaloğlu, A. S., ve Çelik, B. (2018). Web tasarımı ve programlama dersi öğretiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımı kullanımının öğrenci görüşlerine göre değerlendirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(2), 323-333.

SBB, T. S. v. B. B. (2019). *On birinci kalkınma planı (2019-2023)*. Ankara: <http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf>

Scheer, A. (2012). Industrial revolution 4.0 is associated with far-reaching organizational consequences. *Information Management & Consulting*, 3, 10-11.

Schirner, G., Erdogmus, D., Chowdhury, K., ve Padir, T. (2013). The future of human-in-the-loop cyber-physical systems. *Computer*, 46(1), 36-45.

Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution (world economic forum, geneva)*. İstanbul: Optimist.

Semerçi, Ç., ve Semerçi, N. (2001). Program geliştirmede delphi, dacum ve meslek analizi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 241-250.

Sharkov, G., Todorova, C., ve Sotiropoulou, A. (2020). *Bridging the skills gap in the data science and internet of things domains: A vocational education and training curriculum*. Proceedings of the 2019 ICDE World Conference on Online Learning, Dublin City University, Dublin.

Shiyong, Z., Weili, G., Biqing, L., ve Deze, Q. I. N. (2016). *Analysis of internet of things talent training and curriculum system innovation*. International Conference on Education, Management and Computing Technology (ICEMCT-16).

Sırakaya, M. (2018). Kodlama eğitime yönelik öğrenci görüşleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(2), 79-90.

Skilbeck, M. (1990). *School based curriculum development*. London: Sage.

Stafford-Fraser, Q. (1995). The trojan room coffee pot: A (non-technical) biography. Erişim adresi <https://www.cl.cam.ac.uk/coffee/qsfc/coffee.html>

Standford. (2020). Introduction to internet of things Erişim adresi <https://online.stanford.edu/courses/xe100-introduction-internet-things>

STEMpedia. (2020). Internet of things (iot) for kids. Erişim adresi <https://thetempedia.com/curriculum/internet-of-things-iot-for-kids/>

Stenhouse, L. (1975). *An introduction to curriculum research and development*. London: Pearson Education.

Sturing, L., Biemans, H. J., Mulder, M., ve De Bruijn, E. (2011). The nature of study programmes in vocational education: Evaluation of the model for comprehensive

competence-based vocational education in the netherlands. *Vocations and Learning*, 4(3), 191-210.

Suresh, P., Daniel, J. V., Parthasarathy, V., ve Aswathy, R. H. (2014, 27-29 Nov. 2014). *A state of the art review on the internet of things (iot) history, technology and fields of deployment*. 2014 International Conference on Science Engineering and Management Research (ICSEMR).

Şeker, H., Görgen, İ., Tuncel, İ., Alcı, B., Kablan, Z., Baykara, K., . . . Turan, H. (2013). Eğitimde program geliştirme kavramlar yaklaşımlar. *Baskı, Anı Yayıncılık, Ankara*.

Talan, T. (2020). Investigation of the studies on the use of scratch software in education. *Journal of Education and Future*(18), 95-111.

Tamer, M. A., ve Özcan, M. (2013). *Örgün mesleki ve teknik eğitim sürecine genel bir bakış* (1 baskı). Ankara: Eğitim Sen.

Tamer, M. A., ve Özcan, M. (2014). Örgün mesleki ve teknik eğitim sisteminin mesleki eğitimin paydaşlarınca değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 44(203), 205-224.

TCKB. (2013). *Onuncu kalkınma planı 2014-2018*. (1041). Ankara

TCKB, T. K. B. (2018). *Mesleki eğitimde niteliği artırılması çalışma grubu raporu* (3033). Ankara: <http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/MeslekiEgitimdeNiteliginArtirilmesiCalismaGrubuRaporu.pdf>

Teich, M., Porter, R., ve Gustafsson, B. (1996). *The industrial revolution in national context: Europe and the USA*: Cambridge University Press.

Thapliyal, H. (2018). Internet of things-based consumer electronics: Reviewing existing consumer electronic devices, systems, and platforms and exploring new research paradigms. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 7(1), 66-67.

Tripathi, A. K. (2016) *The future of technology and jobs*/Interviewer: D. R. A. Mashelkar. Ubiquity (Vol April).

Tuncer, M., ve Akmençe, A. E. (2019). Yabancı dile yönelik kaygı, özyeterlik ve tutum arasındaki ilişkiler. *Turkish Journal of Educational Studies*, 6(3), 1-13.

Turgut, M. F., ve Baykul, Y. (2012). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*: Pegem Akademi.

Tütlys, V., ve Spöttl, G. (2017). From the analysis of work-processes to designing competence-based occupational standards and vocational curricula. *European Journal of Training and Development*, 41(1), 50-66. doi:10.1108/EJTD-10-2015-0078

Uçar, R. (2017). Researching in-service training practices of ministry of national education according to the views of inspectors, managers and teachers milli eğitim bakanlığı hizmet içi eğitim uygulamalarının müfettiş, yönetici ve öğretmen görüşlerine göre incelenmesi. *Journal of Human Sciences*, 14(4), 4725-4741.

Van Kranenburg, R. (2008). *The internet of things: A critique of ambient technology and the all-seeing network of rfid*: Institute of Network Cultures.

Varış, F. (1988). *Eğitimde program geliştirme: Teori ve teknikler*'.

Veneziano, L. (1997). A method for quantifying content validity of health-related questionnaires. *American Journal of Health Behavior*, 21(1), 67-70.

Verizon. (2016). *State of the market: Internet of things 2016*. verizon.com: <https://www.verizon.com/about/sites/default/files/state-of-the-internet-of-things-market-report-2016.pdf>

Voas, J., ve Laplante, P. (2017). Curriculum considerations for the internet of things. *Computer*, 50(1), 72-75.

WEF. (2015). *Deep shifttechnology tipping points and societal impact*. World Economic Forum: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf

WEF. (2018). *The future of jobs report 2018* (1944835180). World Economic Forum: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

Wesselink, R., Biemans, H. J., Mulder, M., ve Van den Elsen, E. R. (2007). Competence-based vet as seen by dutch researchers. *European journal of vocational training*, 40(1), 38-51.

Westera, W. (2001). Competences in education: A confusion of tongues. *Journal of Curriculum Studies*, 33(1), 75-88. doi:10.1080/00220270120625

Wikipedi. (2020). Erişim adresi https://tr.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

Wyliodrin. (2019). Wyliodrin iot development platform. Erişim adresi <https://wyliodrin.com/>

Xu, L. D., He, W., ve Li, S. (2014). Internet of things in industries: A survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(4), 2233-2243.

Yaşar, Ş. (1998). Yapısalıcı kuram ve öğrenme-öğretme süreci. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1-2), 68-75.

Yıldırım, A. (1996). Disiplinlerarası öğretim kavramı ve programlar açısından doğurduğu sonuçlar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(12).

Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. baskı baskı). Ankara: Seçkin.

Yılmaz, F. N., ve Gündüz, H. Ç. (2018). Lise öğrencilerinin kariyer kaygılarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 1585-1602.

Yurdugül, H. (2005). Ölçek geliştirme çalışmalarında kapsam geçerliği için kapsam geçerlik indekslerinin kullanılması. *XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi*, 1, 771-774.

Yükseltürk, E., ve Curaoglu, Ö. Ü. O. (2019). *Programlama eğitiminde blok tabanlı araç kullanmanın zorlukları*. 6. Uluslararası Eğitim Bilimleri Sempozyumu.

Zhong, X., ve Liang, Y. (2016). Raspberry pi: An effective vehicle in teaching the internet of things in computer science and engineering. *Electronics*, 5(3), 56.

EKLER**EK 1. YETERLİLİKLERE ULAŞMA DÜZEYİNİ BELİRLEME TESTİ (YDBT)**

Ad Soyad	:
Sınıf	:
Alan / Dal	:
Sınav Tarihi ve Saati	:

KURALLAR ve SÜRE

1. Test kitapçığı üzerinde yer alan tüm bölümler eksiksiz doldurulmalıdır.
2. Test kitapçığı toplam 8 sayfadan oluşmakta ve 40 soru içermektedir.
3. Test kitapçığında yer alan her sorunun yalnızca bir doğru cevabı bulunmaktadır.
4. Soru cevabı işaretlemelerini kitapçık üzerinde yapabilirsiniz.
5. Test kitapçığında yer alan soruların her biri eşit puana sahiptir.
6. Testin değerlendirilmesi sırasında yanlış cevaplar doğru cevapları etkilemeyecektir.
7. Testin sonucu doğru cevap verilen soruların puanlanması ile oluşturulacaktır.
8. Sınav süresi toplam 60 dakikadır.

1) Fiziksel Programlama Platformu (FPP) kavramını aşağıdaki tanımlardan hangisi en iyi şekilde açıklamaktadır?

- a) Her türlü elektronik devredir.
- b) Verilerin belleklerde depolanması işlemidir.
- c) Yazılım kullanarak verilerin bir noktadan başka noktaya taşınmasıdır.
- d) Yazılım ve donanım kullanarak dış dünya ile veri alış verişi yapan sistemlerdir.

2) Bir öğrenci, fiziksel programlama kartına klavye, Mouse ve monitör gibi giriş çıkış donanımları bağlayabilmekte, internette gezinebilmekte ve dosyalarını sd card üzerinde saklayabilmektedir.

Öğrenci, sizce aşağıdaki fiziksel programlama kartlarından hangisini kullanmaktadır?

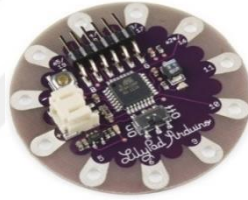
- a) Raspberry pi
- b) Arduino Uno
- c) Arduino Mega
- d) Particle Photon

3) Arduino Uno kartı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- a) Kart üzerindeki programın çalışabilmesi için bilgisayara bağlı olması gerekir.
- b) Giriş/çıkış pinleri Arduino IDE ile yüklenen programa göre kontrol edilir.
- c) Kartın enerjisi kesilse bile yüklü program silinmez
- d) Kartın kablolu haberleşebilmesi için ek donanımlara ihtiyacı vardır.

4) Şekildeki fiziksel programlama kartı hangi alandaki projeler için daha uygundur?

- a) Giyilebilir uygulamalar
- b) Yüksek işlem gücü gerektiren
- c) Çok sayıda giriş çıkış pini gerektiren
- d) Yüksek akım gerektiren uygulamalar



uygulamalar
uygulamalar

5) Elektronikte sensör kavramı aşağıdaki ifadelerin hangisinde doğru bir şekilde açıklanmıştır?

- a) Fiziksel olayları kontrol edebilen elemanlardır.
- b) Elektriksel sinyalleri kontrol edebilen elemanlardır.
- c) Elektriksel sinyalleri ölçen elemanlardır.
- d) Fiziksel olayları elektriksel sinyallere dönüştürebilen elemanlardır.

6) Şekildeki mesafe sensörü bir verici ve alıcıdan oluşur. Verici tarafından gönderilen sinyal cisme çarpıp geri yansır ve alıcıya ulaşır. Sinyalin gönderilme ve alma arasındaki zaman farkı cisme olan mesafeyi vermektedir.

Sensör hangi tür sinyali gönderip almaktadır?

- a) Radyo Frekans (RF) sinyali
- b) Kızılötesi ışık
- c) Mikrodalga sinyali
- d) Ses (Sonic) sinyali



- I. Sensörler giriş donanımı olarak kullanılır.
- II. Bazı donanımlar hem giriş hem çıkış olarak kullanılabilir.
- III. Fiziksel programlama kartının pinleri program ile giriş ya da çıkış olarak belirlenebilir.

7) Yukarıdaki ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- a) Yalnız I
- b) Yalnız II
- c) I ve II
- d) I-II-III

8) Arduino IDE kullanarak fiziksel programlama kartına program yüklerken aşağıdakilerden hangisinin yapılması zorunlu değildir?

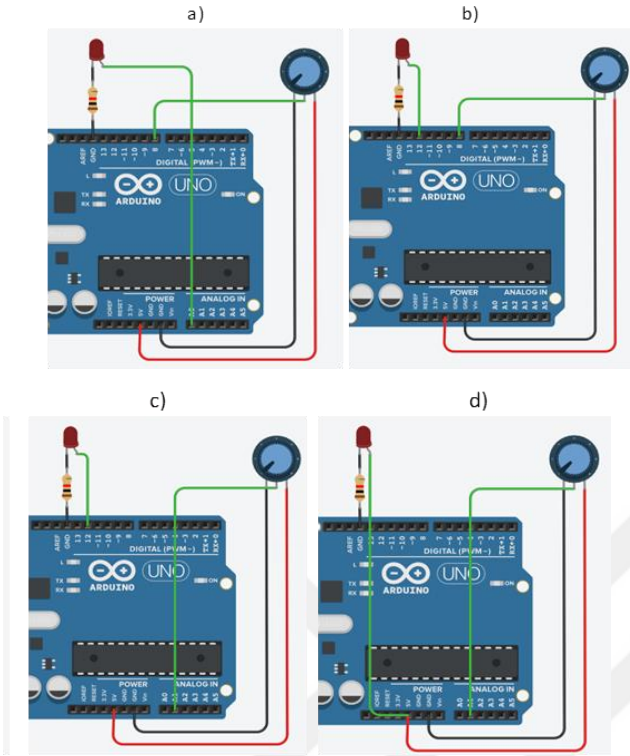
- a) Yükle butonuna basılması
- b) Kontrol et butonuna basılması
- c) Port seçimi
- d) Kart seçimi

9) Aşağıda yer alan yazılım geliştirme ortamlarından hangisinde blok kodlama yapılamaz?

- a) Arduino IDE
- b) Wylodrin Studio
- c) MBlock
- d) S4A

10) Potansiyometre ile bir LED'in yanıp sönme süresini kontrol eden bir uygulama yapılmaktadır.

Sizce bu uygulamaya ait aşağıdaki bağlantıların hangisi doğru olarak yapılmıştır?

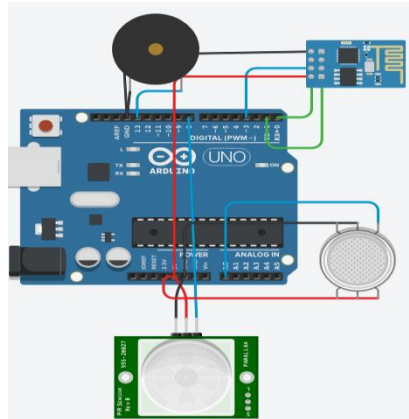


11) Şekilde, arduino uno kartına çeşitli donanımların bağlandığı bir devre yer almaktadır.

Devre ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

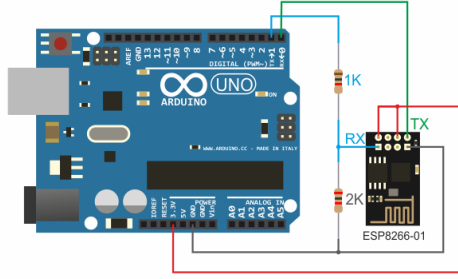
- I. Devre ortamdaki hareketi ve gazı algılayabilmektedir.
- II. 13 no'lu pine bağlanan eleman çıkış elemanıdır.
- III. wi-fi modülü hem giriş hem çıkış elemanı olarak çalışabilir
- IV. Giriş elemanlarının hepsi dijital pinlere bağlanmıştır.

- a) I ve III
- b) III ve IV
- c) I ve IV
- d) I, II ve III



12) Verilen devre ile aşağıdakilerden hangisi yapılabilir?

- a) Arduino Bluetooth haberleşme yapabilir.
- b) Arduino Kablosuz olarak internete bağlanabilir.
- c) Arduino Kablolu olarak internete bağlanabilir.
- d) Arduino hücresel (GSM) haberleşme yapabilir.



13) Bir mikrodnetleyicinin Analog girişine (A(0)) bir LDR bağlanıyor. LDR'nin gönderdiği değer 500'ün altında ise ortamın ışık kaynağının yetersiz olduğu anlaşıyor ve mikrodnetleyicinin 9 no'lu pinine bağlı LED yanıyor.

Bu uygulamayı gerçekleştirebilen kod bloğu aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- a)
- b)
- c)
- d)

14) Arduino kartına bir adet kırmızı LED (LEDpin1) ve bir adet yeşil LED (LEDpin2) çıkış olarak bağlanmıştır. Giriş olarak ise LDR sensörü (x) bağlanmıştır.

Yanda verilen program inceleyerek hangi ifadenin bulunuz.

```
void loop() {
  x = analogRead(sensorPin);
  if (x > 120){
    digitalWrite(LEDpin1, HIGH);
    digitalWrite(LEDpin2, LOW);
  }
  if (x <= 120) {
    digitalWrite(LEDpin1, LOW);
    digitalWrite(LEDpin2, HIGH);
  }
}
```

bloğunu
yanlış olduğunu

- a) "sensorPin" değeri
ise kırmızı led yanar.
- b) "x" değeri ile "sensorPin" değeri aynıdır.
- c) "sensorPin" değeri 120'den küçük ise yeşil led yanar.
- d) "sensorPin" değeri 120 ise kırmızı ve yeşil led birlikte yanar.

120'den büyük

15) Aşağıdaki program satırı hangi seçenekte doğru açıklanmıştır.

`if (x > 500) digitalWrite(LEDpin, HIGH);`

- a) x, 500 değerine eşit ve büyükse LEDpin çıkışına +5V gönder
- b) x, 500 değerine eşit değilse LEDpin'i çıkış yap
- c) x, 500 değerinden büyükse LEDpin'i çıkış yap.

d) x, 500 değerinden büyükse LEDpin çıkışına +5V gönder.

16) Aşağıdaki shield'lardan (Ek donanım-kalkan) hangisi ile Arduino Uno kablo ile internete bağlanabilir?

- a) GSM/GPRS Shield b) MicroSD Shield
c) Ethernet Shield d) NFC/RFID Shield

17) Fiziksel programlama kartlarının telefon hatları ile internete bağlanmasını sağlayan cihaz aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Hub b) Switch c) Ethernet d) Modem

18) Aşağıda verilen port'lardan hangisi RJ-45 jack girişine uygundur?

- a) HDMI b) USB c) Micro SD d) Ethernet

19) Bir donanımın bulut platformuna veri gönderebilmesi için program kodunda aşağıda verilen hangi değer mutlaka yazılmalıdır?

- a) IP numarası b) MAC adresi c) API Anahtarı d) Hiçbiri

20) Aşağıda arduino programlama dilinde yazılmış 4 kod bloğu vardır. Sizce, bu kod bloklarından hangisi mikrodenetleyicinin 13 numaralı pinine bağlı LED'i 1 sn aralıklarla yakıp söndürür?

- | | |
|--|--|
| <p>a)</p> <pre>void setup() { pinMode(13, OUTPUT); } void loop() { digitalWrite(13, HIGH); delay(1000); digitalWrite(13, LOW); delay(1000); }</pre> | <p>b)</p> <pre>void setup() { pinMode(13, INPUT); } void loop() { digitalWrite(13, HIGH); delay(1000); digitalWrite(13, HIGH); delay(1000); }</pre> |
| <p>c)</p> <pre>void setup() { pinMode(13, OUTPUT); } void loop() { digitalWrite(13, HIGH); delay(1); digitalWrite(13, HIGH); delay(1); }</pre> | <p>d)</p> <pre>void setup() { pinMode(13, OUTPUT); } void loop() { digitalWrite(13, LOW); delay(1000); digitalWrite(13, LOW); delay(1000); }</pre> |

21) Bulut Platformları (Cloud Computing) ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- a) Bulut platformuna yüklenen veriler silinemez ve değiştirilemez.
b) Kullanıcılar internet olan her yerden erişim sağlayabilirler.
c) Kullanıcılar bulut platformu ile başka kullanıcılarla ya da cihazlarla verilerini paylaşabilirler.
d) Farklı cihazlardan bulut platformuna erişim sağlanabilir.

22) Aşağıdaki fiziksel programlama kartlarından hangisi kablosuz bağlantı uygulaması için ek bir wi-fi modülüne ihtiyaç duyar?

- a) Particle photon b) Arduino Uno
c) Raspberry Pi d) Arduino MKR1000

23) Webhook işlemi aşağıdaki ifadelerin hangisinde doğru tanımlanmıştır?

- a) Fiziksel programlama kartının internete veri gönderebilmesidir.
b) İnternette gelen veriler ile fiziksel programlama kartının kontrol edilmesidir.
c) İnternet üzerindeki uygulamaların diğer uygulamalara bilgi gönderebilmesinin bir yoludur.
d) Hiçbiri

24) Aşağıdaki uygulamalardan hangisi webhook tanımına uymaktadır?

- a) Kapı açıldığında odanın ışığının yanması
b) Uzaktan kumanda ile garaj kapısının açılması
c) Ortam sıcaklığı ve nem bilgilerinin internet ortamına gönderilmesi
d) Sıcaklık belirli bir aralığın dışına çıktığında SMS ile uyarı yapılması

25) Aşağıdaki örneklerin hangisi nesnelerin interneti uygulamasına bir örnek olarak gösterilemez?

- a) Bebeklerin soluk verişini takip eden ve gerektiğinde ebeveynleri akıllı telefonda bulunan uygulama ile uyararı giyilebilir ürünler.
- b) Usb ile bağlandığında kişinin kalp atış hızı, nabız ve adım sayısı verilerini bilgisayar ortamına aktarılabilen egzersiz takip cihazı.
- c) Herhangi bir arıza durumunda ilgili teknik servise bildirimde bulunan akıllı ev ürünleri
- d) Eve bağlı elektrikli aletlerin cep telefonu ile kontrol edilmesini sağlayan sistemler

26) Bulut platformları ve fiziksel cihazların eşleştirilmesi için gerekli olan işlem hangi seçenekte doğru verilmiştir.

- a) Cihazların IP numarasının bulut platformuna tanıtılması
- b) Cihazların MAC adreslerinin bulut platformuna tanıtılması
- c) bulut platformu API anahtarının cihaza tanıtılması
- d) bulut platformu kullanıcı adı ve şifresinin cihaza tanıtılması

27) Aşağıdaki tanımlardan hangisi nesnelerin interneti (IoT) kavramını doğru bir şekilde açıklar?

- a) Sensörlerden elde edilen veriler ile cihazların kontrol edilmesi.
- b) Kablosuz olarak uzaktan cihazların kontrol edilmesi.
- c) Cihazların internet ortamında birbirleri ve kullanıcılar ile haberleşebilmesi.
- d) Kullanıcıların internet aracılığı ile haberleşebilmesi

28) Aşağıdaki IoT çözümlerinden hangisi sağlık ve güvenlik sorunlarına çözüm olarak üretilmemiştir?

- a) Buzdolabının eksik malzemeyi en iyi fiyat karşılaştırması yaparak internetten sipariş edebilmesi
- b) Evdeki elektrige bağlı cihazların internet ortamından takibi ve kontrolü
- c) Günlük ilaç alımının internet ortamından takibi ve kontrolü
- d) Nabız ve hareket kabiliyetinin internet ortamından takibi

29) Aşağıdaki hangi uygulama ile "Evin kapısı her açıldığında ev sahibinin haberdar olabilmesi" durumu en iyi şekilde gerçekleştirilebilir?

- a) Kapının sadece ev sahibinin parmak izi onaylandığında açılması.
- b) Kapı açıldığında yüksek desibelli uyarı yapılması.
- c) Kapı açıldığında ev sahibinin telefonuna mesaj bildirimi gitmesi.
- d) Ev sahibinin kapı kilidini mobil uygulama ile açması.

30) Aşağıdaki ifadelerden hangisi, IoT teknolojisini kullanan akıllı ev ve bina sistemlerinde güvenlik riskini azaltmaya yardımcı olabilir?

- a) Bina sistemlerinin yönetimini mimarların gerçekleştirmesi
- b) Bina sistemlerinin yönetimine bilgi teknolojileri (BT) uzmanının da dâhil edilmesi
- c) Bina sistemlerin yönetiminin herkesin erişimine açık olması
- d) Hiçbiri

31) İnternet erişimli enerji ve baraj yönetim sistemlerinin oluşturduğu risk türü aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Güvenlik b) Gizlilik c) Sağlık d) Etik (Ahlaki)

32) Bir mesajın, o mesajı çözmek için bir anahtara sahip olan kişi veya kişiler haricinde okunmasını engelleyen matematiksel işleme ne ad verilir?

- a) Veri iletimi b) Şifreleme
- c) Hand shaking (El sıkışma) d) Veri kopyalama

33) IoT'nin bir kişinin alışkanlıkları, davranışları ve tercihlerine ilişkin çok büyük miktarda veri oluşturması, saklanması ve paylaşılması aşağıdaki hangi potansiyel riski beraberinde getirir.

- a) Verilerin kaybolması b) Sağlık c) Gizlilik d) Etik (Ahlaki)

I. Verilerin sensörler aracılığı ile toplanması

II. Fiziksel programlama platformlarının kullanılması

III. Verilerin internet ortamına aktarılması

34) Yukarıda Nesnelerin interneti sisteminin üç kritik aşaması verilmiştir. Sizce bu aşamalardan hangisi ya da hangileri verilerin gizliliğini (başkaların izinsiz olarak verilere erişimi) tehlikeye düşürebilir?

- a) Yalnız I b) Yalnız III c) II ve III d) I, II ve III

35) Aşağıdaki ifadelerden hangisi bir IoT sisteminde kullanıcının gizlilik hakkının korunmasına yardımcı olur.

- a) Verilerin nasıl paylaşılacağına açıkça belirtilmesi
b) Toplanan verilerin kime ait olacağına açıkça belirtilmesi
c) Verilerin nasıl kullanılacağına açıkça belirtilmesi
d) Hepsisi

“Kendi kendine giden (insansız) arabalar için herhangi bir kaza olması durumunda sorumluluğun arabanın sahibine mi, arabanın üreticisine mi yoksa akıllı arabaya mı ait olacaktır?”

36) Yukarıda ki tartışma IoT ile ilgili hangi durumu vurgulamaktadır?

- a) Etik (Ahlaki) b) Gizlilik c) Sağlık d) Büyük Veri

	Donanımın Adı	Teknik özellikleri	Fiyat TL	
1	DHT-22 Sıcaklık ve Nem sensörü	Hassasiyet $\pm 0,5^\circ\text{C}$ Çalışma aralığı -40 80°C	30	
2	DHT-11 Sıcaklık ve Nem sensörü	Hassasiyet $\pm 2^\circ\text{C}$ Çalışma aralığı 0-50°C	8	
3	Raspberry Pi 3	Çalışma gerilimi 5V 2A	271	
4	Particle Photon	Çalışma gerilimi 3.3V 80mA	165	
5	Arduino Wi-fi	Çalışma gerilimi 3.3V 200mA	254	
6	Şarj devresi	Lipo Pil şarj devresi	8	
7	Lipo pil	3,7V 1400mA	34	

Yukarıdaki tabloda bazı donanımlar, teknik özellikleri ve fiyatları verilmiştir. Lütfen tabloyu dikkatle inceleyiniz. “Evin sıcaklık ve nem bilgilerinin kullanıcılar tarafından sürekli gözlenebilmesi ve belirtilen değerlerde uyarılması amacıyla bir IoT sistemi tasarlanmaktadır.” Sistem aşağıdaki kriterlere göre tasarlanacaktır.

- I. Az enerji harcaması
II. Pil ile çalışabilmesi
III. Uygun fiyatlı olması
IV. Ölçüm hassasiyetinin en fazla $\pm 1^\circ\text{C}$ olması

37) Tabloda yer alan donanımlardan bu sistemi en iyi karşılayan donanım listesi sizce aşağıdakilerden hangisi olabilir?

a)	b)	c)	d)
1 adet Raspberry Pi 3	1 adet Particle Photon	1 adet Particle Photon	1 adet Arduino wi-fi
2 adet Lipo Pil	1 adet Lipo Pil	1 adet Lipo Pil	1 adet Lipo Pil
2 adet Şarj devresi	1 adet Şarj devresi	1 adet Şarj devresi	1 adet Şarj devresi
1 adet DHT 22	1 adet DHT 11	1 adet DHT 22	1 adet DHT 22

38) 37. soruda yer alan sistem için aşağıda verilen haberleşme türlerinden hangisini tercih edersiniz?

- a) Ethernet b) Kablosuz Wi-fi c) Bluetooth d) Kablosuz RF

- I. Şifreleme önlemleri
II. Ürünlerin küçük olarak tasarlanması
III. Ürünlerin az enerji ile çalışabilmesi

39) Yukarıdaki işlemlerden hangisi ya da hangileri bir ürünün veri güvenliği riskini azaltmaya yardımcı olabilir.

- a) Yalnız I b) I ve II c) I ve III d) I, II ve III

İnternete bağlı ve bileğe takılan saat şeklindeki bir aygıt kişinin gece kaç saat uyuduğunu veya kesintisiz uyuyup uyumadığını, kaçta kalktığını, kan basıncını, tansiyonunu ölçebilir, kaydedebilir ve İnternet sayesinde başka aygıtlara gönderebilir.

40) Bu sistemin etik (Ahlaki) değerlere uygun olabilmesi için aşağıdaki hangi kriteri öncelikle karşılaması gerekmektedir?

- a) Sistemin herhangi bir arızaya karşı ürün değişim garantisi sunmalıdır.
- b) Sistemin herhangi bir arızaya karşı belirli bir süre servis garantisi olmalıdır.
- c) Sistemin şifreleme ve diğer güvenlik önlemleri en üst düzeyde tutulmalıdır.
- d) Sistem verilerinin kimlerle paylaşılacağı, ne amaçla kullanılacağı açıkça belirtmeli ve kabul edilmelidir.



EK 2. ÖĞRENCİ PROJELERİNİ DEĞERLENDİRME FORMU (ÖPDF)

Proje Değerlendirme Formu		Dereceler				
Beceriler	5 puan	Görev / durum tüm yönleri ile başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.				
	4 puan	Görev / durum oldukça başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.				
	3 puan	Görev / durum kısmen başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.				
	2 puan	Görev / durum çok az bir kısmı başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.				
	1 puan	Görev / durum hiçbir yönü ile başarılı olamamıştır.				
		1	2	3	4	5
Proje konusunun değerlendirilmesi						
1	Proje konusunun önemini ortaya koyma	☐	☐	☐	☐	☐
2	Projenin özgünlüğünü ortaya koyma	☐	☐	☐	☐	☐
3	Proje ile ilgili daha önce yapılmış çalışmaları ortaya koyma	☐	☐	☐	☐	☐
Prototipin değerlendirilmesi						
1	Prototipin yapımında projeye uygun donanımların seçimi	☐	☐	☐	☐	☐
2	Prototipin beklenen şekilde çalışması	☐	☐	☐	☐	☐
3	Prototipin çalışmasını doğru biçimde aktarma	☐	☐	☐	☐	☐
4	Prototipin teknik özellikleri hakkında yeterli bilgi verme	☐	☐	☐	☐	☐
5	Prototipin üretiminde yaratıcı çözümler kullanma	☐	☐	☐	☐	☐
6	Prototipin gerçek hayata uyarlanabilirliği	☐	☐	☐	☐	☐
7	Prototipin gerçek hayata uyarlanabileceği uygun örnekler verme	☐	☐	☐	☐	☐
Projenin sunumunun değerlendirilmesi						
1	Sunuyu hedefe yönelik materyalle destekleme	☐	☐	☐	☐	☐
2	Sorulara cevap verme	☐	☐	☐	☐	☐
3	Verilen sürede sunuyu yapma	☐	☐	☐	☐	☐

EK 3. ÖĞRETMENLER İLE GÖRÜŞME FORMU

ÖĞRETMENLER İLE GÖRÜŞME FORMU		
ÖĞRT KODU	TARİH	GÖRÜŞME SÜRESİ
1. Nesnelerin interneti program öncesi aldığınız hizmet içi eğitim hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Sizce yeterli miydi? Eksik yönleri varsa nelerdir?		
Notlar Varsa konu ile ilgili sorulan yeni sorular ve cevaplara ilişkin notlar		
2.Okulunuzdaki öğretim ortamının nesnelerin interneti öğretim programının uygulanmasında sizce herhangi bir olumlu/olumsuz etkisi oldu mu? Olduysa açıklayınız.		
Notlar Varsa konu ile ilgili sorulan yeni sorular ve cevaplara ilişkin notlar		
3.Nesnelerin interneti öğretim programının uygulama aşamalarında hangi fiziksel programlama platformlarını kullandınız? Bu platformlar hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?		
Notlar Varsa konu ile ilgili sorulan yeni sorular ve cevaplara ilişkin notlar		
5. Nesnelerin interneti öğretim programının öğrencilerinize yönelik etkilerini değerlendiriniz.		
Notlar Varsa konu ile ilgili sorulan yeni sorular ve cevaplara ilişkin notlar		
6. Nesnelerin interneti alanında proje geliştirme sürecinin öğrencilerinize yönelik etkilerini değerlendiriniz.		
Notlar Varsa konu ile ilgili sorulan yeni sorular ve cevaplara ilişkin notlar		
7. Nesnelerin interneti öğretiminin mesleki kariyeriniz açısından sizce tür etkileri olabilir?		
Notlar Varsa konu ile ilgili sorulan yeni sorular ve cevaplara ilişkin notlar		

EK 4. ÖĞRENCİ GÖRÜŞME FORMU

ÖĞRENCİ GÖRÜŞME FORMU		
TAKIM KODU	TARİH	GÖRÜŞME SÜRESİ
1. Nesnelerin interneti öğretim programında kullandığınız fiziksel programlama platformları hakkında düşünceleriniz nelerdir?		
Notlar Varsa konu ile ilgili sorulan yeni sorular ve cevaplara ilişkin notlar		
2. Nesnelerin interneti öğretimi boyunca deneyimleriniz nelerdir? Program hakkındaki düşüncelerinizi açıklayınız		
Notlar Varsa konu ile ilgili sorulan yeni sorular ve cevaplara ilişkin notlar		
3. Nesnelerin interneti alanında proje geliştirme sürecinde deneyimleriniz nelerdir?		
Notlar Varsa konu ile ilgili sorulan yeni sorular ve cevaplara ilişkin notlar		
4. Nesnelerin interneti öğretiminin mezun olduktan sonra mesleki kariyeriniz açısından sizce tür etkileri olabilir?		
Notlar Varsa konu ile ilgili sorulan yeni sorular ve cevaplara ilişkin notlar		

EK 5. PROGRAM GÖZLEM FORMU

HAFTALIK DERS GÖZLEM FORMU	
TARİH	HAFTA
İşlenen Konular:	
1. Öğretim ortamının tasviri	
2. Öğretim ortamının işlenen derse yönelik varsa olumsuz etkileri ya da yetersiz kaldığı durumların tanımlanması	
3. Fiziksel programlama platformlarının kullanımı	
Kullanılan platform	
Değerlendirme	
4. Uygulamalarda karşılaşılan zorlukların tanımlanması	
5. Proje geliştirme sürecinde karşılaşılan zorlukların tanımlanması	
6. Notlar	

Yorum:

3. İnternet üzerinden mikrodenetleyici ile etkileşimi sağlamak amacı ile gerekli ayarları yapılabilir ve temel seviyede kod yazabilir. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Bu yeterlilik çıkarılmalı ☐

Yorum:

4. Yazılım tasarım becerilerini tanımlar ve uygulamalar (açma/kapama prensipleri, blok programlamasız kod yazma, küçük parçaların kolayca birleştirildiği tarzda web sitesi yapabilme) ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Bu yeterlilik çıkarılmalı ☐

Yorum:

5. Ağ protokol ve konseptlerini tanımlar. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Bu yeterlilik çıkarılmalı ☐

Yorum:

6. IoT ve donanımlarının nasıl çalıştığını tanımlayabilir ve sunabilir. (elektronik, yazılım, ağ ve fiziksel nesneler) ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Bu yeterlilik çıkarılmalı ☐

Yorum:

7. Verilen bir tema üzerinde IoT çözümü önerir ve bu çözüme ilişkin bir IoT sistemi oluşturabilir. Sistemin bileşenlerini (donanım ve yazılım ihtiyaçları) ve iletişim konseptini (bulut ortamı seçimi, haberleşme türü) tanımlar. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Bu yeterlilik çıkarılmalı ☐

Yorum:

8. Bir ürünü evrensel tasarım ilkelerine göre eleştirir. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Bu yeterlilik çıkarılmalı ☐

Yorum:

9. 3D yazıcı için ve fiziksel prototipler tasarlar ve geliştirir. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Bu yeterlilik çıkarılmalı ☐

Yorum:

10. IoT'den kaynaklanan güvenlik, gizlilik ve etik durumları tartışır.

O O O O O O O O O O

Bu yeterlilik çıkarılmalı



Yorum:

Belirtilen yeterliliklerin dışında önerebileceğiniz yeterlilik varsa lütfen açıklaması ile birlikte belirtiniz:

Değerli katkılarınızdan dolayı Teşekkürlerimizi sunarız.



EK 7. NESNELERİN İNTERNETİ İKİNCİ DEĞERLENDİRME FORMU

Mesleki Eğitim Seviyesinde Nesnelerin İnterneti (IoT) Yeterliliklerinin Değerlendirilmesi (2.değerlendirme)

Sayın yetkili,

2018 Ağustos ayında IoT ile ilgili yeterliliklerin belirlenmesi çalışmasının ilk aşamasına katılmış ve değerli görüşlerinizi bizlerle paylaşmıştınız. Bu formda, ilk aşamada elde edilen veriler değerlendirilerek tekrar sizlerin görüşlerinize sunulmuştur. Bu aşama IoT ile ilgili yeterlilik çerçevesinin oluşturulmasındaki en kritik adımdır. Lütfen sizden istenen yanıtları dikkatlice okuyarak yeterliliğin, mesleki eğitim seviyesinde Nesnelerin İnterneti (IoT) yeterlilik çerçevesi içerisinde yer almasını onaylayıp onaylamadığınızı belirtiniz.

Değerli görüşleriniz ve katılımınız için çok teşekkür ederiz.

Elde edeceğimiz veriler tamamen bilimsel amaçlar için kullanılacaktır.

Prof.Dr. Nesrin ÖZDENER -Danışman
Marmara Ünivesitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Programı

Murat Adnan TAMER
Doktora Öğrencisi

IoT yeterlilik çerçevesine ilişkin ilk değerlendirmede yeterliliklerin aldıkları puanların ortalamaları aşağıda verilmiştir. 1, 8 ve 9 numaralı yeterliliklerin, yeterlik çerçevesinden çıkarılması gerektiği yönünde görüş bildirilmiştir.

	Yeterlilikler	Ortalama puanı
1	Temel devreleri board üzerinde kurar ve test eder.	6,45
2	Temel seviyede mikrodenetleyici, giriş ve çıkış donanımlarını tanımlar, bağlantılarını yapar ve programlayabilir.	8,53
3	İnternet üzerinden mikrodenetleyici ile etkileşimi sağlamak amacı ile gerekli ayarları yapabilir ve temel seviyede kod yazabilir.	8,46
4	Yazılım tasarım becerilerini tanımlar ve uygulamalar (açma/kapama prensipleri, blok programlamasız kod yazma, küçük parçaların kolayca birleştirildiği tarzda web sitesi yapabilme)	8,31
5	Ağ protokol ve konseptlerini tanımlar.	7,62
6	IoT ve donanımlarının nasıl çalıştığını tanımlayabilir ve sunabilir. (elektronik, yazılım, ağ ve fiziksel nesneler)	7,92
7	Verilen bir tema üzerinde IoT çözümü önerir ve bu çözüme ilişkin bir IoT sistemi oluşturabilir. Sistemin bileşenlerini (donanım ve yazılım ihtiyaçları) ve iletişim konseptini (bulut ortamı seçimi, haberleşme türü) tanımlar.	8,38
8	Bir ürünü evrensel tasarım ilkelerine göre eleştirir.	6,54
9	3D yazıcı için ve fiziksel prototipler tasarlar ve geliştirir.	5,46
10	IoT'den kaynaklanan güvenlik, gizlilik ve etik durumları tartışır.	7,38

Aşağıda yer alan yeterliliklerin IoT yeterlilik çerçevesinden çıkarılmasını onaylıyor musunuz?

Yeterlilik	Onaylıyorum	Onaylamıyorum	Onaylamıyorsanız nedenini yazınız.
Temel devreleri board üzerinde kurar ve test eder.	☐	☐	
Bir ürünü evrensel tasarım ilkelerine göre eleştirir.	☐	☐	

3D yazıcı için ve fiziksel prototipler tasarlar ve geliştirir.	☐	☐	
--	--------------------------	--------------------------	--

Aşağıda yer alan yeterliliklerin IoT yeterlilik çerçevesine eklenmesini onaylıyor musunuz?

Yeterlilik	Onaylıyorum	Onaylamıyorum	<u>Onaylamıyorsanız</u> nedenini yazınız.
Nesnelerin interneti sistemlerinde kullanılan donanımların malzeme yapılarını açıklar.	☐	☐	

Aşağıda yer alan yeterlilikleri dikkatlice okuyunuz ve her bir yeterliliği Yararlı, Yararlı/Gereksiz ve Gereksiz olarak işaretleyiniz.

	Yeterlilik adı	Yararlı	Yararlı/ Gereksiz	Gereksiz
1	Fiziksel programlama platformlarını (FPP) ve giriş-çıkış donanımlarını açıklar.	☐	☐	☐
2	FPP kullanarak temel seviyede programlama uygulamaları yapar	☐	☐	☐
3	FPP ve çevre birimlerini (Giriş-çıkış donanımları) kullanarak uygulamalar yapar.	☐	☐	☐
4	FPP'yi çevrimiçi ortamlara bağlamak için gerekli ayarları yapar	☐	☐	☐
5	Çevrimiçi ve mobil ortamlar üzerinden FPP'yi kontrol etmek ve verileri bulut uygulamalarında işlemek için gerekli ayarları yapar.	☐	☐	☐
6	Nesnelerin interneti (IoT) sistemini ve çalışma mantığını açıklar.	☐	☐	☐
7	Bir IoT sistemini kurar ve test eder.	☐	☐	☐
8	IoT sistemlerinde güvenlik olgusunu açıklar	☐	☐	☐
9	IoT sistemlerinde gizlilik olgusunu açıklar	☐	☐	☐
10	IoT sistemlerinde etik durumu açıklar	☐	☐	☐

EK 8. NESNELERİN İNTERNETİ ALT YETKİNLİKLERİ DEĞERLENDİRME FORMU

Mesleki Eğitim Seviyesinde Nesnelerin İnterneti (IoT) Alt Yetkinliklerinin Değerlendirilmesi

Sayın yetkili,

Sizlerin de değerli katkılarını aldığımız nesnelerin interneti yeterliliklerinin belirlenmesi sürecinde yeterliliklerin daha sade ve anlaşılır olması ve ileride nesnelerin interneti öğretim programı çalışmaları için kılavuz niteliğinde olması amacıyla yeterlilikleri belirleyen alt yetkinlikler oluşturulmuş ve sizlerin görüşlerine sunulmuştur.

Değerli görüşleriniz ve katılımınız için çok teşekkür ederiz.

Elde edeceğimiz veriler tamamen bilimsel amaçlar için kullanılacaktır.

Prof.Dr. Nesrin ÖZDENER -Danışman
Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Programı

Murat Adnan TAMER
Doktora Öğrencisi

Aşağıda nesnelerin interneti yeterliliklerine ilişkin alt yetkinlikler verilmiştir. Lütfen alt yetkinlikleri dikkatlice okuyunuz ve her bir alt yetkinliği Yararlı, Yararlı/Gereksiz ve Gereksiz olarak işaretleyiniz.

Yeterlilik	Alt yetkinlik	Yararlı	Yararlı/ gereksiz	Gereksiz
Fiziksel programlama platformlarını (FPP) ve giriş-çıkış donanımlarını açıklar.	FPP kavramını açıklar ve çeşitlerini söyler.	☐	☐	☐
	FPP'nin çalışma mantığını açıklar	☐	☐	☐
	Uygulamaya göre uygun FPP'yi seçer.	☐	☐	☐
	Sensör kavramını ve sensör çeşitlerini açıklar.	☐	☐	☐
	FPP giriş donanımlarını açıklar.	☐	☐	☐
	FPP çıkış donanımlarını açıklar.	☐	☐	☐
	Uygulamaya göre uygun giriş ve çıkış donanımlarını seçer.	☐	☐	☐
FPP kullanarak temel seviyede programlama uygulamaları yapar	FPP yazılım geliştirme ortamlarını açıklar.	☐	☐	☐
	Değişken ve operatörleri kullanarak fiziksel programlama yapar.	☐	☐	☐
	Koşul kullanarak fiziksel programlama yapar.	☐	☐	☐
	Döngü kullanarak fiziksel programlama yapar.	☐	☐	☐
FP ile genel giriş-çıkış pinlerini(GPIO) kontrol eder.	Bir uygulamada kullanılacak FPP ve giriş-çıkış donanımlarının fiziksel bağlantılarını yapar.	☐	☐	☐
	FPP GPIO(genel giriş-çıkış pinleri) program ile kontrol eder.	☐	☐	☐
	Uygulamayı test eder, donanım ve yazılım hatalarını bulur.	☐	☐	☐
FPP'yi çevrimiçi ortamlara bağlamak için gerekli ayarları yapar.	Temel ağ donanımlarını açıklar.	☐	☐	☐
	Bulut platformu kavramını açıklar.	☐	☐	☐
	FPP'yi kablolu internete bağlamak için gerekli ayarları yapar.	☐	☐	☐
	FPP'yi kablosuz internete bağlamak için gerekli ayarları yapar.	☐	☐	☐
	Webhook (tetikleme) işlemini tanımlar.	☐	☐	☐

Çevrimiçi olarak FPP'yi kontrol eder.	Bulut platformunu kullanarak fiziksel programlama yapar.	☐	☐	☐
Nesnelerin interneti (IoT) kavramını ve çalışma mantığını açıklar.	IoT kavramını açıklar ve uygun örnekler verir.	☐	☐	☐
	Verilen bir temaya ilişkin IoT çözümü önerir.	☐	☐	☐
Bir IoT sistemini kurar ve test eder.	Bir IoT sisteminin donanım ihtiyaçlarını belirler.	☐	☐	☐
	Bir IoT sisteminin fiziksel bağlantılarını yapar.	☐	☐	☐
IoT sistemlerinde güvenlik olgusunu açıklar	Bir IoT sisteminde oluşabilecek güvenlik risklerini açıklar.	☐	☐	☐
	Bir IoT sisteminde güvenlik risklerini azaltacak çözümler önerir.	☐	☐	☐
IoT sistemlerinde gizlilik olgusunu açıklar	Bir IoT sisteminde oluşabilecek gizlilik ile ilgili riskleri açıklar.	☐	☐	☐
	Bir IoT sisteminde gizlilik ile ilgili riskleri azaltacak çözümler önerir.	☐	☐	☐
IoT sistemlerinde etik durumu açıklar	IoT sistemlerinde uyulması gerekli etik değerleri açıklar.	☐	☐	☐
	Bir IoT sisteminin etik değerlere uygunluğunu değerlendirir.	☐	☐	☐

EK 9. BİRİNCİ DÖNGÜ HAFTALIK DERS PLANI

Araştırmanın Birinci Döngüsünde Araştırmacı Tarafından Hazırlanan Nesnelerin İnterneti Teori/Uygulama Süreci Haftalık Ders Planı

HAFTA 1
Öğrenen özellikleri
Öğrenciler Mesleki ve Teknik Eğitim Elektrik-Elektronik Teknolojisi Güvenlik Sistemleri dalı 11. Sınıf Anadolu Teknik Programında okumaktadır. Sınıf mevcudu 12 kişiden oluşmaktadır. Öğrenciler aşağıda yer alan mesleki yeterlilikleri 2017-2018 eğitim öğretim yılının 10. sınıfında başarı ile bitirmişlerdir. 1. İş yerinde sağlık ve güvenliği tehdit eden unsurları belirleyerek gerekli sağlık ve güvenlik tedbirlerini alabilir. 2. İş kazasından sonra yapılması gereken iş ve işlemleri yürütebilir. 3. Doğru ve alternatif akım devrelerinde ölçüm ve bağlantıları hatasız yapabilir. 4. Analog devre elemanlarını bilir ve bağlantılarını hatasız yapabilir. 5. Temel mantık devrelerini bilir ve kurabilir. 6. Bileşik mantık devrelerini bilir ve kurabilir. 7. Karşılaştığı problem durumuna uygun proje hazırlayabilir.

Kazandırılması hedeflenen yeterlilikler
1. IoT kavramını açıklar ve uygun örnekler verir.
2. FPP kavramını açıklar ve çeşitlerini söyler.
3. FPP'nin çalışma mantığını açıklar
4. Sensör kavramını ve sensör çeşitlerini açıklar.

Materyal	• Bilgisayar • Projeksiyon • "Nesnelerin İnterneti" power point sunusu • "Endüstri 4.0" power point sunusu • "Fiziksel Programlama" power point sunusu • "Sensörler" power point sunusu
Yazılım	• Power Point
Malzeme	• Particle photon • Raspberry Pi • Arduino • Sensörler

Yöntem	
Anlatım / Soru -cevap	• Sunular eşliğinde eğitmen, aşağıda yer alan konuları anlatım yöntemi ile aktarır. 1. Endüstri 4.0 1.1. Tarihi, ülkemizde ve dünya genelinde yarattığı etki 1.2. Sosyal dönüşüm, istihdam sorunu, mesleki yeterliliklerin dönüşümü

	2. Nesnelerin İnterneti 3. Fiziksel Programlama Platformu 3.1. Mikroişlemci Nedir? 3.2. Mikrodenetleyici Nedir? 3.3. Mikroişlemci ve Mikrodenetleyici Arasındaki Farklar 3.4. Gömülü Sistemler (Embedded Systems) 3.5. Fiziksel Programlama Kartları 3.6. Yüksek İşlem Kapasiteli Fiziksel Programlama Kartları 3.7. Az Enerji Harcayan Fiziksel Programlama Kartları 3.8. Farklı Kullanım Amaçlarına Göre Tasarlanmış Fiziksel Programlama Kartları 3.9. Arduino 3.10. Raspberry Pi 3.11. Particle Photon 3.12. Sensörler 3.13. Sensör çeşitleri
Gözlem / inceleme	Eğitmen, geliştirme kartlarını ve sensörleri öğrencilere dağıtarak kartların ve sensörlerin işlevini tanıtır ve öğrencilerin incelemesini sağlar.

Medya ve materyallerin kullanımı
- Etkinlik Şişli MTAL Güvenlik Sistemleri laboratuvarında gerçekleştirilir. - Çalışma ortamında gerekli iş güvenliği önlemleri alınır. - Atölye çalışmaları grup çalışması olarak gerçekleştirilir. - Görsel sunular ve videolar projeksiyon kullanılarak aktarılır.

Katılımın Sağlanması
- Etkinlik katılımcıların örgün öğretimde devam zorunluluğu bulunan sürede gerçekleştirilir. - Etkinlik TUBİTAK 4004 Doğa ve Bilim Okulları çağrısı kapsamında gerçekleştirilir ve gerekli materyaller proje bütçesinden karşılanır. - Öğrenciler aynı zamanda TUBİTAK 4004 projesi katılımcıdır. - Öğrencilerin etkinliklerin sonunda ortaya koyacakları projeler bir üniversitede sergilenecektir.

Değerlendirme
- Eğitmen konular ile ilgili soru-cevap etkinliği gerçekleştirir. Etkinlik sonucuna göre konular tekrar edilir. - Eğitmen geliştirme kartları ve sensörleri göstererek kart ve sensörlerin işlevi hakkında soru-cevap etkinliği gerçekleştirir.

HAFTA 2**Öğrenen özellikleri**

Öğrenciler Mesleki ve Teknik Eğitim Elektrik-Elektronik Teknolojisi Güvenlik Sistemleri dalı 11. Sınıf Anadolu Teknik Programında okumaktadır. Sınıf mevcudu 12 kişiden oluşmaktadır.

Öğrenciler aşağıda yer alan mesleki yeterlilikleri 2017-2018 eğitim öğretim yılının 10. sınıfında başarı ile bitirmişlerdir.

8. İş yerinde sağlık ve güvenliği tehdit eden unsurları belirleyerek gerekli sağlık ve güvenlik tedbirlerini alabilir.
9. İş kazasından sonra yapılması gereken iş ve işlemleri yürütebilir.
10. Doğru ve alternatif akım devrelerinde ölçüm ve bağlantıları hatasız yapabilir.
11. Analog devre elemanlarını bilir ve bağlantılarını hatasız yapabilir.
12. Temel mantık devrelerini bilir ve kurabilir.
13. Bileşik mantık devrelerini bilir ve kurabilir.
14. Karşılaştığı problem durumuna uygun proje hazırlayabilir.

Kazandırılması hedeflenen yeterlilikler

1. FPP yazılım geliştirme ortamlarını açıklar.
2. Bulut platformu kavramını açıklar.

Materyal	- Bilgisayar - Projeksiyon "Arduino IDE kurulumu" power point sunusu "Particle photon" power point sunusu
Yazılım	- Power point - Arduino IDE - Particle Web IDE
Malzeme	- Arduino Uno - Particle photon - Kablo ve bağlantı ekipmanları

Yöntem

Anlatım / soru cevap	"Arduino IDE kurulumu" power point sunusu eşliğinde eğitmen, aşağıda yer alan konuları anlatım yöntemi ile aktarır. 1. Arduino IDE kurulumu 2. Arduino IDE ile arduinoya program yükleme 3. Blink uygulaması "Particle photon" power point sunusu eşliğinde eğitmen, aşağıda yer alan konuları anlatım yöntemi ile aktarır. 1. Photon kurulumu 2. Photon üzerindeki LED'in mobil uygulama ile kontrolü 3. Particle cloud üzerinden blink uygulaması - Eğitmen öğrencilerden arduino IDE ile web IDE arasındaki farkları açıklamalarını ister. Hangi uygulamanın bulut platformu olduğunu nedenleri ile aktarır. - Eğitmen wi-fi ve bluetooth modülünün giriş donanımı mı yoksa çıkış donanımı mı olması gerektiği konulu bir tartışma ortamı oluşturur.
-----------------------------	--

Keşfetme problem çözme /	- Eğitmen öğrencilerden gerçekleştirilecek uygulamaya göre giriş/çıkış donanımlarının doğru olarak eşleştirilmesi için aşağıdaki etkinliği gerçekleştir. <i>Aşağıda bazı giriş ve çıkış donanımları karışık olarak verilmiştir. Uygulamalara uygun olarak giriş ve çıkış donanımlarını tabloya yazınız.</i> - LM35 sıcaklık sensörü, - Tuş takımı, - DC motor, - Bluetooth modülü, - Ultrasonic mesafe sensörü, - Fan, - Manyetik kilit, - Basınç sensörü, - DHT11 (sıcaklık ve nem sensörü), - PIR sensör, - Manyetik kontak, - Buzzer, - wi-fi modülü <table><tr><th rowspan="2">Uygulamalar</th><th colspan="2">Donanımlar</th></tr><tr><th>Giriş</th><th>Çıkış</th></tr><tr><td>Cisimlere çarpmadan ilerleyen robot</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Soğutma sistemi</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Kablosuz internete bağlı meteoroloji istasyonu</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Şifreli kapı</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Güvenlik alarm sistemi</td><td></td><td></td></tr></table>	Uygulamalar	Donanımlar		Giriş	Çıkış	Cisimlere çarpmadan ilerleyen robot			Soğutma sistemi			Kablosuz internete bağlı meteoroloji istasyonu			Şifreli kapı			Güvenlik alarm sistemi		
Uygulamalar	Donanımlar																				
	Giriş	Çıkış																			
Cisimlere çarpmadan ilerleyen robot																					
Soğutma sistemi																					
Kablosuz internete bağlı meteoroloji istasyonu																					
Şifreli kapı																					
Güvenlik alarm sistemi																					
İşbirlikli çalışma Uygulama /	Öğrenciler 2'li gruplara ayrılır. Uygulama 1 - Her grup bir bilgisayarda arduino IDE uygulamasını eğitimden gözetiminde kurar. - Sunuda belirtilen yönergelere uygun olarak arduino uno'ya Blink uygulamasını yükler ve test eder. Uygulama 2 - Gruplar akıllı telefonlarına Particle mobil uygulamasını yüklerler ve sunuda belirtilen yönergelere uygun olarak photon geliştirme kartı üzerinde bulunan LED'i mobil uygulama kullanarak internet üzerinden kontrol ederler. - Ardından, Bilgisayar aracılığı ile Web IDE uygulamasını kullanarak photon cihazına blink uygulamasını yüklerler.																				

Medya ve materyallerin kullanımı
- Etkinlik Şişli MTAL Güvenlik Sistemleri laboratuvarında gerçekleştirilir. - Çalışma ortamında gerekli iş güvenliği önlemleri alınır. - Atölye çalışmaları grup çalışması olarak gerçekleştirilir. - Görsel sunular ve videolar projeksiyon kullanılarak aktarılır.

Katılımın Sağlanması

- Etkinlik katılımcıların örgün öğretimde devam zorunluluğu bulunan sürede gerçekleştirilir.
- Etkinlik TUBİTAK 4004 Doğa ve Bilim Okulları çağrısı kapsamında gerçekleştirilir ve gerekli materyaller proje bütçesinden karşılanır.
- Öğrenciler aynı zamanda TUBİTAK 4004 projesi katılımcıdır.
- Öğrencilerin etkinliklerin sonunda ortaya koyacakları projeler bir üniversitede sergilenecektir.

Değerlendirme

- Her bir grup Arduino uno'yu bilgisayara bağlar ve blink uygulamasını arduino'ya yükler.
- Her bir grup akıllı telefonu ile photon cihazı üzerindeki LED'i kontrol eder.
- Her bir grup Web IDE uygulamasını kullanarak photon cihazına blink uygulamasını yükler.
- Öğrenciler uygulamaya göre giriş çıkış donanımlarını doğru olarak seçerler
- Eğitimci ders sonunda konular ile ilgili soru-cevap etkinliği gerçekleştirir.



HAFTA 3**Öğrenen özellikleri**

Öğrenciler Mesleki ve Teknik Eğitim Elektrik-Elektronik Teknolojisi Güvenlik Sistemleri dalı 11. Sınıf Anadolu Teknik Programında okumaktadır. Sınıf mevcudu 12 kişiden oluşmaktadır.

Öğrenciler aşağıda yer alan mesleki yeterlilikleri 2017-2018 eğitim öğretim yılının 10. sınıfında başarı ile bitirmişlerdir.

15. İş yerinde sağlık ve güvenliği tehdit eden unsurları belirleyerek gerekli sağlık ve güvenlik tedbirlerini alabilir.
16. İş kazasından sonra yapılması gereken iş ve işlemleri yürütebilir.
17. Doğru ve alternatif akım devrelerinde ölçüm ve bağlantıları hatasız yapabilir.
18. Analog devre elemanlarını bilir ve bağlantılarını hatasız yapabilir.
19. Temel mantık devrelerini bilir ve kurabilir.
20. Bileşik mantık devrelerini bilir ve kurabilir.
21. Karşılaştığı problem durumuna uygun proje hazırlayabilir.

Kazandırılması hedeflenen yeterlilikler

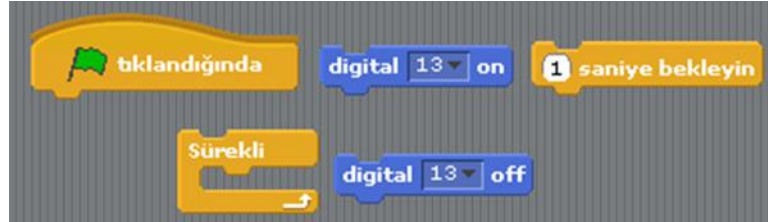
1. Değişken ve operatörleri kullanarak fiziksel programlama yapar.
2. Koşul kullanarak fiziksel programlama yapar.
3. Döngü kullanarak fiziksel programlama yapar.

Materyal	- Bilgisayar - Projeksiyon "S4A Kurulumu" power point sunusu
Yazılım	- Power point - Arduino IDE - S4A
Malzeme	- Arduino Uno - Buton - Direnç - LED - Kablo ve bağlantı ekipmanları

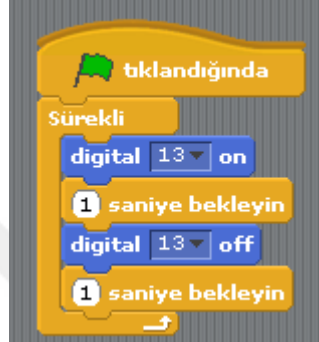
Yöntem

Anlatım / soru cevap	"S4A Kurulumu" power point sunusu eşliğinde eğitmen, aşağıda yer alan konuları anlatım yöntemi ile aktarır. 1. Blok programlama 2. Scratch 3. S4A
İşbirlikli çalışma / Uygulama	Uygulama 1 S4A ve Arduino ile Blink uygulaması Öğrenciler 2'li gruplara ayrılır. Her grup arduino kartı üzerinde 13. Pine bağlı olan LED'in 1 sn aralıklarla yanıp sönmelerini sağlayan bir uygulamayı aşağıdaki işlem basamaklarına uygun olarak gerçekleştirir. 1. Eğitmen öncelikle herhangi bir ipucu vermeden öğrencilerden arduino kartı üzerinde 13. Pine bağlı olan LED'in 1 sn aralıklarla yanıp sönmelerini sağlayan bir uygulamayı S4A yazılım geliştirme ortamını kullanarak yapmalarını ister.

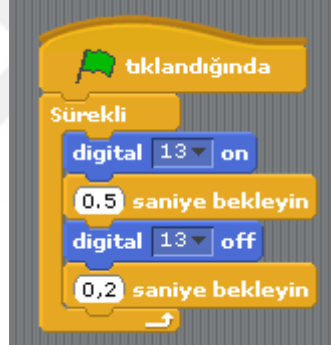
2. Eğer ipucu vermesi gerekiyorsa programda aşağıdaki blokların kullanılacağını ama sıralamanın öğrenciler tarafından yapılması gerektiğini belirtir.



3. Öğretmen öğrencilerin doğru olarak blokları yerleştirmesini sağlar.
4. Öğretmen her bir bloğun işlevini ayrıntılı olarak anlatır.



5. Öğretmen öğrencilerden LED'in yanıp sönme süresini değiştirmelerini ister.



6. Öğretmen öğrencilerden LED'in sadece 10 kere yanıp sönmesini ister.



7. Öğretmen öğrencilerden bir değişken oluşturmalarını ve LED'in yanıp sönme süresinin değişkenin değerine göre değişmesini ister.



Uygulama 2 Arduino IDE ile Blink uygulaması

Öğrenciler 2'li gruplara ayrılır. Her grup arduino kartı üzerinde 13. Pine bağlı olan LED'in 1 sn aralıklarla yanıp sönmesini sağlayan bir uygulamayı aşağıdaki işlem basamaklarına uygun olarak gerçekleştirir.

1. Eğitimci öğrencilerden aşağıdaki tabloda bloklar ile kodları eşleştirmelerini ister.

digital 13 on	<code>digitalWrite(13, HIGH);</code>
digital 13 off	<code>digitalWrite(13, LOW);</code>
1 saniye bekleyin	<code>delay(1000);</code>
Sürekli	<code>void loop() {</code>
	<code>}</code>

2. Eğitimci `setup()` fonksiyonu ve `pinMode` komutunu açıklar.
3. Blok kodlama ile metin tabanlı kodlama arasındaki farkları açıklar.
4. Eğitimci öğrencilerden arduino IDE'de bir blink programı yazmalarını ister.

```
void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(1000);
}
```

5. Eğitimci, öğrencilerden "gecikme" adlı bir değişken oluşturmalarını ve LED'in yanıp sönme süresinin bu değişkene göre ayarlanmasını ister.

```
int gecikme = 500;

void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(gecikme);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(gecikme);
}
```

6. Öğitmen arduino IDE’de değişken ve operatörleri örnek yaparak anlatır. Öğrencilerden arduino IDE kullanarak LED’in 10 kere yanıp sönmesini sağlayan program yazmalarını ister.

```
int gecikme = 500;

void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT);

  dongu();
}

void dongu() {
  for (int i = 1; i <=10 ; i++) {
    digitalWrite(13, HIGH);
    delay(gecikme);
    digitalWrite(13, LOW);
    delay(gecikme);
  }
}

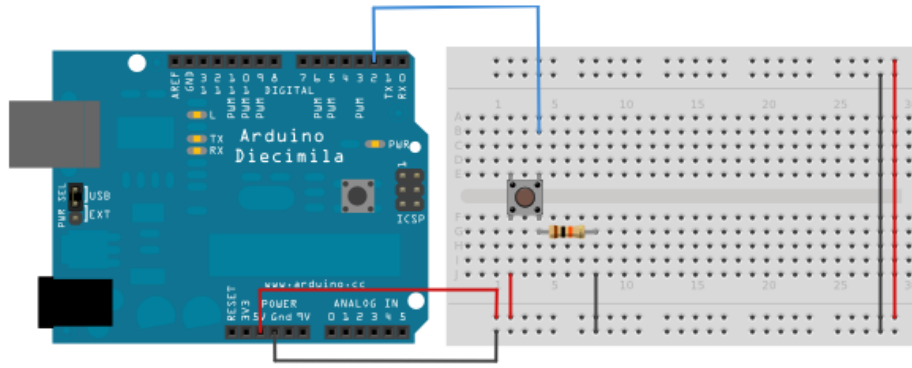
void loop() {
}
```

7. Öğitmen for döngüsünün neden loop içerisinde yer almadığını açıklar.

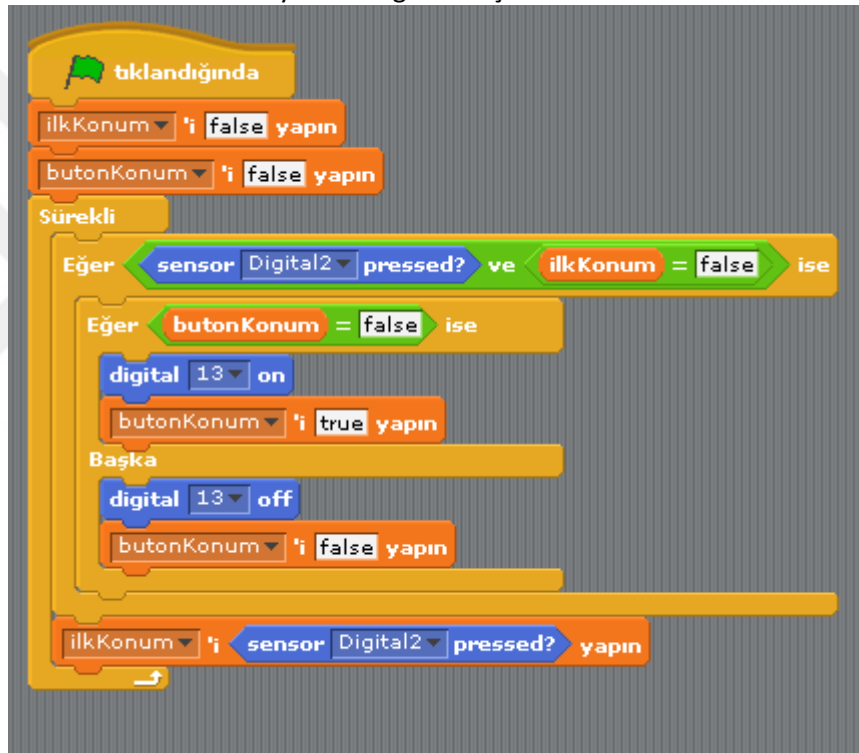
Uygulama 3 S4A ve arduino IDE kullanarak buton ile LED kontrolü

Öğrenciler 3’lü gruplara ayrılır. Her grup verilen devre şemasına uygun olarak butona basıldığında yanan LED uygulamasını aşağıda yer alan işlem basamaklarına uygun olarak gerçekleştirir.

1. Öğitmen programlamada koşul kullanımını örnekler yaparak anlatır. Blok programlamada koşul bloklarını tanıtır ve örnekler yapar. Arduino IDE’de koşul kullanımını tanıtır ve örnekler yapar.
2. Öğitmen, öğrencilerden Arduino’nun 2. Pinine bir buton bağlamalarını ister.
3. Öğitmen, butona seri olarak bir direnç bağlanması gerektiğini anlatır ve öğrencilerden bunun nedenini açıklamasını ister.



4. Öğretmen öncelikle S4A'da grupların butona basınca 13 nolu pini yakan bir program oluşturmalarını ister.
5. Gruplar yaptıkları blok programı denerler. Hataları not ederler.
6. Öğretmen, aşağıdaki blok programı gösterir. Gruplar bu programı denerler ve hatalarının nereden kaynaklandığını tartışırlar.



7. Öğretmen gruplardan aynı uygulamayı Arduino IDE üzerinden yapmalarını ister.
8. Gruplar, yazdıkları arduino programını denerler. Hataları not ederler.
9. Öğretmen, aşağıdaki program kodunu gösterir. Gruplar bu programı denerler ve hatalarının nereden kaynaklandığını tartışırlar.

```

const int buttonPin = 2;
const int ledPin = 13;

int butonKonum = 0;

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin, INPUT);
}

void loop() {
  butonKonum = digitalRead(buttonPin);

  if (butonKonum == HIGH) {
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(ledPin, LOW);
  }
}

```

Medya ve materyallerin kullanımı

- Etkinlik Şişli MTAL Güvenlik Sistemleri laboratuvarında gerçekleştirilir.
- Çalışma ortamında gerekli iş güvenliği önlemleri alınır.
- Atölye çalışmaları grup çalışması olarak gerçekleştirilir.
- Görsel sunular ve videolar projeksiyon kullanılarak aktarılır.

Katılımın Sağlanması

- Etkinlik katılımcıların örgün öğretimde devam zorunluluğu bulunan sürede gerçekleştirilir.
- Etkinlik TUBİTAK 4004 Doğa ve Bilim Okulları çağrısı kapsamında gerçekleştirilir ve gerekli materyaller proje bütçesinden karşılanır.
- Öğrenciler aynı zamanda TUBİTAK 4004 projesi katılımcılarından.
- Öğrencilerin etkinliklerin sonunda ortaya koyacakları projeler bir üniversitede sergilenecektir.

Değerlendirme

- Her bir grup S4A ile değişken ve operatörleri kullanabilir.
- Her bir grup S4A ile döngü kullanabilir.
- Her bir grup S4A ile koşul kullanabilir.
- Her bir grup S4A ile fiziksel programlama yapabilir.
- Her bir grup Arduino IDE ile değişken ve operatörleri kullanabilir.
- Her bir grup Arduino IDE ile döngü kullanabilir.
- Her bir grup Arduino IDE ile koşul kullanabilir.
- Her bir grup Arduino IDE ile fiziksel programlama yapabilir.
- Eğitimci ders sonunda konular ile ilgili soru-cevap etkinliği yapar.

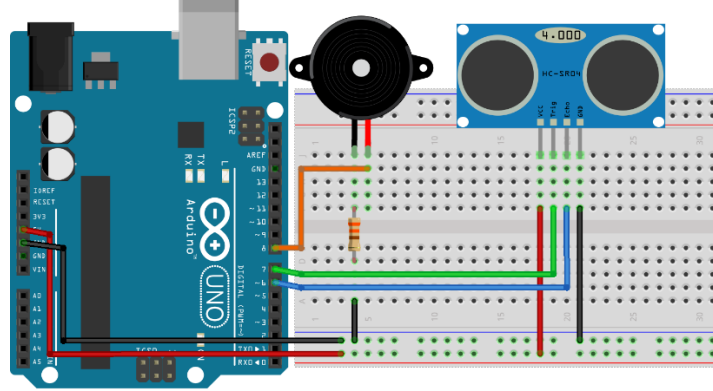
HAFTA 4
Öğrenen özellikleri
Öğrenciler Mesleki ve Teknik Eğitim Elektrik-Elektronik Teknolojisi Güvenlik Sistemleri dalı 11. Sınıf Anadolu Teknik Programında okumaktadır. Sınıf mevcudu 12 kişiden oluşmaktadır. Öğrenciler aşağıda yer alan mesleki yeterlilikleri 2017-2018 eğitim öğretim yılının 10. sınıfında başarı ile bitirmişlerdir. 22. İş yerinde sağlık ve güvenliği tehdit eden unsurları belirleyerek gerekli sağlık ve güvenlik tedbirlerini alabilir. 23. İş kazasından sonra yapılması gereken iş ve işlemleri yürütebilir. 24. Doğru ve alternatif akım devrelerinde ölçüm ve bağlantıları hatasız yapabilir. 25. Analog devre elemanlarını bilir ve bağlantılarını hatasız yapabilir. 26. Temel mantık devrelerini bilir ve kurabilir. 27. Bileşik mantık devrelerini bilir ve kurabilir. 28. Karşılaştığı problem durumuna uygun proje hazırlayabilir.

Kazandırılması hedeflenen yeterlilikler
1. Bir uygulamada kullanılacak FPP ve giriş-çıkış donanımlarının fiziksel bağlantılarını yapar.
2. FPP GPIO(genel giriş-çıkış pinleri) program ile kontrol eder.
3. Uygulamayı test eder, donanım ve yazılım hatalarını bulur.

Materyal	- Bilgisayar - Projeksiyon "Park sensörü devre şeması ve program kodları.pdf" dosyası "Akıllı ev devre şeması ve program kodları.pdf" dosyası
Yazılım	Particle Web IDE
Malzeme	- Arduino UNO 16x2 LCD Ekran 10 kOhm potansiyometre - Buzzer - push buton - LM35 sıcaklık sensörü - Ultrasonic mesafe sensörü 5mm kırmızı LED 5mm şeffaf beyaz LED - SG-5010 servo motor - HC-06 bluetooth seri modül kartı - Bağlantı ve güç ekipmanları

Yöntem	
İşbirlikli çalışma / Uygulama	Uygulama 1 Park sensörü Öğrenciler 2'li gruplara ayrılır. Ultrasonic mesafe sensörü, buzzer ve arduino kullanarak park sensörü yapmak için aşağıdaki işlem basamakları izlenir. - Öğrenciler park sensörü uygulaması yapmak için gerekli olan fiziksel programlama kartı ve giriş çıkış donanımlarını karışık bir halde verilen donanımların içinden seçerler. - Eğitmen Ultrasonic mesafe sensörü HC-SR04 hakkında detaylı bilgi verir.

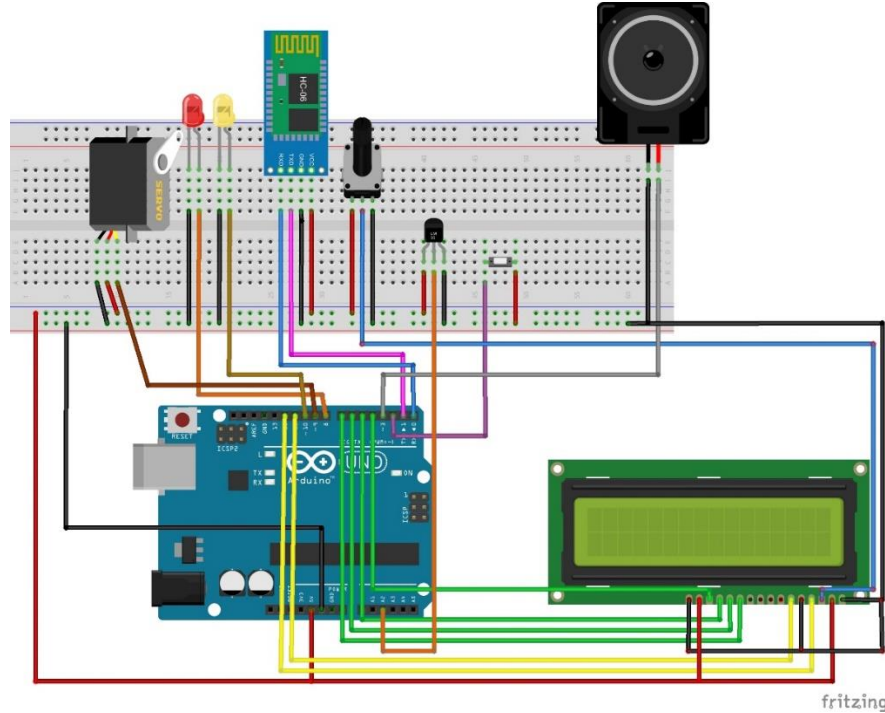
3. Öğitmen, Buzzer hakkında detaylı bilgi verir.
4. Gruplar, Buzzer için 8, HC-RS04 Trig için 7, echo için 6 no'lu pinlerin kullanılacağı fiziksel bağlantıyı oluştururlar.



5. Öğitmen, Arduino IDE'de kütüphane kullanımı hakkında detaylı bilgi verir.
6. Öğitmen, program kodlarının bir kısmını gösterir. Diğer kısmını grupların tamamlamasını ister.
7. Gruplar program kodunu tamamlayarak devreyi test eder, program kodlarında tespit ettikleri hataları düzeltirler.

Uygulama 2 Akıllı Ev Otomasyonu

1. Öğrenciler, 3'erli gruplara ayrılırlar.
2. Öğitmen akıllı ev otomasyonunda kullanılacak giriş çıkış elemanları hakkında bilgi verir.
3. Öğitmen, serial monitör kullanımı hakkında bilgi verir.
4. Öğitmen, arduino ve LCD ekran bağlantısını ve arduino kütüphanesini gösterir.
5. Öğitmen, arduino ve bluetooth modülü bağlantısını ve arduino kütüphanesini gösterir.
6. Öğitmen, arduino ve servo motor bağlantısını ve arduino kütüphanesini gösterir.
7. Gruplar aşağıdaki şemaya göre devrenin fiziksel bağlantısını yaparlar.



8. Öğitmen, arduino program kodlarını öğrencilere anlatır.

	9. Eğitmen öğrencilerden bluetooth kontrolü için gerekli uygulamayı mobil telefonlarına indirmelerini ister. Android Uygulamasının APK Dosyası : https://drive.google.com/file/d/0B914QTfo2gjhY0gzdVUtaTg1THM/view?usp=sharing
--	---

Medya ve materyallerin kullanımı

- Etkinlik Şişli MTAL Güvenlik Sistemleri laboratuvarında gerçekleştirilir.
- Çalışma ortamında gerekli iş güvenliği önlemleri alınır.
- Atölye çalışmaları grup çalışması olarak gerçekleştirilir.
- Görsel sunular ve videolar projeksiyon kullanılarak aktarılır.

Katılımın Sağlanması

- Etkinlik katılımcıların örgün öğretimde devam zorunluluğu bulunan sürede gerçekleştirilir.
- Etkinlik TUBİTAK 4004 Doğa ve Bilim Okulları çağırısı kapsamında gerçekleştirilir ve gerekli materyaller proje bütçesinden karşılanır.
- Öğrenciler aynı zamanda TUBİTAK 4004 projesi katılımcıdır.
- Öğrencilerin etkinliklerin sonunda ortaya koyacakları projeler bir üniversitede sergilenecektir.

Değerlendirme

- Öğrenciler park sensörü için gerekli donanımları seçebilirler.
- Eksik verilen bir programı tamamlayabilirler.
- Verilen karmaşık devrelerin fiziksel bağlantılarını yapabilirler.
- Fiziksel bağlantılarda oluşan hataları tespit edip düzeltebilirler.
- Program kodlarında yer alan hataları tespit edip düzeltebilirler.
- Eğitmen ders sonunda konular ile ilgili soru-cevap etkinliği yapar.

HAFTA 5**Öğrenen özellikleri**

Öğrenciler Mesleki ve Teknik Eğitim Elektrik-Elektronik Teknolojisi Güvenlik Sistemleri dalı 11. Sınıf Anadolu Teknik Programında okumaktadır. Sınıf mevcudu 12 kişiden oluşmaktadır.

Öğrenciler aşağıda yer alan mesleki yeterlilikleri 2017-2018 eğitim öğretim yılının 10. sınıfında başarı ile bitirmişlerdir.

29. İş yerinde sağlık ve güvenliği tehdit eden unsurları belirleyerek gerekli sağlık ve güvenlik tedbirlerini alabilir.

30. İş kazasından sonra yapılması gereken iş ve işlemleri yürütebilir.

31. Doğru ve alternatif akım devrelerinde ölçüm ve bağlantıları hatasız yapabilir.

32. Analog devre elemanlarını bilir ve bağlantılarını hatasız yapabilir.

33. Temel mantık devrelerini bilir ve kurabilir.

34. Bileşik mantık devrelerini bilir ve kurabilir.

35. Karşılaştığı problem durumuna uygun proje hazırlayabilir.

Kazandırılması hedeflenen yeterlilikler

1. Temel ağ donanımlarını açıklar.
2. FPP'yi kablolu internete bağlamak için gerekli ayarları yapar.
3. FPP'yi kablosuz internete bağlamak için gerekli ayarları yapar.
4. Webhook (tetikleme) işlemini tanımlar.
5. Bulut platformunu kullanarak fiziksel programlama yapar.

Materyal	- Bilgisayar - Projeksiyon “Wylidrin Raspberry Pi bağlantısı” power point sunusu
Yazılım	- Wylidrin Studio - Particle Web IDE - Ubidots bulut platformu - Openwhetermap
Malzeme	- Raspberry pi - Particle Photon - LCD - DHT11 sıcaklık ve nem sensörü - Basınç sensörü - Kablo ve bağlantı ekipmanları

Yöntem

Anlatım / Soru cevap	- Eğitmen aşağıdaki donanımlar ve kavramlar hakkında bilgi verir. 1. Modem 2. IP Adresi 3. API anahtarı 4. MAC adresi 5. Kablosuz iletişim 6. Webhook - Eğitmen, “Wylidrin Raspberry Pi bağlantısı” power point sunusu ile aşağıdaki konuları anlatır.
-----------------------------	---

	1. Wylidrin studio 2. Wylidrin Raspbery pi bağlantısı 3. Wylidrin blok kodlama kullanarak blink uygulaması
İşbirlikli çalışma / Uygulama	Uygulama 1 Hava durumunun LCD ekranda gösterimi Öğrenciler üç gruba ayrılırlar. Openwhetermap sitesinden alınan hava durumu bilgisinin wylidrin studio kullanarak raspbery pi'ye bağlı LCD ekranda gösterilmesi uygulaması aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapılır. 1. Gruplar uygulamanın fiziksel bağlantısını yaparlar. 2. Wylidrin studio ile raspbery pi cihazı eşleştirilir. 3. Openwhetermap sitesinde hesap açılır. 4. Wylidrin studio'da uygulamanın blok kodları oluşturulur. 5. Gruplar uygulamayı test eder. 6. Eğitimci rehberliğinde yazılım ve donanım hatalarını tespit ederek düzeltirler. Uygulama 2 Photon ile meteoroloji istasyonu Öğrenciler üç gruba ayrılırlar. Photon cihazına bağlı DHT11 ve BMP085 basınç sensörü ile elde edilen verilen Ubidots bulut platformunda izlenmesi uygulaması aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapılır. 1. Gruplar uygulamanın fiziksel bağlantılarını yaparlar. 2. Gruplar photon cihazını internete bağlarlar. 3. Eğitimci eşliğinde öğrenciler ubidots hesabı açarlar. 4. Gruplar Web IDE üzerinden photon cihazını programlar 5. Gruplar uygulamayı çalıştırır. 6. Eğitimci rehberliğinde yazılım ve donanım hatalarını tespit ederek düzeltirler.

Medya ve materyallerin kullanımı
• Etkinlik Şişli MTAL Güvenlik Sistemleri laboratuvarında gerçekleştirilir. • Çalışma ortamında gerekli iş güvenliği önlemleri alınır. • Atölye çalışmaları grup çalışması olarak gerçekleştirilir. • Görsel sunular ve videolar projeksiyon kullanılarak aktarılır.

Katılımın Sağlanması
• Etkinlik katılımcıların örgün öğretimde devam zorunluluğu bulunan sürede gerçekleştirilir. • Etkinlik TUBİTAK 4004 Doğa ve Bilim Okulları çağrısı kapsamında gerçekleştirilir ve gerekli materyaller proje bütçesinden karşılanır. • Öğrenciler aynı zamanda TUBİTAK 4004 projesi katılımcıdır. • Öğrencilerin etkinliklerin sonunda ortaya koyacakları projeler bir üniversitede sergilenecektir.

Değerlendirme
Eğitimci, grupların aşağıdaki uygulamaları doğru bir şekilde yaptığını kontrol eder. • Wylidrin studio kurulumu • Wylidrin studio ile Raspberry Pi programlama • OpenWheterMap uygulamasından veri alma • Meteoroloji istasyonu uygulamasının fiziksel bağlantılarını yapma • Photon cihazını internete bağlama • Ubidots ortamında veri görüntüleme Eğitimci ders sonunda aşağıdaki konular ile ilgili soru-cevap etkinliği yapar. Eksik hususları anlatım yolu ile açıklar.

- Temel ağ donanımlarını açıklayınız.
- Modem nedir?
- IP numarasının işlevi nedir?
- API anahtarı nedir?
- MAC adresi nedir?
- Kablosuz iletişim nedir?
- Webhook nedir?



HAFTA 6**Öğrenen özellikleri**

Öğrenciler Mesleki ve Teknik Eğitim Elektrik-Elektronik Teknolojisi Güvenlik Sistemleri dalı 11. Sınıf Anadolu Teknik Programında okumaktadır. Sınıf mevcudu 12 kişiden oluşmaktadır.

Öğrenciler aşağıda yer alan mesleki yeterlilikleri 2017-2018 eğitim öğretim yılının 10. sınıfında başarı ile bitirmişlerdir.

36. İş yerinde sağlık ve güvenliği tehdit eden unsurları belirleyerek gerekli sağlık ve güvenlik tedbirlerini alabilir.

37. İş kazasından sonra yapılması gereken iş ve işlemleri yürütebilir.

38. Doğru ve alternatif akım devrelerinde ölçüm ve bağlantıları hatasız yapabilir.

39. Analog devre elemanlarını bilir ve bağlantılarını hatasız yapabilir.

40. Temel mantık devrelerini bilir ve kurabilir.

41. Bileşik mantık devrelerini bilir ve kurabilir.

42. Karşılaştığı problem durumuna uygun proje hazırlayabilir.

Kazandırılması hedeflenen yeterlilikler

1. Verilen bir temaya ilişkin IoT çözümü önerir.

2. Bir IoT sisteminin donanım ihtiyaçlarını belirler.

3. Bir IoT sisteminin fiziksel bağlantılarını yapar.

Materyal	- Bilgisayar - Projeksiyon
Yazılım	- Wylidrin Studio - IFTTT - Particle Web IDE - Ubidots bulut platformu
Malzeme	- Particle photon - Raspberry Pi - Sensörler - Çıkış elemanları - Kablo ve bağlantı ekipmanları

Yöntem

Beyin Fırtınası	- Öğrenciler, günlük hayatta karşılaştıkları ya da gözlemledikleri sorunları tanımlarlar. - Her öğrenci bir fikir ortaya atar. - Fikirler eğitim, trafik, enerji gibi başlıklarda kategorize edilir ve öğrenciler tarafından bu fikirler ile ilgili IoT çözümleri ortaya konur. - Fikirlerle olabildiğince farklı açılardan çözüm önerileri geliştirilmeye çalışılır. - Çözümler, gerçek hayata uygulanabilirliği, özgünlüğü ve sınıfça üzerinde uzlaşılan diğer kriterlere göre tartışılır. - Farklı çözümler bir araya getirilerek proje grupları oluşturulur.
İşbirlikli çalışma / Uygulama	- Öğrenciler üç gruba ayrılırlar. Her grup seçilen projelerden birinin prototipini gerçekleştirir. - IoT projelerinin uygun donanım ihtiyaçlarını belirler. - Gruplar, IoT projelerin fiziksel bağlantılarını gerçekleştirir.

	• IoT projeleri test edilir. Donanım ve yazılım hataları tespit edilerek gruplar tarafından giderilir. • Öğitmen, seçilen IoT projelerinin prototiplerini üretme sürecinde öğrencilere rehberlik eder.
--	---

Medya ve materyallerin kullanımı
• Etkinlik Şişli MTAL Güvenlik Sistemleri laboratuvarında gerçekleştirilir. • Çalışma ortamında gerekli iş güvenliği önlemleri alınır. • Atölye çalışmaları grup çalışması olarak gerçekleştirilir. • Görsel sunular ve videolar projeksiyon kullanılarak aktarılır.

Katılımın Sağlanması
• Etkinlik katılımcıların örgün öğretimde devam zorunluluğu bulunan sürede gerçekleştirilir. • Etkinlik TUBİTAK 4004 Doğa ve Bilim Okulları çağrısı kapsamında gerçekleştirilir ve gerekli materyaller proje bütçesinden karşılanır. • Öğrenciler aynı zamanda TUBİTAK 4004 projesi katılımcıdır. • Öğrencilerin etkinliklerin sonunda ortaya koyacakları projeler bir üniversitede sergilenecektir.

Değerlendirme					
Öğrencilerin etkinlik sonunda ürettikleri projeler bir üniversitede sergilenir. akademik ve sektörden oluşan 6 kişilik bir jüri ve eğitimden tarafından aşağıda yer alan kriterlere göre değerlendirilir.					
Jüri İçin Değerlendirme Formu			Dereceler		
Beceriler			Kabul		Ço
			Zayıf	edilebili	Ort iy k
			f	r	a i iyi
			1	2	3 4 5
Proje konusunun değerlendirilmesi					
1 Proje konusunun önemini ortaya koyma			☐	☐	☐
2 Projenin özgünlüğünü ortaya koyma			☐	☐	☐
3 Proje ile ilgili daha önce yapılmış çalışmaları ortaya koyma			☐	☐	☐
Prototipin değerlendirilmesi					
1 Prototipin yapımında projeye uygun donanımların seçimi			☐	☐	☐
2 Prototipin beklenen şekilde çalışması			☐	☐	☐
3 Prototipin çalışmasını doğru biçimde aktarma			☐	☐	☐
4 Prototipin teknik özellikleri hakkında yeterli bilgi verme			☐	☐	☐
5 Prototipin üretiminde yaratıcı çözümler kullanma			☐	☐	☐
6 Prototipin gerçek hayata uyarlanabilirliği			☐	☐	☐
7 Prototipin gerçek hayata uyarlanabileceği uygun örnekler verme			☐	☐	☐
Projenin sunumunun değerlendirilmesi					
1 Konuyu dinleyicilerin ilgisini çekecek şekilde sunma			☐	☐	☐
2 Sunuyu hedefe yönelik materyalle destekleme			☐	☐	☐
3 Sunuda akıcı bir dil ve beden dilini kullanma			☐	☐	☐

4 Sorulara cevap verme	☐	☐	☐	☐	☐
5 Verilen sürede sunuyu yapma	☐	☐	☐	☐	☐
6 Sunum sırasında Türkçeyi doğru biçimde kullanma	☐	☐	☐	☐	☐
Eğitmen İçin Değerlendirme Formu	Dereceler				
Beceriler	Zayıf	Kabul edilebilir	Orta	İyi	Çok iyi
	1	2	3	4	5
Proje hazırlama sürecinin değerlendirilmesi					
1 Projeye uygun çalışma planı yapma	☐	☐	☐	☐	☐
2 Grup içinde görev dağılımı yapma	☐	☐	☐	☐	☐
3 Proje sonunda ulaşılmak istenen sonuçları ortaya koyma	☐	☐	☐	☐	☐
4 Farklı kaynaklardan bilgi toplama	☐	☐	☐	☐	☐
5 Projeyi plana göre gerçekleştirme	☐	☐	☐	☐	☐

HAFTA 7**Öğrenen özellikleri**

Öğrenciler Mesleki ve Teknik Eğitim Elektrik-Elektronik Teknolojisi Güvenlik Sistemleri dalı 11. Sınıf Anadolu Teknik Programında okumaktadır. Sınıf mevcudu 12 kişiden oluşmaktadır.

Öğrenciler aşağıda yer alan mesleki yeterlilikleri 2017-2018 eğitim öğretim yılının 10. sınıfında başarı ile bitirmişlerdir.

43. İş yerinde sağlık ve güvenliği tehdit eden unsurları belirleyerek gerekli sağlık ve güvenlik tedbirlerini alabilir.
44. İş kazasından sonra yapılması gereken iş ve işlemleri yürütebilir.
45. Doğru ve alternatif akım devrelerinde ölçüm ve bağlantıları hatasız yapabilir.
46. Analog devre elemanlarını bilir ve bağlantılarını hatasız yapabilir.
47. Temel mantık devrelerini bilir ve kurabilir.
48. Bileşik mantık devrelerini bilir ve kurabilir.
49. Karşılaştığı problem durumuna uygun proje hazırlayabilir.

Kazandırılması hedeflenen yeterlilikler

1. Bir IoT sisteminde oluşabilecek güvenlik risklerini açıklar.
2. Bir IoT sisteminde güvenlik risklerini azaltacak çözümler önerir.
3. Bir IoT sisteminde oluşabilecek gizlilik ile ilgili riskleri açıklar.
4. Bir IoT sisteminde gizlilik ile ilgili riskleri azaltacak çözümler önerir.
5. IoT sistemlerinde uyulması gerekli etik değerleri açıklar.
6. Bir IoT sisteminin etik değerlere uygunluğunu değerlendirir.

Materyal	- Bilgisayar - Projeksiyon “IoT sistemlerinde oluşabilecek riskler” power point sunusu
Yazılım	Power point

Yöntem

Anlatım / soru cevap	- Eğitmen aşağıda yer alan konuları “IoT sistemlerinde oluşabilecek riskler” power point sunusu ile öğrencilere aktarır. 1. IoT Sistemlerinde Güvenlik 2. IoT Sistemlerinin Güvenliğini Arttırabilecek Önlemler 3. IoT ve Gizlilik 4. IoT ve Etik
Grup çalışması / Tartışma	- IoT projeleri üzerinde çalışma yürüten her bir grup yürüttükleri projeyi güvenlik, gizlilik ve etik konularından ele alan bir makale hazırlayacaklardır. - Sınıf IoT projelerinde yer alan güvenlik, gizlilik ve etik ile risklerin nasıl ortadan kaldırılacağı üzerine tartışma yürütecektir.

Medya ve materyallerin kullanımı

- Etkinlik Şişli MTAL Güvenlik Sistemleri laboratuvarında gerçekleştirilir.
- Çalışma ortamında gerekli iş güvenliği önlemleri alınır.
- Atölye çalışmaları grup çalışması olarak gerçekleştirilir.
- Görsel sunular ve videolar projeksiyon kullanılarak aktarılır.

Katılımın Sağlanması

- Etkinlik katılımcıların örgün öğretimde devam zorunluluğu bulunan sürede gerçekleştirilir.
- Etkinlik TUBİTAK 4004 Doğa ve Bilim Okulları çağrısı kapsamında gerçekleştirilir ve gerekli materyaller proje bütçesinden karşılanır.
- Öğrenciler aynı zamanda TUBİTAK 4004 projesi katılımcıdır.
- Öğrencilerin etkinliklerin sonunda ortaya koyacakları projeler bir üniversitede sergilenecektir.

Değerlendirme

Eğitmen, IoT sistemlerinde güvenlik, gizlilik ve etik durumlar ile ilgili soru cevap etkinliği gerçekleştirir.

Eğitmen, grupların hazırlamış oldukları makaleleri değerlendirir.



EK 10.İKİNCİ DÖNGÜ HAFTALIK DERS PLANI

İkinci Döngüde Uygulanan Nesnelerin İnterneti Öğretim Programı

HAFTA 1 Nesnelerin interneti (IoT) ve bileşenlerini tanıyalım

Kazandırılması hedeflenen yeterlilikler

1. IoT kavramını açıklar ve uygun örnekler verir.
2. Bir IoT sisteminde oluşabilecek güvenlik risklerini açıklar.
3. Bir IoT sisteminde güvenlik risklerini azaltacak çözümler önerir.
4. Bir IoT sisteminde oluşabilecek gizlilik ile ilgili riskleri açıklar.
5. Bir IoT sisteminde gizlilik ile ilgili riskleri azaltacak çözümler önerir.
6. IoT sistemlerinde uyulması gerekli etik değerleri açıklar.
7. Bir IoT sisteminin etik değerlere uygunluğunu değerlendirir.

Materyal	• Bilgisayar • Projeksiyon • Endüstri 4.0" power point sunusu • "Nesnelerin İnterneti" power point sunusu • "IoT sistemlerinde oluşabilecek riskler" powerpoint sunusu
Yazılım	• Power Point

Yöntem

Anlatım / Soru -cevap	• Sunular eşliğinde eğitmen, aşağıda yer alan konuları anlatım yöntemi ile aktarır. 4. Endüstri 4.0 4.1. Tarihi, ülkemizde ve dünya genelinde yarattığı etki 4.2. Sosyal dönüşüm, istihdam sorunu, mesleki yeterliliklerin dönüşümü 5. Nesnelerin İnterneti 5.1. Nesne, Akıllı Nesne Ve Bağlı Nesne 5.2. IoT Cihazları İle Bilgisayarlar Arasındaki Fark 5.3. IoT Nedir 5.4. IoT Uygulama Alanları 5.5. Bir IoT Sistemine Ait Temel Donanım Yapısı 6. IoT Sistemlerinde Güvenlik 7. IoT Sistemlerinin Güvenliğini Arttırabilecek Önlemler 8. IoT ve Gizlilik 9. IoT ve Etik
Grup çalışması / Tartışma	• Öğrenciler 2'şerli gruplara ayrılır. • Gruplar, seçtikleri bir IoT cihazı ile ilgili olarak, "IoT ürünü tanımlama" formunu doldururlar. • Sınıf içinde grupların doldurduğu formlar tartışılır.

Medya ve materyallerin kullanımı

- Çalışma ortamında gerekli iş güvenliği önlemleri alınır.
- Atölye çalışmaları grup çalışması olarak gerçekleştirilir.
- Görsel sunular ve videolar projeksiyon kullanılarak aktarılır.

Değerlendirme

- Nesnelerin İnterneti kısa testi uygulanır.

Cevap anahtarı : 1-d, 2-c, 3-a, 4-Doğru, 5-c, 6-c, 7-Doğru

HAFTA 2 Nesnelerin İnterneti ve Bileşenlerini Tanıyalım 2

Kazandırılması hedeflenen yeterlilikler

1. FPP kavramını açıkla ve çeşitlerini söyle.
2. FPP'nin çalışma mantığını açıkla
3. Uygulamaya göre uygun FPP'yi seçer.
4. Sensör kavramını ve sensör çeşitlerini açıkla.
5. FPP giriş donanımlarını açıkla.
6. FPP çıkış donanımlarını açıkla.
7. FPP yazılım geliştirme ortamlarını açıkla.
8. Uygulamaya göre uygun giriş ve çıkış donanımlarını seçer.

Materyal	- Bilgisayar - Projeksiyon "Fiziksel Programlama" power point sunusu "Sensörler" power point sunusu "Arduino IDE kurulumu" power point sunusu
Yazılım	- Power point - Arduino IDE
Malzeme	- Arduino Uno - Kablo ve bağlantı ekipmanları

Yöntem

Anlatım / soru cevap	- Sunular eşliğinde eğitmen, aşağıda yer alan konuları anlatım yöntemi ile aktarır. 1. Fiziksel Programlama Platformu 1.1. Mikroişlemci Nedir? 1.2. Mikrodenetleyici Nedir? 1.3. Mikroişlemci ve Mikrodenetleyici Arasındaki Farklar 1.4. Gömülü Sistemler (Embedded Systems) 1.5. Fiziksel Programlama Kartları 1.6. Yüksek İşlem Kapasiteli Fiziksel Programlama Kartları 1.7. Az Enerji Harcayan Fiziksel Programlama Kartları 1.8. Farklı Kullanım Amaçlarına Göre Tasarlanmış Fiziksel Programlama Kartları 1.9. Arduino 1.10. Raspberry Pi 1.11. Particle Photon 2. Sensörler 2.1. Sensör Nedir? 2.2. Sensör Çeşitleri 3. Arduino IDE kurulumu 3.1. Arduino IDE kurulumu 3.2. Arduino IDE ile arduino'ya program yükleme 3.3. Blink uygulaması
Gözlem / inceleme	Eğitmen, geliştirme kartlarını ve sensörleri öğrencilere dağıtarak kartların ve sensörlerin işlevini tanıtır ve öğrencilerin incelemesini sağlar.
Keşfetme / problem çözme	Eğitmen öğrencilerden gerçekleştirilecek uygulamaya göre giriş/çıkış donanımlarının doğru olarak eşleştirilmesi için aşağıdaki etkinliği gerçekleştirir.

	Aşağıda bazı giriş ve çıkış donanımları karışık olarak verilmiştir. Uygulamalara uygun olarak giriş ve çıkış donanımlarını tabloya yazınız. 14. LM35 sıcaklık sensörü, 15. Tuş takımı, 16. DC motor, 17. Bluetooth modülü, 18. Ultrasonic mesafe sensörü, 19. Fan, 20. Manyetik kilit, 21. Basınç sensörü, 22. DHT11 (sıcaklık ve nem sensörü), 23. PIR sensör, 24. Manyetik kontak, 25. Buzzer, 26. wi-fi modülü <table><tr><th rowspan="2">Uygulamalar</th><th colspan="2">Donanımlar</th></tr><tr><th>Giriş donanımları</th><th>Çıkış donanımları</th></tr><tr><td>Cisimlere çarpmadan ilerleyen robot</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Soğutma sistemi</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Kablosuz internete bağlı meteoroloji istasyonu</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Şifreli kapı</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Güvenlik alarm sistemi</td><td></td><td></td></tr></table>	Uygulamalar	Donanımlar		Giriş donanımları	Çıkış donanımları	Cisimlere çarpmadan ilerleyen robot			Soğutma sistemi			Kablosuz internete bağlı meteoroloji istasyonu			Şifreli kapı			Güvenlik alarm sistemi		
Uygulamalar	Donanımlar																				
	Giriş donanımları	Çıkış donanımları																			
Cisimlere çarpmadan ilerleyen robot																					
Soğutma sistemi																					
Kablosuz internete bağlı meteoroloji istasyonu																					
Şifreli kapı																					
Güvenlik alarm sistemi																					
İşbirlikli çalışma / Uygulama	Öğrenciler 2'li gruplara ayrılır. Uygulama 1 - Her grup bir bilgisayarda arduino IDE uygulamasını eğitimden gözetiminde kurar. - Sunuda belirtilen yönergelere uygun olarak arduino uno'ya Blink uygulamasını yükler ve test eder.																				

Medya ve materyallerin kullanımı
- Etkinlik Şişli MTAL Güvenlik Sistemleri laboratuvarında gerçekleştirilir. - Çalışma ortamında gerekli iş güvenliği önlemleri alınır. - Atölye çalışmaları grup çalışması olarak gerçekleştirilir. - Görsel sunular ve videolar projeksiyon kullanılarak aktarılır.

Değerlendirme
"Gömülü sistem tanımlama etkinliği" uygulanır. Her öğrenciye "Gömülü sistem tanımlama" etkinliği formu dağıtılır. Öğrenciler formu doldurduktan sonra her öğrenci bir arkadaşının formunu değerlendirir. - Fiziksel programlama donanımları kısa testi uygulanır. Cevap Anahtarı: 1-Doğru, 2-Yanlış, 3-Yanlış, 4-Doğru, 5-Servo motor,LED,ısıtıcı, 6-c, 7-a, 8-d

HATA 3 Arduino ile programlamaya giriş

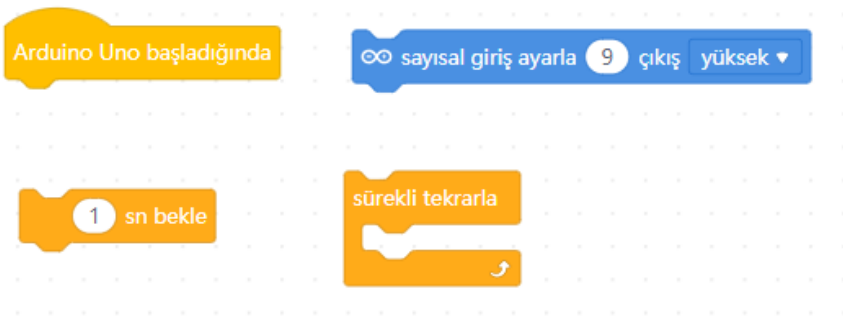
Kazandırılması hedeflenen yeterlilikler

4. Değişken ve operatörleri kullanarak fiziksel programlama yapar.
5. Koşul kullanarak fiziksel programlama yapar.
6. Döngü kullanarak fiziksel programlama yapar.

Materyal	- Bilgisayar - Projeksiyon "Mblock kurulumu ve arduino uno bağlantısı" power point sunusu
Yazılım	- Power point - Arduino IDE - MBlock
Malzeme	- Arduino Uno - LED - Kablo ve bağlantı ekipmanları

Yöntem

Anlatım / soru cevap	" Mblock kurulumu ve arduino uno bağlantısı " power point sunusu eşliğinde öğretmen, aşağıda yer alan konuları anlatım yöntemi ile aktarır. 4. Blok programlama 5. Scratch 6. MBlock
-----------------------------	---

İşbirlikli çalışma / Uygulama	Uygulama 1 MBlock ve Arduino ile Blink uygulaması Öğrenciler 2'li gruplara ayrılır. Her grup arduino kartı üzerinde 13. Pine bağlı olan LED'in 1 sn aralıklarla yanıp sönmelerini sağlayan bir uygulamayı aşağıdaki işlem basamaklarına uygun olarak gerçekleştirir. 7. Öğretmen öncelikle herhangi bir ipucu vermeden öğrencilerden arduino kartı üzerinde 13. Pine bağlı olan LED'in 1 sn aralıklarla yanıp sönmelerini sağlayan bir uygulamayı MBlock yazılım geliştirme ortamını kullanarak yapmalarını ister. 8. Eğer ipucu vermesi gerekiyorsa programda aşağıdaki blokların kullanılacağını ama sıralamanın öğrenciler tarafından yapılması gerektiğini belirtir.  9. Öğretmen öğrencilerin doğru olarak blokları yerleştirmesini sağlar. 10. Öğretmen her bir bloğun işlevini ayrıntılı olarak anlatır.
--------------------------------------	---



11. Öğretmen öğrencilerden LED'in yanıp sönme süresini değiştirmelerini ister.



12. Öğretmen öğrencilerden LED'in sadece 10 kere yanıp sönmesini ister.



13. Öğretmen öğrencilerden bir değişken oluşturmalarını ve LED'in yanıp sönme süresinin değişkenin değerine göre değişmesini ister.



Öğrenciler 2'li gruplara ayrılır. Her grup arduino kartı üzerinde 13. Pine bağlı olan LED'in 1 sn aralıklarla yanıp sönmesini sağlayan bir uygulamayı aşağıdaki işlem basamaklarına uygun olarak gerçekleştirir.

1. Eğitimci öğrencilerden aşağıdaki tabloda bloklar ile kodları eşleştirmelerini ister.

	<code>digitalWrite(13, HIGH);</code>
	<code>delay(1000);</code>
	<code>void loop() {</code> <code>}</code>
	<code>digitalWrite(13, LOW);</code>

2. Eğitimci `setup()` fonksiyonu ve `pinMode` komutunu açıklar.
3. Blok kodlama ile metin tabanlı kodlama arasındaki farkları açıklar.
4. Eğitimci öğrencilerden arduino IDE'de bir blink programı yazmalarını ister.

```
void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(1000);
}
```

5. Eğitimci, öğrencilerden "gecikme" adlı bir değişken oluşturmalarını ve LED'in yanıp sönme süresinin bu değişkene göre ayarlanmasını ister.

```
int gecikme = 500;

void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(gecikme);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(gecikme);
}
```

6. Eğitimci arduino IDE'de değişken ve operatörleri örnek yaparak anlatır. Öğrencilerden arduino IDE kullanarak LED'in 10 kere yanıp sönmesini sağlayan program yazmalarını ister.

```

int gecikme = 500;

void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT);

  dongu();
}

void dongu() {
  for (int i = 1; i <=10 ; i++) {
    digitalWrite(13, HIGH);
    delay(gecikme);
    digitalWrite(13, LOW);
    delay(gecikme);
  }
}

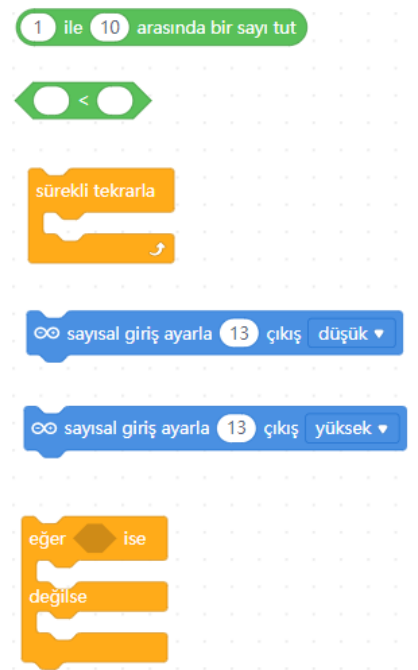
void loop() {
}

```

7. Öğitmen for döngüsünün neden loop içerisinde yer almadığını açıklar.

Uygulama 2 Arduino ile koşula bağlı LED yakma

Öğrenciler 2'li gruplara ayrılır. Her grup arduino kartı üzerinde 13. Pine bağlı olan LED'in istenilen koşullara göre durum değiştirmesini sağlayan uygulamayı yaparlar.



Yukarıdaki blokları kullanarak aşağıda istenilen uygulamaları yapın

1. Rastgele sayı 5'ten küçük ise LED yansın diğer durumda sönsün
2. Rastgele sayı 5 il 7 arasında ise LED yansın diğer durumda sönsün

Öğitmen, uygulamanın ardından Her iki uygulamayı Arduino kodu kullanarak yapmalarını sağlar

Değerlendirme

- Her bir grup MBlock ile değişken ve operatörleri kullanabilir.
- Her bir grup MBlock ile döngü kullanabilir.
- Her bir grup MBlock ile koşul kullanabilir.
- Her bir grup MBlock ile fiziksel programlama yapabilir.
- Her bir grup Arduino IDE ile değişken ve operatörleri kullanabilir.
- Her bir grup Arduino IDE ile döngü kullanabilir.
- Her bir grup Arduino IDE ile koşul kullanabilir.
- Her bir grup Arduino IDE ile fiziksel programlama yapabilir.



HAFTA 4 Arduino ile park sensörü

Kazandırılması hedeflenen yeterlilikler

4. Bir uygulamada kullanılacak FPP ve giriş-çıkış donanımlarının fiziksel bağlantılarını yapar.
5. FPP GPIO(genel giriş-çıkış pinleri) program ile kontrol eder.
6. Uygulamayı test eder, donanım ve yazılım hatalarını bulur.

Materyal	- Bilgisayar - Projeksiyon “Park sensörü devre şeması ve program kodları.pdf” dosyası
Yazılım	Arduino IDE
Malzeme	- Arduino UNO - Buzzer - Ultrasonic mesafe sensörü - Bağlantı ve güç ekipmanları

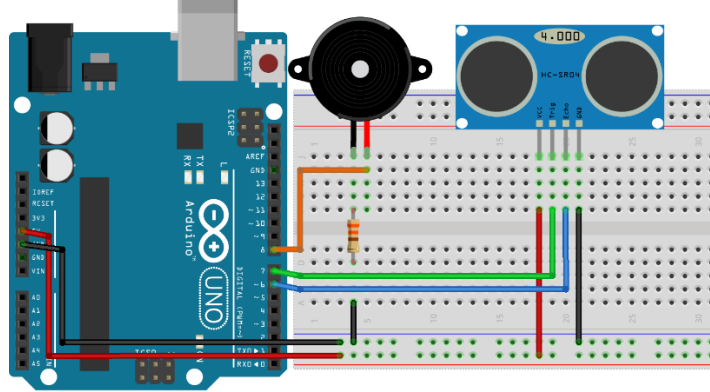
Yöntem

İşbirlikli çalışma / Uygulama

Uygulama 1 Park sensörü

Öğrenciler 2’li gruplara ayrılır. Ultrasonic mesafe sensörü, buzzer ve arduino kullanarak park sensörü yapmak için aşağıdaki işlem basamakları izlenir. Program şeması ve program kodu “Park sensörü devre şeması ve program kodları.pdf” dosyasında yer almaktadır.

8. Öğrenciler park sensörü uygulaması yapmak için gerekli olan fiziksel programlama kartı ve giriş çıkış donanımlarını karışık bir halde verilen donanımların içinden seçerler.
9. Eğitimci Ultrasonic mesafe sensörü HC-SR04 hakkında detaylı bilgi verir.
10. Eğitimci, Buzzer hakkında detaylı bilgi verir.
11. Gruplar, Buzzer için 8, HC-SR04 Trig için 7, echo için 6 no’lu pinlerin kullanılacağı fiziksel bağlantıyı oluştururlar.



12. Eğitimci, Arduino IDE’de kütüphane kullanımı hakkında detaylı bilgi verir.
13. Eğitimci, program kodlarının bir kısmını gösterir. Diğer kısmını grupların tamamlamasını ister.
14. Gruplar program kodunu tamamlayarak devreyi test eder, program kodlarında tespit ettikleri hataları düzeltirler.

Değerlendirme

- Öğrenciler park sensörü için gerekli donanımları seçebilirler.
- Eksik verilen bir programı tamamlayabilirler.

- Verilen karmaşık devrelerin fiziksel bağlantılarını yapabilirler.
- Fiziksel bağlantılarda oluşan hataları tespit edip düzeltebilirler.
- Program kodlarında yer alan hataları tespit edip düzeltebilirler.



HAFTA 5 Particle photon kurulumu ve Tinker uygulaması

Kazandırılması hedeflenen yeterlilikler

1. Temel ağ donanımlarını açıklar.
2. FPP'yi kablolu internete bağlamak için gerekli ayarları yapar.
3. FPP'yi kablosuz internete bağlamak için gerekli ayarları yapar.
4. Bulut platformu kavramını açıklar.
5. Webhook (tetikleme) işlemini tanımlar.
6. Bulut platformunu kullanarak fiziksel programlama yapar.

Materyal	• Bilgisayar • Projeksiyon • "Particle photon" power point sunusu
Yazılım	• Power point • Particle Web IDE
Malzeme	• Particle photon • Kablo ve bağlantı ekipmanları

Yöntem

Anlatım / soru cevap	• "Particle photon" power point sunusu eşliğinde eğitmen, aşağıda yer alan konuları anlatım yöntemi ile aktarır. 4. Photon kurulumu 5. Tinker uygulamaları 6. Particle cloud üzerinden blink uygulaması • Eğitmen öğrencilerden arduino IDE ile web IDE arasındaki farkları açıklamalarını ister. Hangi uygulamanın bulut platformu olduğunu nedenleri ile aktarır.
İşbirlikli çalışma / Uygulama	Öğrenciler 2'li gruplara ayrılır. • Gruplar akıllı telefonlarına Particle mobil uygulamasını yüklerler ve sunuda belirtilen yönergelerle uygun olarak Tinker uygulamalarını gerçekleştirirler. • Ardından, Bilgisayar aracılığı ile Web IDE uygulamasını kullanarak photon cihazına blink uygulamasını yüklerler.

Değerlendirme

- Her bir grup akıllı telefonu ile photon cihazı üzerindeki LED'i kontrol eder.
- Her bir grup Web IDE uygulamasını kullanarak photon cihazına blink uygulamasını yükler.

HAFTA 6 Particle photon ile IoT uygulamaları 1

Kazandırılması hedeflenen yeterlilikler

4. Verilen bir temaya ilişkin IoT çözümü önerir.
5. Bir IoT sisteminin donanım ihtiyaçlarını belirler.
6. Bir IoT sisteminin fiziksel bağlantılarını yapar.

Materyal	- Bilgisayar - Projeksiyon “web üzerinden photon cihazını kontrol etmek.ppt” sunusu “IFTTT ile particle photon kontrolü.ppt” sunusu
Yazılım	- IFTTT - Particle Web IDE
Malzeme	- Particle photon - Kablo ve bağlantı ekipmanları

Yöntem	
Gösterim	Eğitmen powerpoint sunuları ile web üzerinden photon cihazına bağlı LED’i kontrol eden uygulamayı ve IFTTT ile photon kontrolü uygulamalarını gerçekleştirir.
İşbirlikli çalışma / Uygulama	Öğrenciler web üzerinden photon cihazını kontrol etme ve IFTTT ile photon kontrolü uygulamalarını yaparlar.

Değerlendirme

Öğrenciler IFTTT platformu ve photon cihazının kullanılabileceği bir proje önerisi yazarlar.

HAFTA 7 Particle photon ile IoT uygulamaları 2

Kazandırılması hedeflenen yeterlilikler

7. Verilen bir temaya ilişkin IoT çözümü önerir.
8. Bir IoT sisteminin donanım ihtiyaçlarını belirler.
9. Bir IoT sisteminin fiziksel bağlantılarını yapar.

Materyal	- Bilgisayar - Projeksiyon - Google sheet dosyasına girilen verinin LCD ekranda izlenmesi uygulama anlatım videosu - Su seviyesinin internet üzerinden izlenmesi uygulaması anlatım videosu
Yazılım	- IFTTT - Ubidots - Particle Web IDE - Google drive
Malzeme	- Particle photon - Kablo ve bağlantı ekipmanları

Yöntem

Gösterim	- Eğitmen Google drive ile IFTTT entegrasyonun nasıl kurulacağını anlatır ve “Google sheet dosyasına girilen verinin LCD ekranda izlenmesi uygulama anlatım videosu” izletir. Uygulamayı gerçekleştirir. - Eğitmen Ubidots platformu ile Particle Web entegrasyonunu anlatır. “su seviyesinin internet üzerinden izlenmesi” adlı videoyu izletir. Uygulamayı gerçekleştirir.
İşbirlikli çalışma / Uygulama	Öğrenciler Google sheet dosyasına girilen verinin LCD ekranda izlenmesi ve su seviyesinin internet üzerinden izlenmesi uygulamalarını yaparlar.

Değerlendirme

Öğrenciler ubidots platformunun kullanılabileceği bir proje önerisi yazarlar.