



T.C.

**BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**IoT TEKNOLOJİLERİNİN EĞİTİM ALANINDA
KULLANILMASI: AKILLI OKUL ÖRNEĞİ**

**Serkan ÖZARGIN
205052002**

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Abdulkadir ÖZDEMİR

Bandırma 2023

T.C.
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

İoT TEKNOLOJİLERİNİN EĞİTİM ALANINDA
KULLANILMASI: AKILLI OKUL ÖRNEĞİ

Serkan ÖZARGIN
205052002

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Abdulkadir ÖZDEMİR

Bandırma 2023

ETİK BEYAN SAYFASI

TÜRKİYE CUMHURİYETİ BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim. (11/01/2023)

Serkan ÖZARGIN

ÖZET

IoT TEKNOLOJİLERİNİN EĞİTİM ALANINDA KULLANILMASI: AKILLI OKUL ÖRNEĞİ

Serkan ÖZARGIN

IoT Teknolojileri kullanılarak birçok alanda başarılı çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Eğitim alanında da IoT çalışmalarının yeterli olmadığı görülmüştür. Bu çalışma ile IoT teknolojilerini eğitim alanında daha kapsamlı kullanarak, daha iyi öğrenme ortamı oluşturmak hedeflenmektedir. Öğrencilerin en yoğun öğrenme ortamları sınıflardır. Bu sebeple, IoT sistemleri sınıf içinde daha yoğun olarak kullanılmaktadır. Öğrencilerin öğrenme ortamlarının zenginleştireceği, öğrenme kabiliyetleri iyileştireceği buna bağlı olarak öğrenci başarı oranlarının artacağı düşünülmektedir bu çalışma yapılmıştır.

Sınıf içinde öğrencilerin kullandığı araç gereçler olan, tahta, sıra, kalem, defter, kitap gibi nesnelere IoT teknolojileri kullanarak çeşitli tasarım ve uygulamalar yapılmıştır. Öğrencilerin en çok kullandığı bu materyaller dijital ortama taşınmıştır. Yapılan tasarımlarda eğitimde en çok tercih edilen IoT teknolojileri olan RFID ve NFC kullanılmıştır. Bu teknolojilerinin kullanılması ile öğretmen tarafından öğrencilerin uyarılması, ders zamanını, öğrencilerin hızlı geri dönüş sağlama, öğrencilerde öz güven oluşması gibi birçok fayda sağlayacağı düşünülmektedir. IoT teknolojileri sınıf içindeki süreçleri hızlandırdığı, görsel işitsel olarak öğrencilerin öğrenme ortamlarını geliştirdiği görülmektedir. Yapılan parmak izi uygulamasında, IoT teknolojilerinin ders esnasında öğretmene süre kazandırdığı, evrak, prosedür ve kırtasiye masraflarını ortadan kaldırdığı, sonuçların ortaya çıktığı görülmektedir.

Bu çalışmada yer alan, IoT teknolojileri kullanılarak yapılan sistem tasarım ve uygulamalarında, IoT teknolojilerinin sağladığı faydalar bulunmakta, öğrenci ve öğretmenler için tasarlanan bu sistemlerin okullarda kullanılabilir olduğunu göstermektedir. Yapılan birçok işlemin dijitalleştiği, idareci ve öğretmenlerin iş yükünün hafiflettiği, öğrencilerin öğrenme ortamlarını iyileştirdiği görülmekte, aynı zamanda, IoT teknolojileri konusunda araştırmalar yapacaklara iyi bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: IoT, Nesnelerin İnterneti, Akıllı Okul, Akıllı Kampüs, Akıllı Sınıf

ABSTRACT

USING IoT TECHNOLOGIES IN EDUCATION: THE EXAMPLE OF SMART SCHOOL

Serkan ÖZARGIN

It is seen that successful studies have been carried out in many fields using IoT Technologies. It has been observed that IoT studies in the field of education are not sufficient. This study aims to create a better learning environment by using IoT technologies more comprehensively in the field of education. Classrooms are the most intense learning environments for students. For this reason, IoT systems are used more intensively in the classroom. This study was conducted with the idea that it will enrich students' learning environments, improve their learning abilities and increase student success rates. Various design scenarios were made by using IoT technologies for tools, materials, desks, pens, pencils, notebooks, books, etc. Used by students in the classroom. These materials that students use the most were transferred to the digital environment. RFID and NFC, the most preferred IoT technologies in education, were used in the designs. It is thought that the use of these technologies will provide many benefits such as alerting students by the teacher, saving class time, providing students with fast feedback, and building self-confidence in students. It is seen that IoT technologies accelerate the processes in the classroom and improve the learning environment of students visually and auditorily. In the fingerprint application, it is seen that IoT technologies save time for the teacher during the lesson, eliminate paperwork, procedures and stationery costs, and the results are seen.

In the system designs and scenarios using IoT technologies in this study, there are benefits provided by IoT technologies, and it shows that these systems designed for students and teachers can be used in schools. It is seen that many processes are digitalized, the workload of administrators and teachers is lightened, students' learning environments are improved, and it is thought that it will be a good resource for those who will conduct research on IoT technologies.

Keywords: IoT, Internet of Things, Smart School, Smart Campus, Smart Classroom

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans öğrenimimde, covid-19 nedeniyle eğitim ve öğretimin uzaktan olmasına rağmen, desteklerini esirgemeyen, kişiliğiyle, akademik duruşuyla, tecrübeleriyle her zaman destek olan, bilgi birikimini bizlere aktaran, tez süreci içinde konulara farklı açılardan bakmamı sağlayan, akademik çalışmaların yol haritasını gösteren, kıymetli hocam ve aynı zamanda tez danışmanım Prof. Dr. Abdulkadir Özdemir'e canı gönülden teşekkürlerimi sunarım.

Serkan ÖZARGIN

Bandırma-2023

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN SAYFASI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar	x
ŞEKİLLER	i
KISALTMALAR	iv
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	
IOT TEKNOLOJİLERİ	

1.1. Nesnelerin İnterneti	3
1.1.1. IoT Tanımı	3
1.1.2. IoT Evrimi	4
1.1.3. IoT Mimarisi.....	6
1.1.3.1. Üç katmanlı mimari.....	7
1.1.3.2. Dört katmanlı mimari	10
1.1.3.3. Beş katmanlı mimari	10
1.1.4. IoT Teknolojisini Oluşturan Öğeler.....	12
1.1.4.1. Veri Tanımlama Özelliği.....	12
1.1.4.2. Veri Algılama Özelliği	13
1.1.4.3. Veri İletme Özelliği.....	13
1.1.4.4. Veri İşleme Özelliği	13
1.1.4.5. Veri Hizmet Özelliği	14
1.1.5. IoT Teknolojisinin Ana Bileşenleri.....	14
1.1.5.1. İletişim Birimi	14
1.1.5.2. İşlemci	14
1.1.5.3. Sensörler.....	15
1.1.6. IoT Teknolojilerinde Veri Toplayan Bazı Teknolojiler	15

1.1.6.1. Radyo Frekansı ile Tanımlama Teknolojisi.....	15
1.1.6.2. Kablosuz Sensör Ağları Teknolojisi.....	18
1.1.6.3. Yakın Alan İletişimi Teknolojisi	19
1.1.7. Geliştirici Kartlar	21
1.1.7.1. Arduino Kartları ve ESP8226.....	21
1.1.7.2. Sensör Kullanımı ve Çeşitleri.....	23
1.1.8. IoT ile İlgili Literatür Araştırmaları.....	24
1.1.8.1. IoT Teknolojileri ile Yapılan Akıllı Eğitim Çalışmaları	28

İKİNCİ BÖLÜM

IOT TEKNOLOJİLERİNİN KULLANIMI, FAYDALARI VE ZORLUKLARI

2.1. IoT Teknolojisinin Kullanım Alanları.....	34
2.1.1. Sağlık.....	34
2.1.2. Eğitim.....	35
2.2. IoT Teknolojilerinin Depolama Alanları.....	36
2.2.1. Yerel İşleme ve Depolama Alanları	36
2.2.2. Bulut İşleme ve Depolama Alanları	37
2.3. IoT Teknolojilerinin Hedefleri	37
2.4. IoT Teknolojilerinin Faydaları	38
2.4.1. Cihaz Yönetimi ve Entegrasyon Desteği.....	38
2.4.2. Bilgi Güvenliği	38
2.4.3. Veri Görselleştirme.....	39
2.5. IoT Teknolojilerinin Zorlukları	39
2.5.1. Kısıtlı Kaynaklar.....	39
2.5.2. Heterojenlik	40
2.5.3. Ölçeklenebilirlik	40
2.5.4. Tanımlama	41
2.5.5. Arama ve Keşfetme	41
2.5.6. Hareketlilik ve İzleme.....	41
2.5.7. Güvenlik ve Mahremiyet	42
2.5.8. Veri Gizliliği.....	42
2.5.9. Kimlik Doğrulama	43
2.5.10. Cihaz Yönetimi ve Kontrolü.....	43
2.5.11. Veri Toplama Protokolleri.....	44

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

IOT TEKNOLOJİLERİ KULLANARAK OKUL TASARIM ÖNERİLERİ VE UYGULAMALARI

3.1. Okullarda IoT Kullanımı	45
3.2. Okullarda Kullanılabilecek IoT Tasarım Önerileri	47
3.2.1. Öğretim Bilgi Sistemi Tasarım Önerisi.....	48
3.2.1.1. Öğrenim Bilgi Sistemi Çalışma Yapısı.....	50
3.2.1.2. Öğrenim Bilgi Sistemi Çalışma Önerisi	51
3.2.2. Akıllı Sınıf Sistemi Tasarım Önerisi	51
3.2.2.1. Akıllı Sınıf Sistemi Çalışma Yapısı.....	52
3.2.2.2 Akıllı Sınıf Sistemi Çalışma Önerisi.....	55
3.2.3 Akıllı Tahta Sistemi	55
3.2.3.1. Akıllı Tahtanın Çalışma Yapısı	56
3.2.3.2 Akıllı Tahta Üzerinde Öğrenci Sesine Duyarlı Mikrofon Sistemi.....	56
3.2.3.3 Öğrencilerin oluşturduğu Verilerinin Saklanması	57
3.2.3.4 Akıllı Tahtanın Diğer Cihazlarla Çalışma Önerileri.....	58
3.2.4 Akıllı Sıra Sistemi.....	59
3.2.4.2 Akıllı Sıranın Çalışma Yapısı	60
3.2.4.2 Akıllı Sıranın Çalışma Önerisi.....	61
3.2.5 Akıllı Kalem Sistemi	62
3.2.5.1 Akıllı Kalemin Çalışma Yapısı.....	64
3.2.5.2 Akıllı Kalemin Çalışma Önerisi.....	66
3.2.6 Akıllı Tablet Sistemi	66
3.2.6.1 Akıllı Tabletın Çalışma Yapısı	67
3.2.6.2 Akıllı Tabletın Çalışma Önerisi	69
3.2.7 Akıllı Bileklik Kullanımı Önerisi.....	69
3.2.7.1 Akıllı Bilekliğin Çalışma Yapısı.....	70
3.2.7.2 Akıllı Bilekliğin Çalışma Önerisi	71
3.2.8 Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı Tasarım Önerisi.....	71
3.2.8.1 Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı Çalışma Yapısı.....	71
3.2.8.2 Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı Çalışma Önerisi.....	73
3.2.9 Akıllı Kütüphane Sistemi Tasarım Önerisi	74

3.2.9.1 Akıllı Kütüphane Sistemi Çalışma Yapısı	74
3.2.9.2 Akıllı Kütüphane Sistemi Çalışma Önerisi.....	76
3.2.10 Akıllı Yemekhane Sistemi Tasarım Önerisi	77
3.2.10.1 Akıllı Yemekhane Sistemi Çalışma Yapısı	77
3.2.10.2 Akıllı Yemekhane Sistemi Çalışma Önerisi	79
3.3 Okullarda Kullanılabilecek IoT Uygulamaları	79
3.3.1 NFC ile Öğrenci Bilgi Sistemi Erişim Uygulaması	79
3.3.1.1 Öğrenci Bilgi Sistemi Erişiminde Yaşanan Sorunlar.....	80
3.3.1.2 NFC Uygulamasında Kullanılan Araç Gereçler	80
3.3.1.3 NFC Uygulamanın Çalışması	80
3.3.2 Parmak İzi Okuyucu ile Akıllı Sınıf Uygulaması	81
3.3.2.1 Parmak İzi Uygulamasının Çalıştırılma Yapısı	82
3.3.2.2 Öğrenci Yoklamalarının Alınmasında Yaşanan Sorunlar.....	83
3.3.2.3 Parmak İzi Okuyucu Uygulaması Kullanılan Araç Gereçler.....	83
3.3.2.4 Parmak İzi Uygulaması IDE Seçimi ve Kodları	84
3.3.2.5 Uygulamanın Çalışması	86
3.4. 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK)	87
SONUÇ ve ÖNERİLER.....	89
KAYNAKÇA	96

TABLÖLER

Tablo 1: İnternet ile İlişkilendirilen Cihazların Artışı ve IoT Evrimi	6
Tablo 2: RFID Sistemlerinde kullanılan Etiketler ve Özellikleri.....	17
Tablo 3: Eğitimde IoT’ un Etkisi ile İlgili Çalışmalar	26
Tablo 4: Veri Tabanı ile Veri Ambarı Karşılaştırılması	37
Tablo 5: Ülkemizde IoT Konulu Akademik Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı.....	45
Tablo 6: Dünyada IoT Konulu Akademik Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı.....	45
Tablo 7: Ülkemizde ve Dünyada IoT Konulu Akademik Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı	46
Tablo 8: Kütüphane Bilgi Sistemi Görüntüsü	76
Tablo 9: Akıllı Yemekhane Sistemi Görüntüsü	78
Tablo 10: Uygulamada Kullanılan Malzemeler	80
Tablo 11: Uygulamada Kullanılan Malzemeler	84

ŞEKİLLER

Şekil 1. IoT Bağlamında Verinin Bilgiye Dönüşme Süreci.....	4
Şekil 2. IoT Kavramsal İlişkisi	5
Şekil 3. Nesnelerin İnterneti Paradigması Üzerine Bir Senaryo.....	5
Şekil 4. İnternetin Gelişimi	6
Şekil 5. IoT Mimarisi (a): Üç Katmanlı Model (b): Orta Donanım Tabanlı Model (c): Beş Katmanlı Model	10
Şekil 6. Farklı IoT Mimarisi Katmanları	11
Şekil 7. Dört Katmanlı IoT Mimarisi.....	12
Şekil 8. Beş Katmanlı IoT Mimarisi	12
Şekil 9. IoT Teknolojilerinin Ana Bileşenleri.....	15
Şekil 10. Eğitimde Yapılan IoT Uygulamalarında Kullanılan Teknolojiler.....	18
Şekil 11. NFC Uygulamalarının Alanlara Göre Dağılımı	21
Şekil 12. Akıllı Eğitim Ortamı.....	28
Şekil 13. IoT Teknolojilerinin Bazı Uygulama Alanları	35
Şekil 14. Ülkemizde IoT Çalışmalarının Sayısı.....	46
Şekil 15. Dünyada IoT Çalışmalarının Sayısı.....	46
Şekil 16. Ülkemizde ve Dünyada IoT Çalışmalarının Sayısı	47
Şekil 17. Öğrenci Bilgi Sistemi Üzerinde Çalışan Alt Sistemlerin Entegrasyon Şeması	49
Şekil 18 Öğrenim Bilgi Sistemi Mimarisi	50
Şekil 19. Akıllı Sınıf Sistemi Entegrasyon Şeması.....	52
Şekil 20 Akıllı Sınıf Sistemi Üzerinde Bulunan Cihazların Çalışma Prensipleri	53
Şekil 21. Öğrencilerin Akıllı Sıra Kullanımı	54

Şekil 22. Akıllı Sınıf Sistemi Algoritma Şeması	54
Şekil 23. Akıllı Tahta ile Akıllı Cihazların Çalışma Prensibi.....	56
Şekil 24. Akıllı Tahta ile Akıllı Cihazların Entegrasyon Şeması	56
Şekil 25. Akıllı Tahta ile Mikrofonun Çalışma Prensibi	57
Şekil 26. Akıllı Tahta Algoritma Şeması.....	58
Şekil 27. Akıllı Sıra ile Akıllı Tahtanın Çalışma Prensibi.....	61
Şekil 28. Akıllı Sıra Algoritma Şeması	61
Şekil 29. Akıllı Kalem Tasarımı	62
Şekil 30. Akıllı Kalem ve Özellikleri	64
Şekil 31. Akıllı Kalemin Akıllı Cihazlarla Çalışma Prensibi	65
Şekil 32. Akıllı Kalem Algoritma Şeması	65
Şekil 33. Akıllı Tablet Tasarım Önerisi.....	67
Şekil 34. Akıllı Tablet Akıllı Tahta ile Entegrasyon Şeması.....	67
Şekil 35. Akıllı Tablet ve Akıllı Tahtanın Çalışma Prensibi	68
Şekil 36. Akıllı Tahta Algoritma Şeması.....	68
Şekil 37. Akıllı Bileklik Tasarımı.....	69
Şekil 38. Akıllı Tahta ile Akıllı Tablet Entegrasyon Şeması.....	70
Şekil 39. Akıllı Bileklik Algoritma Şeması	70
Şekil 40. Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı Tasarımı	71
Şekil 41. Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı İşleyiş Şeması	72
Şekil 42. Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı Kullanılan Alt Sistemlerin Entegrasyon Şeması	72
Şekil 43. Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı Algoritma Şeması	73
Şekil 44. Akıllı Kütüphane Sistemi RFID Çalışma Mimarisi	75
Şekil 45. Akıllı Kütüphane Sistemi NFC Mimarisi	75

Şekil 46. Akıllı Kütüphane Sistemi Algoritma Şeması	76
Şekil 47. Akıllı Yemekhane Sistemi RFID Mimarisi	78
Şekil 48. Akıllı Yemekhane Sistemi Algoritma Şeması.....	78
Şekil 49. ÖBS Üzerine Normal Sistem ve NFC Sistemi ile Erişim Şeması.....	81
Şekil 50. Parmak izi Okuyucu Devresi Algoritma Şeması	82
Şekil 51. Arduino IDE ile Proje kodlarını	85
Şekil 52. Parmak İzi Verilerinin ThingSpeak’ a Aktarılması	85
Şekil 53. Parmak izi Okuyucu Devresi Şekil 54. Parmak İzi Okutma İşlemi Şekil 55. Parmak izi okutma İşleminin Tamamlanması.....	86
Şekil 56. Kişisel Verilerin Oluşturulması (a): Kişisel Verilerin Oluşturulduğu Panel (b): KVKK Aydınlatma Metni (c): KVKK Kapsamında Misafir Kullanıcı Sözleşmesi	88

KISALTMALAR

- CA** : Certificate Authority (Sertifika Yetkisi)
- DDoS** : Denial of Service Attack (Dağıtılmış Servis Engelleme)
- ERIC** : Education Resources Information Center (Eğitim Kaynakları Bilgi Merkezi)
- GSI** : Global Standards Initiatives (Küresel Standartlar Girişimi)
- ICT** : Information and Communications Technology (BİT)
- IIoT** : Industrial Internet Of Things (Endüstriyel Nesnelerin İnterneti)
- MQTT**: Message Queuing Telemetry Transport (Mesaj Kuyruklamalı Ölçüm İletim Protokolü)
- NFC** : Near Field Communication (Yakın Alan İletişimi)
- OTA** : Over The Air (Uzaktan Yükleme Sistemi)
- QR** : Quick Response (Karekod)
- RFID** : Radio Frequency Identification (Radyo Frekansı Tanımlama)
- REST** : Representational State Transfer (Temsili Durum Transferi)
- UMTS**: Universal Mobile Telecommunications System (Evrensel Mobil İletişim Sistemi)
- WSN** : Wireless Sensor Network (Kablosuz Sensör Ağı)

GİRİŞ

Nesnelerin İnterneti (IoT), günlük hayatımızın birçok alanında kullanılmaktadır. IoT teknolojileri, her yerde bulunmaları, çözümleri akıllı ve özel olmaya teşvik etmeleri nedeniyle önceki yeniliklerden farklıdır. IoT teknolojilerindeki gelişmeler, önemli bir stratejik teknoloji trendine sahiptir. Çevremizde yer alan sensörler sayesinde ve fiziksel dünya ile sanal dünya arasında köprü kurarak, yeni öğrenme modellerinin önünü açmakta ve bu bağlamda kavramsal çerçevesini oluşturmaktadır. Bu büyük paradigma değişiminin arkasındaki düşünce, sensörleri herhangi bir nesneye yerleştirme ve milyonlarca nesneyi/cihazı mevcut internet altyapısına bağlamak için makineler arası iletişimi kullanma yeteneğidir. IoT uygulamaları, sağlık, savunma, üretim, otomotiv gibi sektörlerde halihazırda kullanılmaktadır. Artık eğitimde de IoT ön plana çıkmaktadır. IoT'nin gelişmesiyle birlikte, eğitimde ileriye dönük uygulamaların öğrencilerin aşamalı değerlendirmesi, birçok prosedürü ortadan kaldırması, mevcut öğretim platformlarının entegrasyonu ve yenilenmesi, eğitimde kullanılmak üzere ara katman yazılımların geliştirilmesi planlanmaktadır.

IoT Teknolojileri, internettin gelişmesiyle ortaya çıkan teknoloji devrimi olarak adlandırılmaktadır. IoT teknolojileri, işlemleri bir bütün olarak kabul eder, alınan verileri istenilen yerlere iletir, iletilen verilere göre sonuçlara göre karar verilmesini/alınmasını sağlayan, bütüncül bir teknolojidir. IoT, bu işlemler süreci içinde en önemli enstrüman olarak görev yapmaktadır. IoT Teknolojileri, yalnızca sektördeki bir teknoloji güncellemesi ve gelişimi değildir. Değişimin, eğitim kurumları da dahil olmak üzere tüm topluma yayılmasını sağlayabilmektedir. IoT, değişime öncülük etmekte ve eğitim kurumlarında yenilik yapacağı düşünülmektedir.

IoT Teknolojileri, öğretim süreci içinde öğrenciler için daha fazla kolaylık sağlarken, öğretmenler için, birçok prosedürü ortadan kaldırması beklenmektedir. IoT teknolojileri ile rutin görevleri yerine getirmek, işlemleri ve işleyişi hızlandırmak, IoT teknolojilerini bir materyal olarak kullanmak, öğrenci/öğretmen için daha yardımcı nesneler olacağı düşünülmektedir. İnternet teknolojilerinin gelişmesi, IoT teknolojilerinin doğmasına ve birçok sektörün dijitalleşmesine olanak sağlamıştır. Bu sebeple IoT teknolojileri birçok alanda gelişme göstermiş hızla ilerlemeye devam etmektedir. Bu

bağlamda IoT cihazlarının sayısı 2020 yılı sonu itibariyle 50 milyarı geçmiştir. Önümüzdeki yıllarda eğitim alanında daha yaygın olarak kullanılması beklenmektedir.

IoT teknolojileri diğer alanlarda başarı sağladığı gibi hiç şüphesiz eğitim alanında da başarı sağlayacaktır. Tez çalışmasında eğitim alanında IoT teknolojilerinin kullanımı araştırılmıştır. Eğitim hassas bir konudur. Bu yüzden teknolojinin doğru yerde doğru zamanda kullanılması gerekmektedir. IoT teknolojilerinin kullanımı ve tasarımı ile ilgili veli, öğretmen ve öğrenci görüşlerinin de alınması, daha iyi sonuçlar sağlayabilir. Okullarda işleyişi hızlandırmak, öğrenci kontrolünü sağlamak, daha sağlıklı öğrenme ortamı oluşturmak için öğrenciler tarafından en çok kullanılan materyaller tasarlanarak IoT teknolojileri ve akıllı sistemler oluşturulmuştur. IoT teknolojileri kullanılarak çeşitli tasarım ve uygulamalar yapılmıştır.

Bu tez çalışması 3 bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, IoT teknolojileri ile ilgili başlıklar yer almaktadır. IoT tanımı ve mimarisi, IoT katmanları, IoT bileşenleri, IoT geliştirmek için kullanılan geliştirici kartlar konu başlıklarına yer verilmiştir. Eğitimde kullanılan IoT teknolojileri yer almaktadır. Literatür çalışmaları ise bölümün son kısmında bulunmaktadır.

İkinci bölümde, IoT ile ilgili çalışmalara yer verilmiştir. IoT Teknolojilerinin kullanım alanları, faydaları, zorlukları ve yapılan IoT çalışmaları gibi konu başlıkları incelenmiştir.

Üçüncü bölümde, Eğitimde IoT sistem tasarımlarına ait başlıklar yer almaktadır. Eğitim için IoT teknolojileri kullanılarak en uygun tasarım ve uygulamalar yer almaktadır. Bunlar, Akıllı sınıf, akıllı tahta, akıllı kalem, akıllı sıra olarak üzere, akıllı sistemlerden oluşmaktadır. Bölüm sonunda uygulamaların yapılabilir olduğu gösterilmiştir.

Sonuç bölümünde ise, okullarda kullanılabilecek IoT sistem tasarım ve uygulamalarının öğrenme ortamlarını iyileştirdiği, bu tasarım ve uygulamalar karşılaştırılarak sağladığı katkılar ortaya çıkartılmıştır. Bu tasarımların yapılabilir olduğuna yer verilmiştir. Bunun yanında okullarda IoT kullanımını artırmak için önerilerde bulunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

IOT TEKNOLOJİLERİ

1.1. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin İnterneti (Internet of Things-IoT) teknolojilerinde, bilgisayarlar, tabletler, akıllı saatler, akıllı bileklikler, televizyonlar, cep telefonları, beyaz eşyalar, bavullar vb. günlük hayatımızın tüm eşyaları birer nesne olarak kabul edilir. Tüm bu nesneler boyut, yetenek ve işlevsellik açısından birbirinden çok farklıdır. Nesne dediğimizde sadece fiziksel bir nesne değil, yazılım, program gibi yapılar da nesne olarak kabul edilebilir. Bu nesneler, internet teknolojilerinin kullanılmasıyla akıllı nesnelere dönüşür. IoT'deki nesneler, etkileşime girme yeteneğine sahip çok çeşitli nesneler ağıdır. IoT teknolojileri, sensörlerden (algılayıcılar) meydana gelmektedir. Bu sensörler iç ve dış ortamdan verileri algılayan ve gönderen elektronik kartlardır. IoT teknolojilerinde sensörler kullanılmaktadır. Nesnelerin çevreyi algılayabilme, verileri toplayabilmesi, bu verilere göre sentez yapması, emir alabilme/emir verebilme ve bu emirlere göre bir işlem yapabilme yeteneğine sahip olması gerekmektedir (Alkan, Kırbaş, 2022: 2-3).

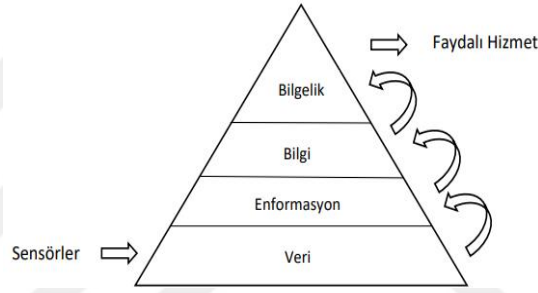
1.1.1. IoT Tanımı

İnternet, dünya çapında milyarlarca cihazın bağlandığı TCP/IP protokollerinin kullanıldığı, küresel bir ağıdır. Homojen ve heterojen bir yapıya sahip elektronik cihazlardan oluşan, kablolu, kablosuz ve optik ağ teknolojileri ile birbirine bağlanan, lokalden globale uzanan milyonlarca özel, kamu, akademik, ticaret ve devlet ağından oluşan büyük ve karmaşık bir ağıdır. IoT, nesnelerin ürettikleri verileri, internet aracılığı ile veri tabanlarına ileten, yığınla veri üreten, teknoloji sistemidir (Madakam, S. ve diğerleri, 2015: 2)

IoT, gerçek hayatı sanal dünyaya bağladığı için her zaman, her yerde ve herkes için hizmet sağlayan bir teknolojidir. Bu teknoloji, insan yaşamının her yönünü kapsayacak çok çeşitli heterojen nesnelerden oluşan dinamik bir ağ içermektedir. IoT'deki akıllı nesneler benzersiz bir tanımlayıcıya, çevrelerini algılamak için yerleşik sensörlere,

karar verme yerlerine veri göndermek ve almak için bir iletişim aracına ve gerekeni yapmak için karar vericilere sahiptir (Alkan ve Kırbaş, 2022: 2).

IoT teknolojileri, sıradan nesneleri akıllı nesneler haline getirmektedir. Bu akıllı nesnelerde kullanılan teknolojiler, iletişim, algılama ve bilgi işlem teknolojilerini içerir. Akıllılık, nesnelerin insanlara hizmet sunmasını ve ihtiyaçlarını otomatik olarak karşılamasını sağlar, bu da insanları günlük rutinlerinden kurtarır. Sonuç olarak, büyük miktarda veri üretilir ve bu veriler işlenir ve bunun ışığında faydalı eylemler yapılır, bu da bireylerin yaşam kalitesini iyileştirmek için kullanılmaktadır. Şekil 1’de verinin işlem basamakları yer almaktadır (Yalçınkaya ve Cibarioğlu, 2019: 4).



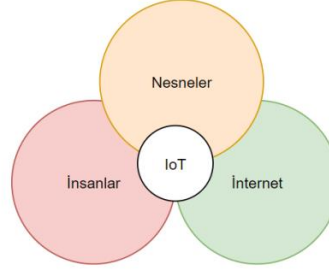
Şekil 1. IoT Bağlamında Verinin Bilgiye Dönüşme Süreci
Kaynak: (Yalçınkaya ve Cibarioğlu, 2019: 4).

1.1.2. IoT Evrimi

IoT Radyo Frekanslı Tanımlama (RFID) teknolojisi ile başlamıştır. RFID IoT için bir başlangıç ve temel teknolojilerden biri olduğu görülmektedir. Temel olarak RFID, nesnelerin etiket (transponder) ile tanımlanmasını amaçlayan temassız teknoloji olarak tanımlanabilir.

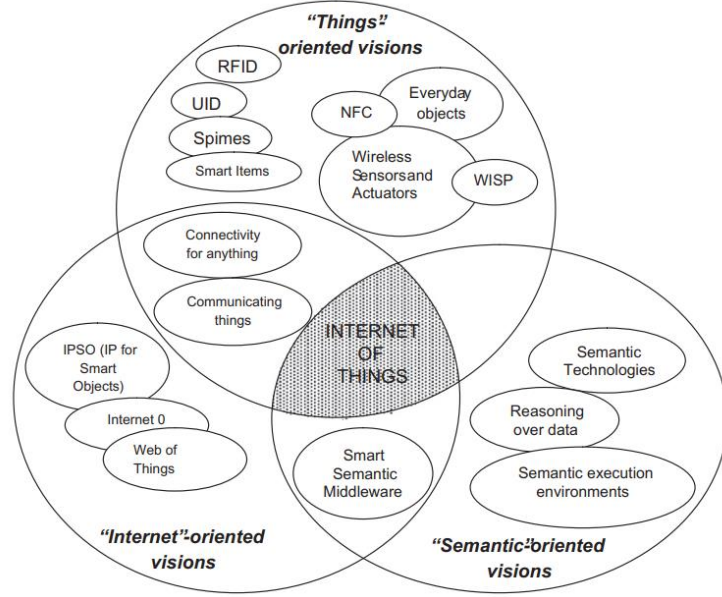
Etiketli bu nesneler, IoT'nin "nesneler" odaklı vizyonunun temelidir. Nesnelere/nesnelere yönelik olmaktan başka iki vizyonu daha vardır; Bunlar internet odaklı ve şematik odaklı olmaktır. IoT, Şekil 2’de gösterildiği gibi, bu üç vizyonun kesişimi olarak kabul edilmektedir (Atzori ve Morabito, 2010: 3). Şekil 3’de IoT teknolojilerinde kullanılan mimariler gösterilmektedir. IoT, veri toplayabilen özel olarak etiketlenmiş nesneleri, semantik yürütmeler yapabilen kontrol cihazlarını ve insan müdahalesi olmaksızın birbirine bağlanan bilirliliği mümkün kılan ağ teknolojisini

birleştiren entegre bir sistemdir. Düşük enerjili iletişim, kablosuz ağlar ve duyuşal yetenekler gibi teknolojilerdeki gelişmeler, IoT çözümlerini ileriye taşımaktadır. IoT ve çevresi yakın tarihte fazdan faza geçerek gelişmektedir. IoT, İnternet'ten sonraki devrimdir. Bu teknoloji ile akıllı nesneler birbirleriyle haberleşmektedir (Kılıç, 2018: 4).



Şekil 2. IoT Kavramsal İlişkisi

Kaynak: (Erdal ve Ergüzen 2020: 5).



Şekil 3. Nesnelerin İnterneti Paradigması Üzerine Bir Senaryo

Kaynak: (Atzori ve Morabito. 2010: 3).

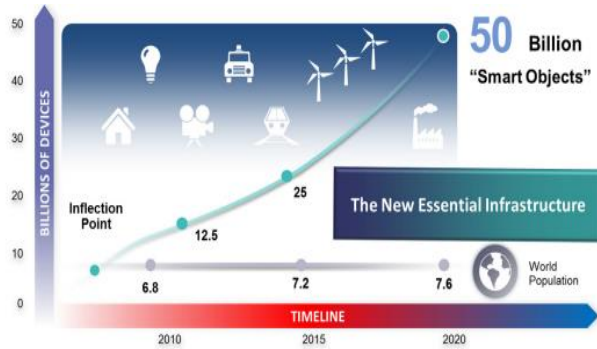
Başka bir bakış açısından IoT'nin evrimine bakılacak olursa; İnternet şüphesiz iletişim açısından bir ölçüt haline gelmiştir. Günümüzün bu terminolojisi, işlevsel yeteneklerine dayalı olarak sensörler dahil ederek milyarlarca cihazı kontrol altına almıştır. Bu cihazlar, İnternet üzerinden sensörler aracılığıyla bağlandıklarında, karar verme için daha fazla işlenen çok büyük veriler üretirler. Şekil 4 incelendiğinde son yıllarda IoT teknolojileri hızlı bir yükseliş göstermektedir. Bugüne kadar, dünya yaklaşık 5 milyar akıllı cihazla konuşlandırılmıştır. 2020 yılına kadar 50 milyardan fazla cihazın İnternet üzerinden bağlanacağı tahmin edilmektedir (Erdal ve Ergüzen, 2020: 5).

Tablo 1: İnternet ile İlişkilendirilen Cihazların Artışı ve IoT Evrimi

YIL	AÇIKLAMA
1999	MIT Laboratuvarları ilk defa Internet of Thing terimi kullanılmaya başlanmıştır.
2000	İlk IoT uygulaması Trojan Toom Coffee Pot tarafından geliştirilmiştir.
2003	LG ilk defa "Buzdolabın İnterneti" planlarını duyurulmuştur.
2005	Bazı kurumlar IPSO Alliance iş birliğini başlatarak "Akıllı Nesneler" ağlarında IP kullanımı üzerinden IoT'yi etkileştirmeye çalışmışlardır.
2008	Avrupa Birliği (AB), IoT Teknolojisini tanımıştır.
2010	Çin başbakanı olan W. Jiabao Çin için IoT için kilit endüstri olduğunu açıklamıştır.
2011	IoT-GSI (IoT-Global Standartlar Girişimi) kurulmuştur.
2012	Cisco, Ericsson ve IBM, IoT konusunda satış ve eğitim girişimleri geliştirmeye başlamıştır.
2013	Arduino, Rasperry pi ve diğer donanımları geliştirilmiştir. IoT erişilebilir hale gelmiştir.
2014	RFID ve DRON gibi üçüncü parti cihazların kullanımı IoT ile etkinleşmiştir.

Kaynak: (Erdal ve Ergüzen, 2020: 4).

IoT'nin artan değerinin on yılın sonunda 300 milyar doları aşacağı tahmin edilmektedir. Bu, daha yeni iletişim teknolojilerinin geliştirilmesi ve daha yeni cihazların İnternet üzerinden sensörlerle senkronizasyonunun sağlanması için yeni modların bulunması vizyonunu güçlendir. Bununla birlikte, IoT alanındaki zaman zaman değişiklikleri ve gelişmeleri anlamadan önce IoT'nin işlevsel yeteneklerini doğrudan değerlendirmek yanlış olabilir. Şekil 4 de, son birkaç yılda İnternet üzerinden ilişkilendirilen cihazların sürekli artışı üzerinden IoT'nin evrimini göstermektedir (Jahir ve diğerleri, 2018: 9).



Şekil 4. İnternetin Gelişimi

Kaynak: (Jahir ve diğerleri, 2018: 9).

1.1.3. IoT Mimarisi

IoT, İnternet üzerinden büyük miktarda bilgi alışverişinde bulunur, bu da ağ trafiğinde hızlı bir artışa yol açar. Bu nedenle, IoT bileşenleri arasındaki bilgi akışını düzenleyen, izleyen ve kontrol eden IoT mimarisidir. IoT mimarisinin sorumluluğu,

sensörler, iletişim araçları, kullanıcı arabirimi, bulut hizmetleri ve İnternet gibi IoT ile etkinleşen birçok teknoloji ve bileşen bulunmaktadır. Bu cihazlar gerekli teknoloji alt yapısını kullanarak düzenli, tutarlı ve faydalı işlemler sağlamaktadır. IoT mimarisi, çok katmanlı bir mimari olarak geliştirilmiştir. Her katman, bu katmanın işlevini yerine getirmesini sağlamak için bazı teknolojileri içerir. IoT'deki katman sayısı hakkında farklı görüşler vardır. Bu, temel olarak IoT cihazının yeteneklerine, uygulamak için atandığı işleve, ilgilendiği bilgilerin miktarına ve türüne ve kullandığı iletişim araçlarına bağlıdır. Örneğin, sensör okuma, alarm başlatma, LED yakma, motor kontrolü vb. gibi cihazın işlevi basit olabilir (Khan ve diğerleri, 2012: 4).

IoT teknolojileri çok çeşitli teknolojileri kapsadığından, evrensel olarak kabul edilen tüm IoT işlemlerinde kullanılabilecek standart bir referans olarak kabul edilen tek bir IoT mimarisi yoktur. Günümüzde birçok proje ve araştırma ortak bir IoT mimarisi tasarlamaya çalışsa da henüz bir referans modele ulaşamamıştır. Ancak araştırmacıların geleneksel IoT mimarisi hakkındaki görüşlerinin çoğuna göre, IoT temel olarak üç katmanda çalışır. Bununla birlikte, bu, IoT için daha karmaşık, bazıları dört katmandan ve bazıları beş katmandan oluşan başka mimarilerin olduğu bilinmektedir (Rehman ve diğerleri, 2016: 4).

1.1.3.1.Üç katmanlı mimari

Algı, Ağ ve Uygulama olmak üzere üç önemli katmana ayrılan en popüler, temel IoT mimarisidir. Şekil 5’de 3, 4 ve 5 katmanlı IoT mimarileri yer almaktadır. Şekil 6 ve Şekil 7’de her katmanı kapsayan cihazlar ve teknolojilerle ilgili olarak IoT'nin dört ve beş katmanlı mimari çerçevelerini göstermektedir (Yang ve diğerleri, 2017: 5).

Algı/Cihaz katmanı: Geleneksel IoT mimarisinin en alt/temel katmanıdır ve Tanıma katmanı, Sensör katmanı, Fiziksel katman ve Cihaz katmanı olarak da adlandırılır. Algı katmanı, RFID Radyo Frekansı ile Tanımlama, (Radio Frequency Identification), WSN Kablosuz Sensör Ağları, (Wireless Sensor Network), kamera, GPS (Global Positioning System) Küresel Konumlandırma Sistemi vb. gibi veri algılama teknolojilerini içerir. Bu teknolojilerin tümü, veri toplamak için kullanılan farklı

yeteneklere sahiptir, ortama ve veri türüne göre farklı senaryolarda kullanılır (Chinanu ve diğerleri 2018: 3).

RFID, bağlı olduğu nesneleri keşfetmek ve tanımlamak için kullanılır. Oysa WSN'ler, kuruldukları ortamdan okumalar sağlar. Bu okumalar sensör tipine göre değişir, bazıları hareketi algılamak için kullanılır, bazı sensörler dumanı algılar, bazıları sıcaklığı ölçmek için kullanılır. 200'den fazla sensör türü bulunmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle sayıları her geçen gün artmaktadır. Algı katmanını teknolojileri küçüktür ve işleme kapasitesi, depolama alanı ve güç kaynağı gibi sınırlı kaynaklara sahiptir. Kaynakları sınırlı bu teknolojiler, verileri algılama ve toplama yoluyla çevreleriyle etkileşim kurmak için kullanan IoT cihazlarına dahil edilmiştir (Joshitta ve Arockiam, 2016: 4-6).

Bu katmanın ana görevleri, çevredeki ortamdan veri toplamak veya nesneler hakkındaki verileri okuyarak nesneleri benzersiz bir şekilde tanımlamak ve bu verilerin geçerliliğini bir veri tabanı ile karşılaştırarak doğrulamaktır (Tewari ve Gupta, 2018: 19).

IoT cihazları, iç ve dış ortamdan veri algılanmasını, yakalanmasını ve toplanmasını sağlar. Sensörlerin türüne bağlı olarak, toplanan veya algılanan veriler konum, sıcaklık, hareket, titreşim, ivmeler, nem, havadaki kimyasal değişiklikler vb. hakkında olabilir. Toplanan veriler daha sonra bilgi işleme sistemine iletilmek üzere Ağ katmanına iletilir (Zhang ve diğerleri, 2011: 1).

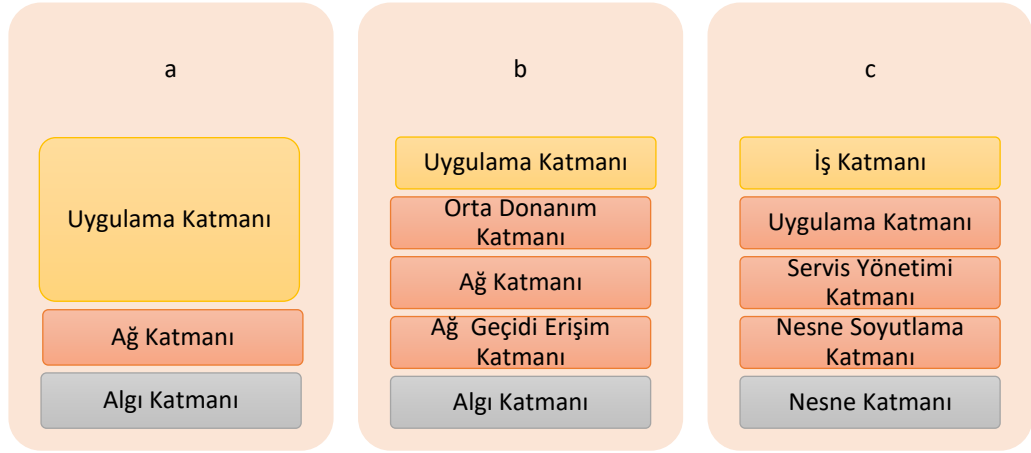
Ağ katmanı: Geleneksel IoT mimarisinin ortasında yer alır ve kablosuz sensör, ara katman veya iletim katmanı olarak da adlandırılır. Bu katman, algı katmanını aracılığıyla toplanan verileri iletişim teknolojilerini kullanarak işleme sistemine aktaran bir iletim katmanıdır. Bu katman, Wi-Fi, Bluetooth ve Ethernet gibi kablolu veya kablosuz olabilen farklı iletişim teknolojilerini kullanır. Bu katmanın temel amacı, tüm IoT bileşenlerini birbirine bağlamanın yanı sıra, algılama katmanını ile uygulama katmanını arasında bir köprü görevi görmektir (Zhang ve diğerleri, 2011: 1).

Bu katmanın işlevleri genel olarak şu şekildedir (Lin ve diğerleri, 2017: 3,6-9):

- Algılama katmanından veri alınır, toplanır ve kablosuz olarak genellikle bulutta bulunan depolama ve karar alma merkezlerine aktarılır.
- Alınan karara göre hareket etmek için sonucu IoT cihazlarına iade edilir.
- Arayüzler ve uygulamalar arasında son kullanıcıya veri sağlanır.
- Farklı IoT cihazları arasında veri alışverişi yapılır.
- Basitçe, ağ katmanı, ağ geçitlerini internet'e bağlamanın yanı sıra, IoT sensör düğümlerini ağ geçitlerine bağlar. Aynı ağda bulunan IoT cihazlarını birbirine bağlar.

Uygulama katmanı: Geleneksel IoT mimarisinin en üst katmanı olarak bilinir. IoT uygulamaları ile son kullanıcılar arasındaki arayüzüdür. Bu katman, sistemin tüm işlevlerini ve hizmetlerini son kullanıcıya gereksinimlerine göre sağlamak, sunmak ve dışa aktarmak için verileri kullanır. Ayrıca, bu katmanda sistem, kullanıcılara fiziksel alandaki nesneleri manipüle etmelerine izin veren farklı arayüzler sunar (Kozlov ve diğerleri, 2012: 3). Ayrıca akıllı bir ortama ulaşmak ve IoT uygulamasının küresel yönetimini sağlamak bu katmanın amaçları arasında sayılabilir. Uygulama katmanı, örneğin afet izleme, sağlık izleme, akıllı şebeke, akıllı tarım, akıllı ev, akıllı şehir, akıllı ulaşım vb. gibi IoT'nin konuşlandırılabilceği çeşitli üst düzey akıllı uygulamaları tanımlar (Sethi ve Sarangi, 2017: 22).

Üç katmanlı mimari temel model olmasına rağmen, literatürde IoT mimarisine daha fazla soyutlama getirebilecek başka modeller de önerilmiştir. Şekil 8 (b) ve (c), sırasıyla orta donanım tabanlı modeli (middleware based model) ve beş katmanlı model mimarilerini göstermektedir.



Şekil 5. IoT Mimarisi (a): Üç Katmanlı Model (b): Orta Donanım Tabanlı Model (c): Beş Katmanlı Model

Kaynak: (Khalil ve Özdemir 2017: 6).

1.1.3.2. Dört katmanlı mimari

Orta donanım modeli, IoT'nin temel üç katmanlı modeline ağ geçidi ve ara katmanlarını ekler. Ara katman modelinde, algı katmanı kenar katmanı olarak adlandırılabilir. Veri toplama ve bir tanım sağlamak için kullanılır. Algı katmanını uygulama katmanına bağlamak için yalnızca bir katman (yani ağ katmanı) kullanan üç katmanlı modelden farklı olarak, orta donanım modeli, IoT ortamındaki iletişimi yönetmek ve nesneler ve sistemler arasında mesaj iletmek için ağ katmanı ile birlikte ağ geçidi katmanını kullanır. Orta donanım katmanı, orta donanım modeli yapısına eklenen başka bir katmandır. Bu katman genellikle donanım ve uygulamalar arasında daha esnek bir arabirim sağlamak için kullanılır. Son olarak, orta donanım modelinin en üst katmanı, uygulama katmanıdır. Bu katman, üç katmanlı modeldeki uygulama katmanı ile aynı işlevselliğe ve tanımlamaya sahiptir (Khalil ve Özdemir 2018: 6-7).

1.1.3.3. Beş katmanlı mimari

IoT mimarisinde kullanılan başka bir modeldir. Bu beş katman şu şekildedir: (Khalil ve Özdemir 2018: 6-7).

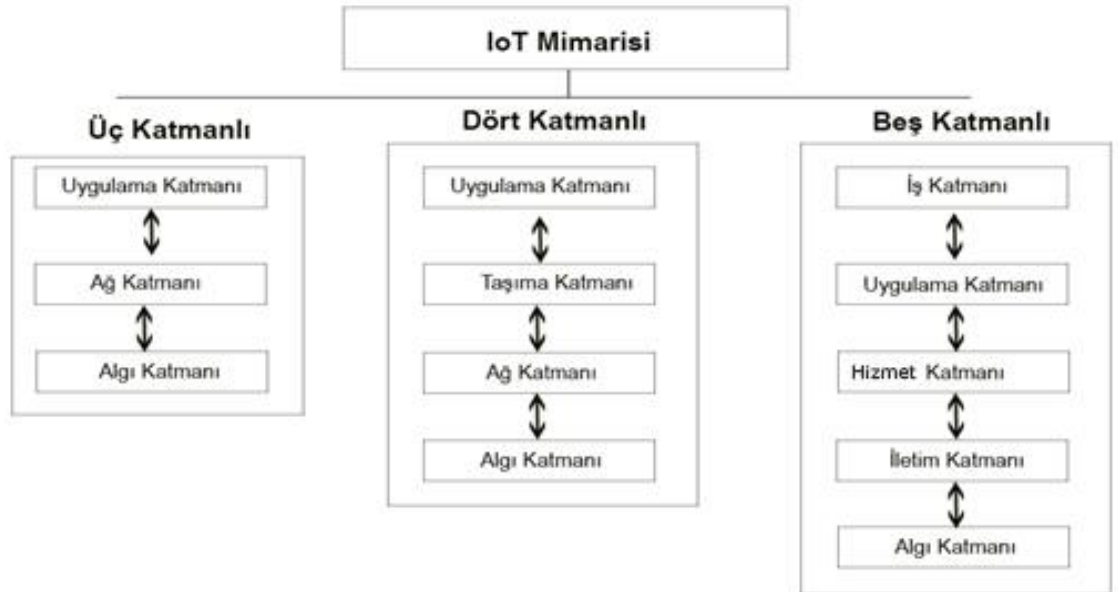
Nesneler katmanı: Beş katmanlı modelin ilk katmanda nesne yer alır (algı katmanı olarak da adlandırılır). Bu katman, veri toplama ve işlemeyi gerçekleştiren IoT'nin fiziksel sensörlerini temsil eder. Ayrıca bu katman, verileri dijitalleştirir ve güvenli kanallar aracılığıyla nesne soyutlama katmanına aktarır. IoT tarafından oluşturulan büyük veriler bu katmanda başlatılır.

Nesne soyutlama Katmanı: Nesneler katmanında oluşturulan verileri güvenli kanallar kullanarak hizmet yönetimi katmanına aktarır. RFID, 3G, GSM, UMTS, Wi-Fi, Bluetooth, Kızılötesi, ZigBee vb. gibi çeşitli teknolojiler kullanılarak veri aktarımı yapılabilmektedir. Ayrıca bulut bilişim ve veri yönetimi gibi işlemler de bu katmanda gerçekleştirilmektedir.

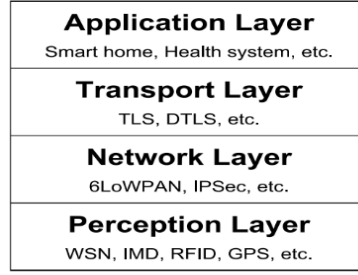
Hizmet yönetimi katmanı: Ara katman olarak da bilinir. Bu katman, istekleri adreslere ve adlara göre hizmetlerle eşleştirir. Ayrıca bu katman alınan verileri işler, kararlar verir ve gerekli hizmetleri sağlar. Son olarak, hizmet yönetimi katmanı, IoT uygulamalarının belirli bir donanım platformunu dikkate almadan heterojen nesnelerle çalışmasına olanak tanır.

Uygulama katmanı: Bu katman, müşterilerin talep ettiği hizmetlerin sağlanmasından sorumludur.

İş katmanı: Yönetim katmanı olarak da bilinir ve IoT sistem faaliyetlerini ve hizmetlerini yönetir. Bu katmanın sorumlulukları, uygulama katmanından alınan verilere dayalı olarak bir iş modeli, grafikler, akış şemaları vb. oluşturmaktır. Aynı zamanda bu katman, IoT sistemi ile ilgili bileşenlerin tasarımını, analizini, uygulamasını, değerlendirilmesini, izlenmesini ve geliştirilmesini sağlar.

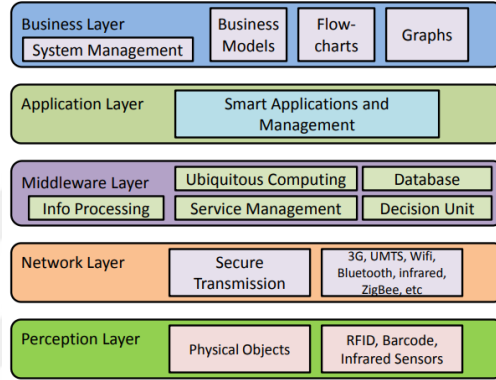


Şekil 6. Farklı IoT Mimarisi Katmanları
Kaynak: (Yıldırım ve diğerleri. 2021: 3).



Şekil 7. Dört Katmanlı IoT Mimarisi

Kaynak: (Yang ve diğerleri, 2017: 5).



Şekil 8. Beş Katmanlı IoT Mimarisi

Kaynak: (Khan ve diğerleri, 2012: 4).

1.1.4. IoT Teknolojisini Oluşturan Öğeler

IoT'nin elementlerini/öğelerini belirlemek ve anlamak, IoT'nin gerçek anlamı ve işlevselliği hakkında daha iyi bir fikir edinmenize yardımcı olmaktadır (Cerullo ve diğerleri, 2018: 3-6). Bu elementler, IoT sisteminin çalışabilen ve hizmet verebilen entegre, güvenilir ve etkili bir çerçeve olarak dayandığı temeldir. Bu elementler Tanımlama, Algılama, İletişim, İşleme ve Hizmetler şeklindedir (Al-Fuqaha ve diğerleri, 2015: 4-7).

1.1.4.1. Veri Tanımlama Özelliği

Tanımlama, sistemdeki her nesne için açık ve net bir kimlik sağlanması IoT için çok önemlidir. Bu durum, veri almak, sipariş vermek veya bir hizmet almak için arama yaparken nesneleri bulmayı ve bunlara erişmeyi kolaylaştırır ve ayrıca nesnelerin birbirleriyle iletişim kurmasını kolaylaştırır. Çeşitli nesneleri tanımlamak için birçok yöntem kullanılır ve bunlar Nesne Tanımlayıcıları, İletişim Tanımlayıcıları şeklinde sınıflandırılabilir. Nesne tanımlayıcıları, cihazın kimliği ve cihazın seri numarası gibi

fiziksel cihazları benzersiz şekilde tanımlamak için kullanılır. İletişim tanımlayıcıları, İnternet Protokolü (IP) adresi ve Bluetooth cihaz adresi gibi bir ağdaki cihazları benzersiz bir şekilde tanımlamak için kullanılır (Al-Fuqaha ve diğerleri, 2015: 4).

1.1.4.2. Veri Algılama Özelliği

Bu element, çevredeki alanlardan farklı türde verileri toplamaktan ve ardından bu algılanabilir verileri IoT ortamındaki ilgili taraflara neler olduğunu anlamak ve ona göre hareket etmek için göndermekten sorumludur. Veriler, RFID, WSN, GPS terminalleri, kameralar vb. gibi birçok teknoloji aracılığıyla elde edilir. Toplanan bu veriler, gerekli hizmetlere dayalı olarak belirli eylemlerin gerçekleştirilmesi için analiz edilir (Al-Fuqaha ve diğerleri, 2015: 4).

1.1.4.3. Veri İletme Özelliği

İletişim teknolojilerinin rolü, IoT cihazlarının başkalarıyla iletişim kurmasını sağlamaktır. Elbette bu bağlantı ne kadar hızlı ve güvenli olursa IoT ortamında o kadar iyi olur. Bu bileşen, cihazların işleme sistemine veya depolama konumlarına veri göndermesine, sipariş almasına ve kullanıcılar ve uygulamalarla etkileşime girmesine olanak tanır. Çoğu IoT cihazı, başkalarıyla iletişim kurmak için kablosuz iletişim teknolojilerini kullanır ve en popüler kablosuz teknolojiler Wi-Fi ve Bluetooth'tur. Bu iki teknoloji hız, mesafe, güvenlik ve bağlı cihaz sayısı açısından birbirlerinden farklıdır (Al-Fuqaha ve diğerleri, 2015: 4).

1.1.4.4. Veri İşleme Özelliği

Bu önemli element, algılama elemanı aracılığıyla toplanan verilerin işlenmesi ile ilgilenen IoT'nin beynini temsil eder ve bu işlem, işlem birimleri tarafından gerçekleştirilir. Sensörler tarafından toplanan tüm veriler, gerçek zamanlı olarak kararlar veren ve bunları komutlar ve eylemler olarak yeniden gönderen işlem birimlerine gönderilir (Al-Fuqaha ve diğerleri, 2015: 4).

IoT işlem birimi, cihazlarda yerel olarak mikrodenetleyiciler ve yazılım uygulamaları şeklinde bulunabilir. Öte yandan toplanan veriler bulut platformlarına gönderilebilir. Bu platformlar, büyük verileri gerçek zamanlı olarak işlemek ve ardından

eyleme geçmek için bu işlemin sonucunu IoT cihazlarına döndürmek için sınırlı kaynaklara sahip IoT cihazlarının genellikle sahip olmadığı yüksek hesaplama yetenekleri sağlar. Algılanan veriler uygulama katmanında işlenmektedir (Cerullo ve diğerleri, 2018: 3-6).

1.1.4.5. Veri Hizmet Özelliği

IoT, müşterilerine sağlık hizmetleri, güvenlik hizmetleri, afet uyarı hizmetleri, enerji dağıtım ve çok daha fazlasını içeren ancak bunlarla sınırlı olmayan sayısız hizmet sunar. Bu hizmetler çok sayıda IoT uygulaması içinde sağlanır. Ancak, kullanıcıların örneğin bir mobil uygulama veya web tabanlı bir uygulama içeren IoT uygulamalarıyla etkileşim kurmak için bir arayüze ihtiyacı vardır. Arayüz, kullanıcının IoT cihazlarıyla ilgilenmesine, örneğin bunları kurmasına, talimat vermesine veya verilere erişmesine yardımcı olacaktır. Örneğin, ev otomasyonunda kullanıcı arayüzü, bir ev sahibinin evden uzaktayken belirli kişilere evine erişim vermesine yardımcı olacaktır (Al-Fuqaha ve diğerleri, 2015: 4).

1.1.5. IoT Teknolojisinin Ana Bileşenleri

IoT sisteminin işlevlerini tam olarak yerine getirmesini sağlayan IoT teknolojisinin ana bileşenleridir. Bu sistemin sorunsuz çalışmasını sağlayan yapı 3 ana bileşenden oluşmaktadır (Yıldırım ve diğerleri, 2021: 2).

1.1.5.1. İletişim Birimi

Ağ, İnternet ve iletişim birimi olarak açıklanmaktadır. IoT'ye bağlantı sağlamak için kullanılırlar. İnternet/Ağ, nesneleri birbirine bağlamanın bir yöntemidir. İnternet ağ geçidi aracılığıyla IoT ağ geçidini buluta bağlamak için kullanılır. IoT ağ geçidi, sensörlerden topladığı verileri internet üzerinden buluta gönderir.

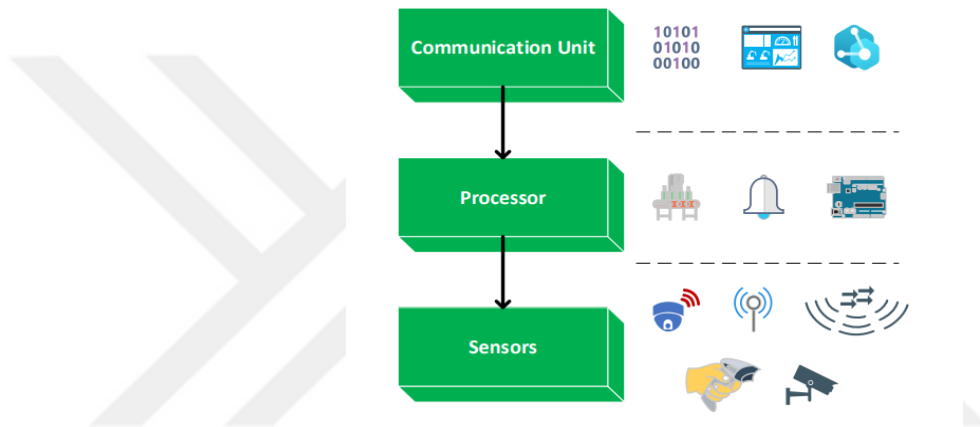
1.1.5.2. İşlemci

IoT cihazlarında olması gereken işlemci veya gömülü sistemlerdir. Gömülü sistem kartları aynı zamanda bir mikro denetleyicidir. Mikrodenetleyici üzerinde merkezi

işlem birimi, programlanabilir hafıza, seri ve analog giriş çıkışlar gibi özellikleri olan elektronik kartlardır.

1.1.5.3. Sensörler

Canlılardan ve doğal ortamlardan toplanan verileri gerekli yerlere gönderen elektronik devrelerden oluşan alt sistemlerdir. Sensörler, çevredeki ortamdan veriyi ölçer ve ardından bu verileri bazı işlemcilerle gönderir. Şekil 9 da görüldüğü üzere IoT teknolojisinin 3 ana bileşeni bulunmaktadır.



Şekil 9. IoT Teknolojilerinin Ana Bileşenleri

Kaynak: (Yıldırım ve diğerleri, 2021: 2).

1.1.6. IoT Teknolojilerinde Veri Toplayan Bazı Teknolojiler

IoT'nin temel amacı, tüketicilerin isteklerini her zaman ve her yerde tatmin etmeyi amaçlayan hizmetler sunmaktır. RFID, NFC gibi teknolojiler sensörler gibi veri toplayabilir. Bu gömülü teknolojilerin işlevi, çevredeki sıcaklık, hareket ve ışık yoğunluğu gibi verileri algılamak ve okumak ve ayrıca nesneleri tanımlamak ve izlemektir. Bu veriler kullanılarak ve diğer IoT bileşenleri yardımıyla tüketicilere ısıtmayı çalıştırma, kapıları kilitleme veya açma, aydınlatma seviyesini kontrol etme gibi ihtiyaçlarını karşılayan aksiyonlar alınabilir ve hizmetler sunulabilir. Önceki teknolojiler hakkında daha fazla veri aşağıda sunulmuştur.

1.1.6.1. Radyo Frekansı ile Tanımlama Teknolojisi

RFID teknolojisi, radyo frekanslarını kullanarak nesneler ile haberleşerek çalışmaktadır. IoT' de kullanılan ana teknoloji RFID' dir. IoT'yi gerçeğe dönüştüren de budur. RFID sistemi, bağlı oldukları bir hayvanı, kişiyi veya nesneyi benzersiz bir şekilde

algılamak ve tanımlamak için radyo frekansı sinyallerini kullanır. Bu teknoloji, hızlı tarama, küçük boyut, yeniden kullanılabilirlik ve düşük maliyetli sistemlerdir. Bu özellikler, IoT algı katmanının nesneleri gerçek zamanlı olarak konumlandırmak, izlemek ve radyo sinyalleri üzerinden kısa sürede veri alışverişi yapmak için bu teknolojiye yararlanmasını sağlar (Tan ve Korkmaz, 2019: 2).

- **RFID Sistemi:** IoT'deki her nesnenin tanımlama mekanizması kullanılarak diğerlerinden ayırt edilmesini sağlar. RFID sistemleri, personel takibi, erişim kontrolü, kütüphanelerde kitap takibi, gişe sistemi, uzaktan anahtarsız kilit açma, hayvan takip ve ödeme sistemleri gibi birçok uygulamada kullanılmıştır ve daha fazlasında kullanılabilir. RFID sisteminin 3 bileşeni bulunmaktadır. Bu bileşenleri inceleyelim.

- **RFID Okuyucular:** RFID okuyucu, her etiket için kimlik detektörü görevi görür ve ilgili verileri alır. Sürekli olarak radyo dalgaları gönderir, böylece RFID etiketi okuyucu menzili içindeyken okuyucuya bir geri besleme sinyali göndererek okuyucuya tepki verir. Yansıyan bu sinyaller, yansıyan sinyallere dayalı nesneleri tanımlamak ve doğrulamak için arka uç sunucusuna iletilir (Yüksel ve diğerleri, 2009: 4-5).
- **RFID Etiketleri:** RFID etiketi, tanımlamak istediğimiz nesne veya canlılar üzerinde bulunan basit bir çip veya etikettir. Nesnenin benzersiz kimliğini depolamak için bir çip ve çipin radyo dalgalarını kullanarak RFID okuyucu ile iletişim kurmasını sağlamak için bir anten kullanılır. Bu anten hem okuyucu sinyalini almak hem de etiket kimliğini iletmek için kullanılır. RFID etiketleri, bitişik, tek bir görünürlük düzeyinde ve hatta fiziksel olarak bağlı olmak zorunda kalmadan okuyucuyla iletişim kurmak ve veri alışverişinde bulunmak için radyo frekansı dalgalarını kullanır. RFID etiketleri 8 MB kadar veriyi kaydedebilirler. RFID etiketleri farklı boyutlarda bulunur. RFID etiketleri veriyi dijital olarak taşımaktadır (Yüksel ve diğerleri, 2009: 2-3).

RFID, pasif, aktif ve yarı pasif olarak tanımlanır. (Atzori ve Morabito, 2021: 3-4).

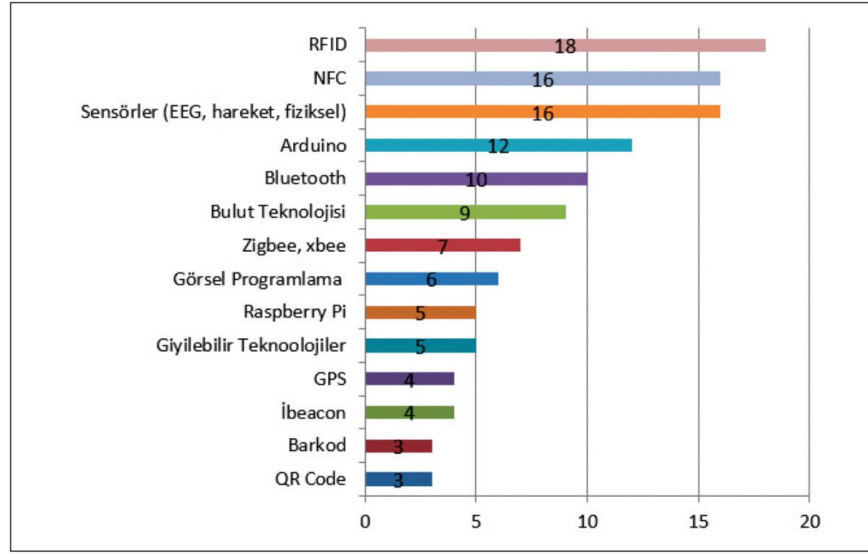
- **Pasif etiketler:** Yanlarında bulunan RFID okuyucu tarafından gönderilen sorgu sinyalinde veri iletmek için çektikleri, güç ile çalışır. Dahili bir güç kaynağına sahip değildirler. Tablo 2’ de RFID ile ilgili bilgiler yer almaktadır.
- **Aktif etiketler:** Dahili olarak bir pil barındırır. Bir etiket, üretimin başlarında bir ürüne eklenebilir, bu da ürünün sevkiyat sırasında, mağazada ve son olarak tüketici satın aldıktan sonra izlenmesine olanak tanır.
- **Yarı Pasif Etiketler:** Bu etiketlerin üzerinde küçük bir pil yer almaktadır. Hızlı ve güvenlidir. Pasif etiketlerden daha geniş yelpazede çalışırlar.
 - **RFID Anteni:** RFID anteni önceden belirlenmiş frekanslar doğrultusunda çalışmaktadır. RFID anteni iki çeşittir. RFID sistemlerinin daha hızlı çalışmasını sağlar.

Tablo 2: RFID Sistemlerinde kullanılan Etiketler ve Özellikleri

Etiket Parametre	Aktif	Pasif	Yarı-pasif
Güç kaynağı	Pil	İndüksiyon	Pil ve indüksiyon
Okuma mesafesi	30m kadar	3 meter	30m kadar
Yakınlık bilgisi	Zayıf	İyi	Zayıf
Frekans çatışması	Yüksek	Orta	Yüksek
Depolanan bilgi miktarı	32K veya daha fazla (okuma/yazma)	2K (sadece okuma)	32 K veya daha fazla (okuma yazma)
Maliyet /Etiket	\$2 - \$100	25 cent	? (Geliştirilmekte)

Kaynak: (Atzori ve Morabito, 2021: 3-4).

Eğitim alanında yapılan makale çalışmalarında kullanılan IoT teknolojilerin kaç çalışmada kullanıldığı Şekil 10 da sayıları ile yer almaktadır. RFID teknolojileri IoT uygulamalarında en çok kullanılan teknoloji olduğu görülmektedir. NFC ise, yakın mesafede çalışan veri gönderen özelliğiyle en çok tercih edilen ikinci IoT teknolojisi olmuştur (Aydın ve diğerleri, 2021: 8).



Şekil 10 Eğitimde Yapılan IoT Uygulamalarında Kullanılan Teknolojiler
Kaynak: (Aydın ve diğerleri, 2021: 8).

1.1.6.2. Kablosuz Sensör Ağları Teknolojisi

WSN teknolojileri, ZigBee, Wi-Fi, Bluetooth ve GPRS olarak karşımıza çıkmaktadır. Kablosuz Algılayıcı Ağları ilk olarak 1980’li yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonraki 10 yıllık süreçte önemli bir araştırma konusu olmuştur. İlk olarak askeri alanda kullanılmaya başlanmıştır. Sıcaklık, ışık, nem takibi için kullanılmıştır. Askeri, sağlık, beyaz eşya uygulamalarında kullanılabilir olduğu görülmektedir. WSN, sensör düğümleri birkaç parçaya sahiptir ve bu parçalar: (Karacasu ve diğerleri, 2009: 1)

- Bir sensör (çevreden veri toplama),
- Mikrodenetleyici (verileri işleme),
- Bellek (cihazı programlamak ve veri depolamak için kullanılır),
- Radyo alıcı-verici (diğer düğümlerle iletişim kurar),
- Bir pil (gücü destekleyen) şeklindedir.

WSN, özellikle izinsiz giriş tespit sistemi, yangın tespit sistemi ve çevresel izleme sistemleri gibi çeşitli uygulamalarda meydana geldiği için uzaktan algılama veri toplamanın uygulanmasına ihtiyaç duyulduğunda, IoT için önemli bir rol oynayabilir (Nursaçan, 2019: 19-20).

WSN, sınırlı belleğe, sınırlı işlem gücüne ve kısıtlı enerjiye sahip, coğrafi olarak dağıtılmış çok sayıda sensör düğümünden oluşur. Bu düğümler, belirli bir görevi yürütmek için kablosuz olarak iş birliği yapmakta ve iletişim kurmaktadır (Rehman ve diğerleri, 2016: 6).

Algılayıcı düğümler arasındaki bu iş birliği önemlidir, çünkü çoğu zaman tek bir algılayıcıdan gelen veriler, geniş alanların ve karmaşık faaliyetlerin izlenmesinde kullanışlı değildir. Farklı algılayıcı düğümlerin, doğru kararlar vermek ve yeterli veriyi sağlamak için birbirleriyle iş birliği yapması gerekir. Bu kablosuz sensör düğümleri, sıcaklık, basınç, sesler, kimyasal bileşimler vb. gibi fiziksel çevresel parametreler hakkında veriyi izler, okur ve toplar. Düğümler, algılamalarının sonuçlarını havuz adı verilen özel düğümlere bildirir. Alıcı, sensör ağı tarafından toplanan bilgileri alır ve son kullanıcıya veya bulut gibi karar verme merkezine iletir (Yousuf ve diğerleri, 2015: 9).

1.1.6.3. Yakın Alan İletişimi Teknolojisi

NFC Yakın Alan İletişimi (Near Field Communication) teknolojisi, çeşitli elektronik cihazların birbirlerine yakın mesafeden, herhangi bir kablo ya da benzeri bir aracıya ihtiyaç olmadan veri paylaşması yapılmasıdır. Akıllı telefon, tablet, dizüstü bilgisayar gibi birçok cihaz günümüzde bu teknolojiyi destekleyecek şekilde üretilmiştir. NFC Teknolojilerinin Özellikleri (Özdenizci ve arkadaşları 2011: 1).

- Bluetooth Cihazlara erişim sağlanması,
- NFC, akıllı telefonların, dizüstü bilgisayarların, tabletlerin ve diğer cihazların yakın mesafedeyken veri paylaşımı yapılması,
- NFC teknolojisi cihazlar arasında temassız ödeme yapılmasını,
- Elektromanyetik alanlar, verileri iletmek veya bir alıcı cihazda elektrik akımlarını indüklemek için kullanılır,
- Pasif NFC cihazları, aktif cihazlardan güç alarak çalışabilir,
- NFC teknolojileri veri iletim frekansı 13,56 megahertz'dir. Saniyede 106, 212, 424 kilobit veri göndermektedir.
- NFC teknolojisi; ses görüntü dosyalarını hızlı bir aktarım yapmaktadır.

NFC teknolojilerini beş başlıkta inceleyebiliriz. NFC için gerekli teknolojiler aşağıda verilmiştir: (M. Eryüksel, 2017: 45-46).

Veri Tabanı & Bulut Sistem: Bilgilerinin bulunduğu bilgi sistemidir. Yetkili kullanıcılar sisteme erişim sağlamaktadır. Öğrencilerin kişisel bilgileri, ders bilgileri, sınav notları, sosyal aktivite bilgileri akademik takvim yer alabilir.

NFC Özelliği Olan Akıllı Telefon: Son dönemlerde piyasaya çıkan akıllı telefonlarda NFC özelliği bulunmaktadır.

NFC Kartı: Yakın mesafeden veri aktarmak için kullanılan bir teknolojidir. En önemli özelliklerinden biri işlemleri başlatması için tetikleme yapmasıdır. NFC okuyucu özelliği olan cihazlarda kullanılır (Karabulut Z. E. 2018: 12-15)

NFC Kart Okuyucu: NFC kartını okuyan, kartın tanımlanması ve ID işlemlerini yapmak NFC kart okuyucuları için bir teknolojidir. USB 2.0 bağlantısı ile çalışmaktadır. Android, Linux ve Windows 95/98/2000/XP/7/8/8.1/10 tak çalıştır özelliği bulunmaktadır. M-19 NFC Okuyucu, ISO14443A Protokolünü kullanır. Lojistik işlemleri, personel tanımlama, erişim kontrolü, üretim süreçleri, kontrol sistemleri vb. birçok uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır. IC Kart, Mifare, NFC, HF, Ntag213, Ntag215 tiplerini destekler. 10 bitlik kart bilgisi okumaktadır (Karabulut Z. E. 2018: 12-15).

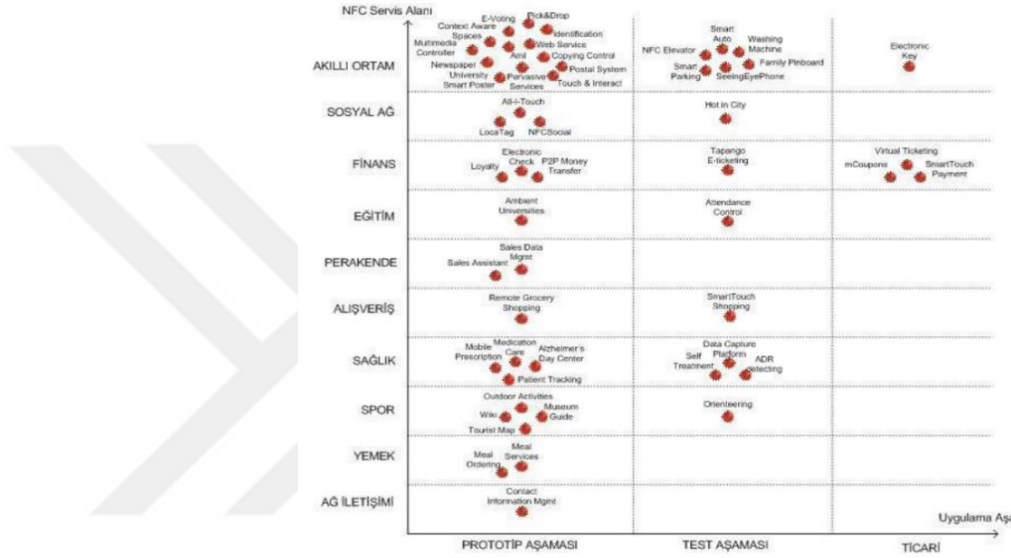
İnternet: İki sistemin haberleşmesi için, akıllı telefon ve veri tabanı kullanılarak bir internet bağlantısının olması gerekmektedir.

Ödeme Sistemlerinde NFC Kullanımı: NFC teknolojileri incelendiğinde, daha çok ödeme sistemlerine uygun olduğu ve kullanıldığını görmekteyiz. NFC ile mobil ödeme sistemi için akıllı telefonların NFC özelliğinin olması gerekmektedir. NFC özelliği olan cihaz üreticileri, güvenlik ve yazılım amaçlı güncellemeler yayınlarlar. Bu duruma OTA Over The Air (Şebeke Üzeri) güncellemesi denilmektedir (Özdenizci ve Diğerleri 2011: 6).

Yakın Alan İletişim Teknolojisinin Geleceği; Uluslararası çalışmalar incelendiğinde, ödeme sistemleri, Mobil Uygulamalar ile ilgili NFC teknolojileri çalışmaları yapıldığı görülmektedir. NFC'nin gelişmesinde akıllı telefonlar, kablosuz iletişim araçları önemli rol aldığı söylenebilir. Operatörler ve bankalar gibi işletmeler

ödeme sistemlerinde NFC teknolojisini kullanmaktadır. Şekil 11’de kullanımı giderek artan bir teknoloji olduğu görülmektedir. Şekil 11’de NFC nin uygulama alanları gösterilmektedir. Aşağıda yer alan bazı NFC sistemleri; (Sevim, E. 2018: 20).

- Mastercard NFC’li Paypas uygulamasını çıkardı.
- Dubai toplu ulaşım biletlerinde NFC kullanmaya başladı.



Şekil 11. NFC Uygulamalarının Alanlara Göre Dağılımı

Kaynak: (Özdenizci ve Diğerleri 2011: 6).

1.1.7. Geliştirici Kartlar

1.1.7.1. Arduino Kartları ve ESP8226

Arduino, projeler geliştirmek için kullanılan mikrodenetci bir karttır. Kullanımı ve temini kolay olan bu kart üzerinde USB, analog ve dijital pinler, çeşitli komponentlerin takılabileceği birçok pin yer almaktadır. Bu pinler kartın yapısına göre değişir. Arduino kartlarını incelediğimizde, USB portu, 5 Volt gerilim ile kartın çalışmasını sağlar. Diğer enerji jack'dır. Bu jack girişi 7 – 12 Volt gerilim ile çalışmaktadır. Arduino kartı açık kaynak çalışan bir yapıya sahiptir. Her kartın pin sayısı farklıdır. Arduino kartlarında işlemci, ram gibi özellikler bulunmaktadır. Arduino kartları birer mikro denetçidir. Piyasada 30'un üzerinde farklı modelleri bulunmaktadır. Bu kartların sayısı, teknolojinin gelişmesiyle giderek artmaktadır. En çok tercih edilen Arduino modelleri ve ESP8226 aşağıda yer almaktadır (H. Gökçe, 2021: 32-36).

Arduino Uno: En çok tercih edilen kart çeşididir. Genel projelere daha çok uygundur. Akıllı ev sistemleri, uzaktan kontrollü araba, çizgi izleyen robot gibi birçok projede kullanılan en temel karttır. Arduino Uno modelinin üzerinde 14 adet dijital 6 adet analog I/O giriş çıkış bulunmaktadır. Küçük modellerden farklı olarak üzerinde harici güç beslemesi yapabilmeniz için bir jack girişi barındırmaktadır.

Arduino Mega: Uno kartına göre üzerinde daha fazla giriş ve çıkış pinlerinin yer aldığı, daha kapsamlı projelerde kullanılabilecek bir karttır.

Arduino Nano: Az yer kaplayan küçük bir kart çeşididir. Kart, fiziki açıdan daha küçük yerlerde muhafaza edilmesi gereken projelerde tercih edilir.

Lilypad: Giyilebilir projeler geliştirmek için kullanılmaktadır. Canlılar üzerinde yapılacak olan projelerde kullanılır.

Arduino YUN: Üzerinde Ethernet, Wi-Fi modülü, Atmega mikroişlemci ve Linux mikroişlemci bulunmaktadır. Host özellikli vardır. Linux işlemciye bağlı bir USB portu bulunur. Kart hafızası harici bellek ile de kullanılabilir. Kapsamlı projeler için idealdir.

Arduino ile neler yapılır: Tüm elektronik projelerde kullanılabilir. Akıllı ev, akıllı tarım, güvenlik sistemleri, robot kol, haberleşme sistemleri gibi birçok proje yapılabilmektedir.

ESP8226 Geliştirme Kartı: IoT uygulamaları geliştirmek için kullanılabilecek ideal bir mikrokontrolcüdür. Üzerinde Wi-Fi modülü bulunmaktadır. Birçok projede kullanılabilir.

Arduino Kartları Nasıl Programlanır: Arduino kartları, C ve C++ gibi programlama dilleriyle çalışmaktadır. Arduino IDE Arayüzü kullanılarak Arduino kartlarını programlayabilir (H. Gökçe, 2021: 54-55).

ThingSpeak: IoT cihazlarının topladıkları verileri web üzerine aktaran ve bu verileri kullanıcılar tarafından okunmasını sağlayan açık kaynaklı bir yazılım

teknolojisi'dir. Ruby diliyle yazılmıştır. Verilere bir API verilerek, internet aracılığı ile verilerin web sayfalarına aktarılır.

1.1.7.2. Sensör Kullanımı ve Çeşitleri

Canlılardan ve doğal ortamdan veri toplamayı sağlayan elektronik kartlara sensör denir. Arduino ile kullanılan 200'ün üzerinde sensör bulunmaktadır. Bu sensörler ortamlardan aldıkları verileri, internet alt yapısı kullanarak veri tabanlarına iletirler. Donanım bazlı birçok sensör bulunmaktadır. Yazılım tabanlı sensör çeşitleri günümüzde yerini almaya başlamıştır. Sensörler, analog ve dijital olarak sınıflandırılır. Şimdi sensör çeşitlerini inceleyelim; (H. Gökçe, 2021: 40-44).

Elektriksel sensörler: Voltaj, akım, direnç, endüktans, kapasitans, dielektrik katsayısı, polarizasyon, elektrik alanı, frekans gibi ölçümleri yapar.

Işıma sensörleri: Yoğunluk, dalga boyu, polarizasyon, faz, yansıtma, gönderme gibi ölçümleri yapar.

Kimyasal sensörler: Yoğunlaşma, içerik, oksidasyon/redaksiyon, reaksiyon hızı, pH miktarı gibi ölçümleri yapar.

Manyetik sensörler: Alan yoğunluğu, akı yoğunluğu, manyetik moment, geçirgenlik gibi ölçümleri yapar.

Mekanik sensörler: Uzunluk, alan, miktar, kütleli akış, kuvvet, tork, basınç, hız, ivme, pozisyon, ses dalga boyu ve yoğunluğu gibi ölçümleri yapar.

Termal sensörler: Isı akışı ve sıcaklık gibi ölçümleri yapar.

Arduino projelerinde en çok tercih edilen sensörler;

Mesafe sensörleri, Ultrasonik, PIR, Kapasitif, Endüktif, Kızılötesi Optik

Kuvvet/Ağırlık/Basınç sensörleri

Eğim sensörleri, Flex, Lineer/Esnek Potansiyometre

Manyetik sensörler, Hall effect, reed röle

Sıcaklık/Nem/Su Seviyesi sensörleri, NTC, PTC, Yağmur Sensörü

Ses sensörleri, Dinamik/Kapasitif/Şeritli/Kristal/Karbon Tozlu Mikrofon

Işık/renek sensörleri, LDR, RGB, UV, Fototransistör, Fotodiyot

1.1.8. IoT ile İlgili Literatür Araştırmaları

Literatürde yer alan IoT, savunma, sağlık, üretim, akıllı şehir ve akıllı tarım üzerine çalışmalar yapılmıştır. Eğitim alanında, IoT teknolojileriyle ilgili çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Türkçe kaynaklar incelendiğinde IoT, okul idareci ve öğretmenler üzerinde teknoloji kullanımı çalışmaları yapılmıştır. IoT teknolojileriyle ilgili, Türkiye ve diğer ülkelerdeki yer alan bazı çalışmalar aşağıda yer almaktadır.

Can ve diğerleri, (2016: 2-4) çalışmasında IoT sensörlerden oluşan, internet altyapısını kullanarak birbirine bağlanan ekosistem olarak tanımlanmaktadır. Sağlık alanında IoT sisteminin kullanılması hem sağlık personeli hem de hasta tarafından daha iyi sonuçlar vermesi ön görülmektedir. Sağlık alanında kullanılan medikal cihazların IoT teknolojilerini kullanarak web sayfalarına güvenli bir şekilde alınan bilgileri aktaran bir sistem önerisidir. Böylece sağlık alanında hasta bilgilerinin sağlık personeline daha hızlı ulaşması hedeflenmektedir.

Gökrem ve Bozuklu, (2016) çalışmasını incelediğimizde IoT teknolojilerinin birçok alanda çalışmalarının olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar Sağlık, üretim, güvenlik, tarım, lojistik, akıllı ölçüm, coğrafi bilgi sistemleri, akıllı şehir, su yönetimi, enerji yönetimi, endüstriyel çalışmalar, alışveriş gibi alanlarda yapılan çalışmaları incelemiştir.

Abbasy ve diğerleri, (2017: 3-4) yüksek öğrenimde IoT'nin öngörülebilir etkisini belirlemek için, istatistiksel bir çalışma ile birlikte teorik bir analiz gerçekleştirmişlerdir. Teorik ve istatistiksel sonuçlar, öğrenme ve yönetme faktörleri açısından eğitim ekosisteminde IoT'nin göz ardı edilemez etkisini göstermiştir. IoT gibi ortaya çıkan teknolojilerin dijital dünyada hızla geliştiği ve geleneksel eğitim sistemini, çok sayıda fiziksel ve sanal etkileşimli nesnenin bir araya geldiği bir topoloji ile ölçeklenebilir, hızlı dinamik değişikliklerle uyarlanabilir, esnek ve daha verimli bir E-öğrenme haline getirdiği belirlenmiştir. Nesnelerin internetinin, bağlantılı nesnelerden elde edilen verilerin incelenmesine dayalı olarak öğrencilerin özel eğitim ihtiyaçlarını tahmin

edebilen ve belirleyebilen akıllı E-öğrenme sistemlerinin geliştirilmesini mümkün kılacağı öngörülmüştür.

Çakmak ve Mercan, (2017: 1) çalışmasında, Yaşlı tarım işçileri için küçük giyilebilir bir modül tasarlanmış ve üretilmiştir. Tasarlanan bu modül ortamdan aldıkları bilgileri internet üzerinden gerekli yerlere ileterek çalışan çiftçilerin sağlık bilgileri ve yerleşim yerlerinden uzak tarım alanlarda kontrol edilmesi sağlanmıştır. Bu modül ile çalışan yaşlı çiftçilerin kişisel olarak sıcaklık, nem, basınç ivme ve ışık bilgileri alınarak takip edilmesi sağlanmıştır. Tarlada çalışan yaşlı çiftçilerin anlık olarak sağlık ve konum bilgileri alınarak durumları kontrol edilmektedir. Bu çalışmada IoT teknolojileri tarım sektöründe kullanılabildiğini göstermektedir.

Özdemir ve diğerleri, (2018: 18) çalışmalarında 2014-2018 yılları arasında IoT ile ilgili farklı alanlarda yapılan çalışmalar incelenmiştir. Yapılan literatür taramasında IoT teknolojilerinin birçok alanda kullanıldığı görülmektedir. IoT teknolojileri, nesnelerin konum ve süre kavramlarını ortadan kaldırmıştır. IoT teknolojilerinin yeni teknolojiler geliştirmek için temel yapı taşı oluşturabileceği görülmektedir. IoT teknolojilerin kullanımı ile gelen yeni bakış açıları oluşturulabilir, farklı disiplinler ile gelişime açık olduğu da görülmektedir. IoT teknolojileri üzerine çalışmalar yapmak isteyenlere iyi bir literatür taraması olmaktadır.

Raıkar ve diğerleri, (2018: 2) çalışmasında mühendislik eğitiminde IoT'nin kullanımını belirlemek için bir kursu, kurs içeriğinin ana hatlarını, kurs çıktılarını ve sunum yöntemini tartışılmıştır. IoT kullanılan eğitimi alan mühendislerde çözümlerin tasarımı/geliştirilmesi, modern araç kullanımı, Mühendis ve Toplum, yaşam boyu öğrenme ve Ulusal Akreditasyon Kurulu (NBA) tarafından belirlenen ağ mühendisliği alan bilgisi alanlarında daha yüksek çıktılar elde edildiğini göstermişlerdir.

Fazla ve Gezgin, (2019: 7) çalışmalarında yükseköğretimde nesnelerin internetiyle ilgili 2010 – 2019 yılları arasında TR Dizin, EBSCO, Scopus, ELSEVIER, Springer veri tabanlarında yayınlanmış makaleler ve bu yıllar arasında gerçekleştirilmiş uluslararası konferanslarda sunulmuş ve tam metni yayınlanmış bildirileri incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda IoT ile ilgili bazı sorun ve kısıtlamalar olduğunu belirlemişlerdir. En önemli sorunların güvenlik zafiyeti, “üniversitelerin IoT

teknolojisinin eğitim sektörüne önerdiği tüm değişiklikleri ve yenilikleri kabul edememesi ekonomik sorunlar, altyapı yetersizliği, eğitimcilerin ve öğrencilerin yeni teknolojilerin kullanımı hakkında yeterli bilgiye sahip olmamaları” olduğunu belirlemişlerdir.

Ersin ve diğerleri, (2019: 2) çalışmasında askeri amaçlı bir IoT uygulaması yapılmıştır. Bu çalışmada savunma alanında, askeri personelden konum, sıcaklık, nem, ışık verilerini alınarak internet üzerinden yetkili birimlere aktarılmaktadır. Bu sayede askeri personelin operasyon ortamının ve askeri personelin izlenmesi sağlanmaktadır. Yapılan çalışma geliştirilmeye müsait ve maliyet açısından uygundur. Uygulamada Wemos mikrodenetçi ve sensör teknolojileri kullanılmıştır.

Aydın ve diğerleri, (2021: 1) çalışmalarında “Internet of Things ve education anahtar kelimeleriyle Web of Science ve ERIC veri tabanlarında eğitime etkisinin doğrudan gözlemlenebildiği” 131 çalışmayı incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda IoT’nin en fazla laboratuvar, e-öğrenme, mühendislik eğitimi ve her yerde öğrenme uygulamaları kapsamında kullanıldığını belirlemişlerdir. Ayrıca bu IoT uygulamalarında en fazla alt ağlardan, akıllı cihazlardan, modüllerden ve sensörlerden faydalandığını saptamışlardır.

Tablo 3: Eğitimde IoT’ un Etkisi ile İlgili Çalışmalar

	Abdel-Basset vd., (2018)	Ahad vd., (2018)	Al-Emran vd., (2020)	Bakla (2019)	Gómez vd., (2013)	Gul vd., (2017)	Heinemann & Uskov (2017)	Kassab vd., (2020)	McRae vd., (2018)	Marquez vd., (2016)	Moreira vd., (2017)	Prasanna (2017)	Ramlawat, & Pattanayak (2019)	Roy vd., (2016)	Ullah vd., (2018)
Her yerde öğrenme (“ubiquitous learning”) ortamları sağlamak	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Öğrenci-içerik etkileşimini artırmak	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓		✓
Bilgisayar bilimleri kavramlarını (computer science concepts) ve programlamayı öğretmek			✓		✓	✓							✓		
Öğrenci verilerini (learning analytics) kullanmak	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Akıllı eğitim ortamları tasarlamak (smart learning enviroment)	✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓				
Uzaktan etkileşim imkânı sağlamak	✓					✓	✓	✓			✓	✓		✓	

Kaynak: (Aydın ve diğerleri. 2021: 3).

Taş ve Kıanı, (2021: 5) çalışmasında IoT cihazlarının haberleşmeleri için internet, Bluetooth, Wi-Fi gibi bağlantı türleri kullanılmıştır. IoT cihazlarının veri alışverişi sırasında bazı zorluklar yaşadığı görülmektedir. Bu zorluklar sınırlı hafıza, sınırlı süre ve sınırlı batarya olarak ortaya çıkmaktadır. Bazı IoT cihazlarının kritik görevlerde kullanılması, bu cihazlara siber saldırıları tehditlerini de beraberinde getirmiştir. IoT cihazlarının güvenliği geleneksel yollarla olmadığı da bu çalışmada görülmektedir. Bu çalışmada IoT cihazlarına yapılan siber saldırılar ve saldırı türleri incelenmiştir. Bu siber saldırılar, veri tabanı saldırıları, DDos saldırıları, MQTT saldırıları, zararlı yazılım saldırılarının yapıldığı görülmektedir. Bu saldırıların IoT katmanları, hedef ve performans yönelimli saldırılar ve katman saldırıları olarak 3 genel saldırı türü olduğu görülmektedir. IoT cihazlarına yapılan saldırı türleri incelenmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur.

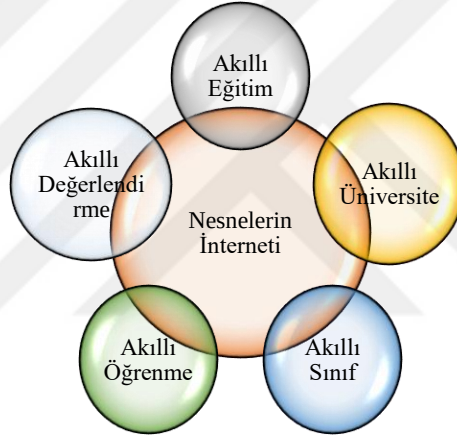
Yıldırım ve diğerleri, (2021: 3) IoT bileşenleri, katmanları ve saldırıları konulu çalışmasında IoT teknolojisinin sensörler yardımıyla topladıkları bilgileri internet altyapısını kullanarak bulut sistem üzerinde saklayıp, bu saklanan bilgileri kullanarak daha iyi sonuçlar almayı hedeflemektedir. IoT teknolojilerinin birçok alanda kullanıldığı bilinmektedir. IoT cihazları arasında haberleşme sağlarken HTTP, DDS, MQTT, XPP gibi birçok protokolü kullanmaktadır. Bu protokollerin güvenlik açıkları ve saldırı türleri incelenmiştir. IoT teknolojisinin kullanıldığı tüm alanlarda IoT bileşenleri, katman yapısı, güvenlik saldırıları incelenmiş ve bu güvenlik saldırılarına çözüm önerileri getirilmiştir. IoT teknolojilerine yapılan saldırıların genel olarak protokollere yapıldığı görülmektedir.

Alkan ve Kırbaş (2022: 1-2) Türkiye’de IoT alanında yazılmış yüksek lisans tezlerinin incelenmesi çalışmasında, ülkemizde 2017-2021 yılları arasında yazılan yüksek lisans IoT tezleri üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir. Toplam 90 tez yazılmıştır. Bu tezler arasında sağlık, akıllı ev, akıllı şehir uygulamaları en çok çalışılan konular olduğu görülmüştür. Sağlık alanında yapılan çalışmaların sayısı diğer çalışma konularına göre giderek artmaktadır. Kalkınmanın, ekonomik özgürlüğün en önemli unsurlarından birinin eğitim olduğu bilinmektedir. IoT çalışmalarının eğitim konuları üzerine çalışmalarında artması beklenmektedir. Yapılan çalışmaların eğitim alanında yetersiz olduğu görülmektedir. Yapılan çalışma IoT konulu araştırmacılara iyi bir kaynak sunmaktadır.

1.1.8.1. IoT Teknolojileri ile Yapılan Akıllı Eğitim Çalışmaları

IoT, her nesneyi akıllı bir varlığa dönüştürerek yaşamın her alanının bakış açısını değiştirmektedir. Akıllı eğitim, akıllı üniversite, akıllı sınıf, akıllı öğretim ve akıllı öğrenmeden akıllı değerlendirmeye kadar akıllıca geçtiği gerçek bir zincirle karşılaşılan eğitim ortamı için de geçerlidir.

Şekil 12 de akıllı eğitim ortamının IoT teknolojileri etrafında yer aldığı görülmektedir. Bulut bilişim, büyük veri ve IoT gibi akıllı teknolojiler, eğitimi akıllı eğitime dönüştürmeyi mümkün kılar ve akıllı bir eğitim ortamının oluşturulmasında önemli bir rol oynar (Zhu ve diğerleri, 2016: 11).



Şekil 12. Akıllı Eğitim Ortamı
Kaynakça: (Mircea ve diğerleri, 2021: 4).

Akıllı eğitimin amacı, işgücüne toplumun zorluklarıyla başa çıkmasını sağlayacak 21. yüzyıl bilgi ve becerilerini sağlamaktır. Akıllı eğitimin başarısı, algılama cihazlarından, kullanıcı uygulamalarından ve iletişim bağlantılarından oluşan bir IoT altyapısına dayanır (Elsaadany ve Soliman, 2017: 3).

IoT'nin eğitim ortamında kullanılması, eğitim sürecinin kalitesinin artmasıyla sonuçlanacaktır, çünkü öğrenciler daha hızlı öğrenecek ve öğretim kadrosu öğretim faaliyetlerini gerçekleştirebilecektir (Mohanty, 2019: 5).

Koper (2014: 1), akıllı öğrenme ortamlarının, daha iyi ve daha hızlı öğrenmeyi teşvik etmek için dijital, bağlama duyarlı ve uyarlanabilir cihazlarla zenginleştirilmiş fiziksel ortamlar olarak tanımlandığını öne sürmüştür.

Hwang (2014: 3,6), Akıllı bir öğrenme ortamının potansiyel kriterlerinin bağlama duyarlı, öğrencilere anında ve uyarlanabilir destek sunabilme ve öğrenen arayüzünü ve konu içeriklerini uyarlayabilmeyi içerdiğini belirtmiştir. Akıllı öğrenme ortamı, öğrencilerin kaynaklara erişmelerini ve öğrenme sistemleriyle her zaman ve her yerde etkileşim kurmalarını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda onlara doğru biçimde, doğru zamanda ve doğru yerde gerekli öğrenme rehberliğini, önerilerini veya destekleyici araçlarını sağlar. Akıllı öğrenmenin net ve birleşik bir tanımı yoktur. Çok disiplinli araştırmacılar ve eğitim uzmanları sürekli olarak akıllı öğrenme kavramını tartışmaktadır (Hwang, 2014: 12). Akıllı cihazların kullanımı ile öğrenme her zaman ve her yerde gerçekleşebilir. Bağlama duyarlı yön, öğrencilere uygun öğrenme hizmeti sunmayı destekleyebilecek akıllı öğrenme ortamlarında önemli bir rol oynar. Bulut bilişime dayalı akıllı bir öğrenme ortamı tasarlamıştır. Akıllı öğrenme hizmeti, öğrencilerin davranışlarını toplayarak ve analiz ederek akıllı öğrenme içeriğini öğrencilere iletmeyi destekleyen bağlam farkındalığı sağlar. Öğrencilere kişiselleştirilmiş ve özelleştirilmiş öğrenme hizmetleri sunmayı amaçlar semantik web ve her yerde bulunan hesaplamaya dayalı, öğrenen merkezli ve hizmet tabanlı bir akıllı öğrenme ortamı oluşturmuştur. Öğrenme ortamı, bağlam farkındalığı ve gerçek zamanlı öğrenme hizmetleri aracılığıyla geleneksel öğrenme alanlarını akıllı ortam öğrenme ortamlarına dönüştüren her yerde bulunan işbirlikçi öğrenme alanlarından oluşur (Scott ve Benlamri, 2010: 4).

Akıllı Üniversite/Kampüs: Akıllı üniversite, yenilikçi kavramları, akıllı donanım ve yazılım kavramlarını, en son teknolojiyle donatılmış akıllı sınıfları, modern ve akıllı öğretme ve öğrenme stratejilerine dayalı eğitim süreçlerini bütünleştirir (Uskov ve diğerleri, 2018: 40).

Akıllı Öğretim: Akıllı öğretim, özellikle içeriğin çeşitli elektronik cihazlar aracılığıyla iletilme biçiminde geleneksel öğretimden farklıdır. Ayrıca, içerik 7/24 erişime açık ve öğrenme uyarlanabilir. Algılama cihazları aracılığıyla IoT, uyarlanması ve uyarlanması gerektiği için öğretim sürecini zorlu bir deneyime dönüştüren, farklı öğretim yaklaşımlarını içeren ve öğrenme zorluklarıyla karşı karşıya kalan öğrencilere hitap eden gerçek dünyaya erişim sunabilir (bozuk görme, işitme veya hareket ve hiperaktivite bozuklukları) (Savov ve diğerleri, 2019: 5). Akıllı öğretim kapsamında

yapılan bir çalışma IoT'nin bir uygulamasında, öğrenciler için öğrenme deneyimini geliştirmeyi amaçlayan ters yüz edilmiş sınıflar fikri kullanmıştır. Ters yüz sınıf, öğrencilere içeriği evde gözden geçirebilmeleri için video veya diğer formatlarda ders materyallerinin sağlandığı bir kavramdır. Kampüste öğrenciler genellikle ev ödevi olarak yaptıkları işleri tamamlarlar. IoT uygulamasıyla ters yüz sınıf, öğrencilerin ders materyallerine her yerden ve her zaman erişebilecekleri IoT Flipped sınıfa dönüştürülerek konu ve konu seçme esnekliği sağlanmıştır. 80 lisans öğrencisiyle yapılan bir deneyde YouTube üzerinden bir video sağlanmıştır. Dönem sonunda, öğrencilerin çoğu, %25,7'si kesinlikle katılarak, ders materyali yerine video olarak sağlanan çalışma materyali konusunda hemfikir olmuştur. Ayrıca, IoT özellikli ters yüz sınıflara katılan öğrenci performansında da bir iyileşme olmuştur (Zhamanov ve diğerleri, 2017: 3).

Akıllı Öğrenme: elektronik cihazların aracılık ettiği uyarlanabilir bir öğrenme sürecidir Akıllı öğrenme, özünde öğrencileri ve içeriği olan bir çalışma süreci olarak tanımlanmaktadır. Daha az cihaz odaklıdır ve etkinliği, akıllılığı ve uyarlanabilirliği BİT yapısına bağlıdır. IoT tabanlı e-öğrenme uygulamaları, özellikle sanal bir sınıfın yerleştirilmesi ve hem yerel hem de küresel olarak rekabetçi bir öğrenme ortamı yaratılması açısından çok önemlidir. Öğrenciler deneylerde yer almak, veri toplamak, atanmak ve ödev göndermek veya öz değerlendirme için dünyadaki herhangi bir laboratuvara veya kütüphaneye bağlanabildiklerinden IoT ayrıca çevrimiçi kendi kendine öğretmeyi de teşvik eder (Mohanty, 2019: 4).

Akıllı öğrenmede akıllı gözlük gibi çeşitli IoT uygulamaları yapılabilmektedir. Akıllı gözlükler, çeşitli alanlarda insanları ve makineleri birleştirmeye yardımcı olmuştur. Bir çalışmada yazarlar akıllı gözlüklerin eğitim sektöründeki olası uygulamalarını tartışmışlardır. Yazarlar hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin etkili bir şekilde etkileşime girebileceği gerçek zamanlı bir deneyime sahip olmak için artırılmış gerçeklik ve sanal gerçekliği entegre etmek gibi akıllı gözlükler için IoT tabanlı uygulamalarda çeşitli görüşlere sahiptir. Akıllı gözlüğün yetenekleri, devam eden derslerin belgelenmesini ve internet üzerinden buluta yüklendiğinde daha sonra referans verilmesini mümkün kılmıştır. Akıllı gözlükler bir akıllı nesneler ağına bağlı olduğundan, ağ üzerinden toplanan tüm bilgileri sağlayacaktır. Toplanan bilgiler, sahadayken gözün

önünde içgörüler ve raporlar sağlamak için işlenir. Kamera sistemleriyle donatılmış akıllı gözlükler, video ve ses yakalamak için de kullanılabilir. Akıllı gözlük kullanmanın ilginç fikirlerinden biri, öğretim sırasında öğrencilerin durumunu belirlemek olabilir. Akıllı gözlükler, anlatımla ilgili çok küçük ayrıntıları yakalayabilir ve belirli bir zamanda öğretim yapılırken ne tür stratejilerin kullanılacağını belirleyebilir. Akıllı gözlükler, yapay zekâ ve makine öğrenimi yardımıyla öğrencilerin konsantrasyon seviyeleri, belirli bir mesafeden dinlenen ses miktarı vb. mevcut durumlarını aktarabilmekte ve öğretmenler öğretim metodolojilerini verimli bir şekilde ayarlayabilmektedir (Kumar ve diğerleri, 2018: 3-4).

Akıllı Değerlendirme: Çoktan seçmeli testlere veya bilginin geliştirilmesine dayanan geleneksel değerlendirme çerçevesini aşar. Akıllı bir bağlamda değerlendirme, ICT'ye dayalı kaçınılmaz bir süreç haline gelir ve gerçek bir IoT ekosistemi bağlamında gelişir. Modern öğrenme sistemleri, öğrencilerin davranışlarını çevrimiçi öğrenmenin değerlendirme stratejilerinde yakalayabilecek yeterli araçları entegre etmelidir. IoT cihazları, eğitimin değerlendirilmesinde esas olan bir öğrencinin odağını ölçmek için kullanılabilir (Farhan ve diğerleri, 2018: 8).

Akıllı eğitim ayrıca, yeni değerlendirme yöntemlerine ve/veya değerlendirme stratejilerinde dikkate alınacak diğer unsurlara yardımcı olan yeni öğretme ve öğrenme türlerini de içerir. Akıllı değerlendirme, sahtekarlığı, intihal tespit etmek için araçları/yöntemleri ve öğrencilerin yalnızca bir sınavda bilginin içselleştirilmesini taklit edebilecek alıştırma çözümlerini ezbere öğrendikleri durumları içermelidir. Sorulara verilen cevaplara göre şekillendirilen ve öğrencinin en sevdiği öğrenme stilinde sunulan uyarlanabilir akıllı öğrenci değerlendirmeleri oluşturmak da mümkündür. Böyle bir değerlendirme, öğrencilerin bilgilerine, onları anlama ve uygulama biçimlerine, yeteneklerine ve öğrenme stillerine ilişkin araştırma yapılmasına olanak sağlayacaktır. Öğretim etkinliği sırasındaki simülasyonlar, önemli bir akıllı değerlendirme bileşeni ve aynı zamanda potansiyel bir öğrenme yöntemidir (Averill ve diğerleri, 2020: 11).

Başka bir bakış açısından bakılacak olunursa; her birey farklıdır ve bir sınavda adil bir değerlendirmeye sahip olmak için, her birine adil ve gerekli bir sınav süresi verilmelidir. Sınav sırasında çeşitli kişilerden toplanan veriler, güçlüklerle karşılaşan

öğrencilerin davranışlarını anlamak için işlenebilir. Bir çalışmada araştırmacılar, veri toplamak için Kapasitif sensörler kullanarak IoT'yi sürece entegre ederek bu kavram hakkında daha fazla araştırma yapmıştır. Yazarlar, el hareketlerini kaydetmek için el hareketi algılama kavramını kullanmışlardır. Sistem, sensörler tarafından toplanan verileri HTTP çağrılarını aracılığıyla bir web sunucusuna göndermiştir. Toplanan veriler, öğrencilerin soruyu çözmek için harcadıkları süre ve soruların çözümlerinin doğruluğu ile ilgili analitik verileri elde etmek için işlenmiştir. Sistem çalışmış ve IoT'nin entegrasyonu, analitik bilgilerin üretilmesine yol açmıştır. Öte yandan öğrencilerin performanslarını doğrudan etkileyen zaman ve doğruluk analizi kavramı, öğrencilerin karşılaştıkları ve öğretmenlerin bilmediği sorunları tespit etmede faydalı olacağı için ilgi çekicidir. Ayrıca bu sorunların düzeltilmesine yardımcı olabilir (Xheladini ve diğerleri, 2017: 5).

Akıllı Sınıf: Akıllı sınıf, dijital ekranlar, projeksiyonlar, internet bağlantılı cihazlar gibi elektronik cihazlara dayalı tüm eğitim etkinliklerini barındıran yerdir (Shrinath ve diğ., 2017: 1).

IoT tabanlı öğrenme sistemleri, rahatsızlıkları olan öğrencilerin kendi evlerinin rahatlığında öğrenmelerine, işitme engellilerin ses dosyalarını metin dosyalarına, görme sorunu yaşayan öğrencilerin ise metin dosyalarını ses dosyalarına dönüştürmelerine olanak sağlamaktadır. IoT'nin engellilerin ihtiyaçlarının bir kısmını karşılayabileceği anlamına gelir. IoT, engelli insanları desteklemede önemli bir rol oynar ve bu esas olarak bağlantı üzerine kuruludur (Hollier ve diğerleri, 2017: 26-31).

Akıllı sınıf, esneklik, veri iletişimi, gelişmiş düşünme yetenekleri, etkileşim ve eğitim içeriğinin paylaşılması gibi avantajlarla birlikte gelir (Tiwari, 2017: 4).

Akıllı sınıflarda bir alan tasarlamının önemli bir parçası, ekipmanıdır. İlk olarak, masalar, sandalyeler, sıralar, bölmeler, kalemler vb. gibi geleneksel analog öğeler vardır. Ardından PC'ler, projeksiyonlar, ses ve konferans sistemleri gibi teknolojiler ve akıllı telefonlar vardır. Bu akıllı cihazlar arasında akıllı kalemler, tabletler, 3D yazıcılar, akıllı telefonlar, akıllı TV'ler, elektrikli duvarlar, akıllı tahtalar ve temiz hava almak için otomatik olarak açılan akıllı pencereler yer alır. (Freigang, 2021: 2). Burada yer alan

cihazların eşit şekilde etkileşime girmesine izin verecektir. Bu, sınıfta akıllı ekran paylaşımı, erişim ve etkileşim yeteneklerinin geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca sıralara yerleştirilen sensörler ve biyometrik tarayıcılar ile sınavların modernize edilmesinin yanı sıra yorucu devam sürecinin yerine yeni olanaklar getirmektedir. Daha sonra dijital ortamda saklanan içeriklere ulaşarak analiz ve edilebilir. Ek olarak, veriler, içgörü sağlamak için algoritmalara ve yapay zekâ tekniklerine beslenebilmektedir (Arora ve Haniharan, 2019: 1-2).

Akıllı Sıra: İngiltere’de bulunan Durrham Üniversitesi tarafından akıllı sıra çalışmalarında ilköğretim öğrencileri üzerinde uygulanmış, kâğıt ve kalem kullanan öğrencilere göre daha başarılı oldukları görülmüştür. Durham Üniversitesi uzmanları tarafından geliştirilen çoklu dokunmatik sıralar, öğrencilerin interaktif bir şekilde eğitim almasını sağlamaktadır. Akıllı sıra sayesinde öğretmen ve öğrenciler gruplar halinde dijital ortamda çalışmalar yapmıştır (Singh ve ark. 2022:3).

Akıllı Kalem: Akıllı kalem şekil olarak normal kalemlere benzemektedir. Konuşulan ortamda ses kaydedebilen, kaydedilen verileri akıllı tahta veya bilgisayara kolayca aktarılmasını sağlayan teknolojik bir cihazdır. Akıllı kalemin belli bir hafızaya sahip olması, şarj edilebilmesi, ses ve görüntü kaydının yapılabilmesi, akıllı cihazlarda çalışabilmesi gibi önemli özelliklere sahip teknolojik bir cihazdır (Olabisi ve David, 2013:1-2).

İKİNCİ BÖLÜM

IOT TEKNOLOJİLERİNİN KULLANIMI, FAYDALARI VE ZORLUKLARI

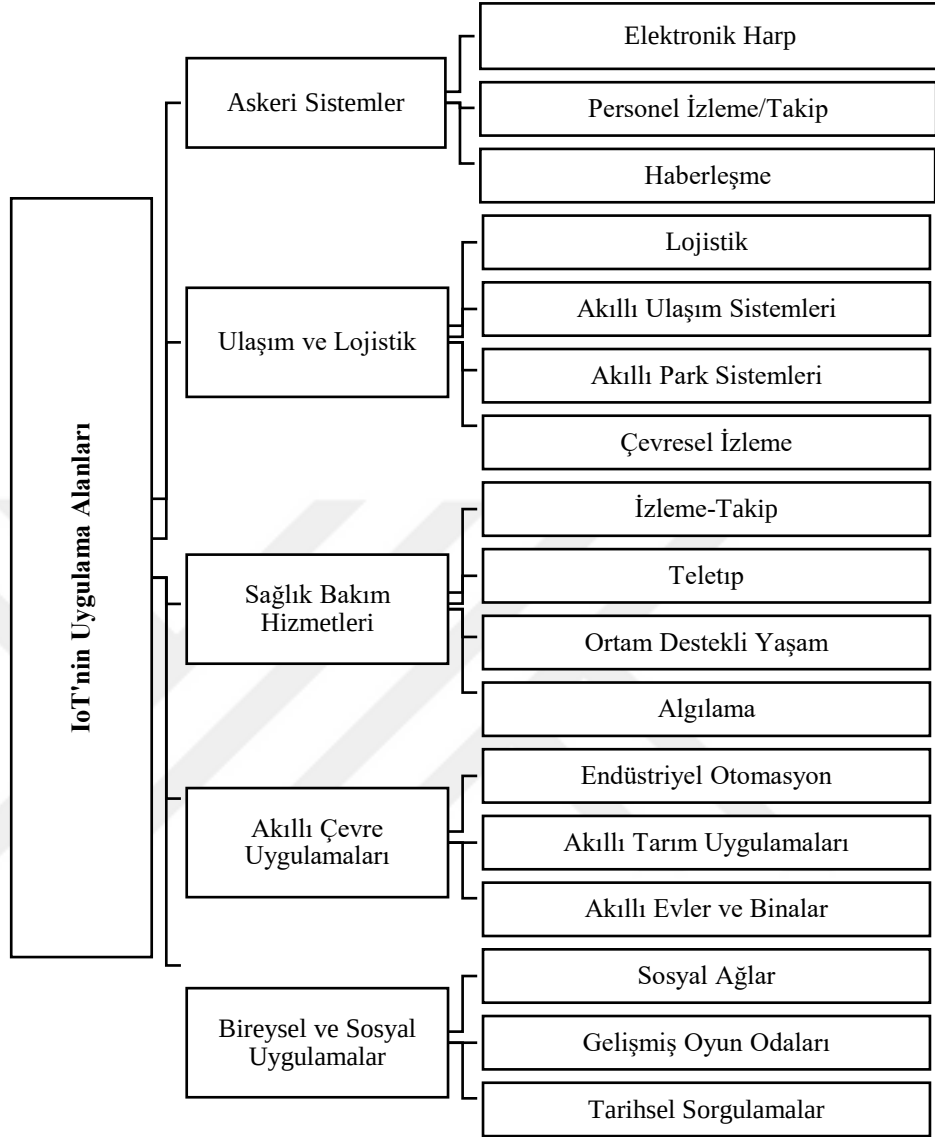
2.1. IoT Teknolojisinin Kullanım Alanları

Nesnelerin İnterneti, farklı birçok teknolojinin ürünüdür. IoT, ilk olarak 1991 Yılında Cambridge üniversitesinde çalışma yapan akademisyenlerin kahve makinasını görüntülemek için bir kamerayı bir bilgisayara bağlamalarıyla başlamıştır. İlk IoT çalışması kahve makinası görüntülerinin alınmasıyla başlamıştır. IoT teknolojilerinin geldiği nokta gelişmişlik düzeyi bir hayli yüksektir. Günümüzde IoT teknolojilerinin bazı kullanım alanları Şekil 13’de yer almaktadır (Akleyek ve diğerleri, 2020; 1).

IoT, tarım, imalat sanayi, ulaşım, sağlık hizmetleri, çevre izleme, akıllı binalar ve diğer birçok alan dahil olmak üzere çok çeşitli alanlarda uygulamalara sahiptir, IoT çerçevesinde geliştirilen uygulamalar, ağ kullanılabilirliği, kapsama alanı, ölçeklenebilirlik, heterojenlik, tekrarlanabilirlik ve kullanıcı katılımı ve etkisine göre sınıflandırılabilir. IoT, bu uygulamaların organizasyon yapıları arasındaki veri akışını iyileştiren önemli bir teknoloji olarak görülebilir. Şekil 13 IoT'nin uygulama alanlarını ve bunlarla ilgili bazı senaryoları göstermektedir (Khalil ve Özdemir 2017: 8).

2.1.1. Sağlık

IoT, sağlık hizmetlerinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Nüfus artışı, sağlık personeli yetersizliği, teknolojik gelişmeler sağlık alanında IoT kullanımını arttırmıştır (Hakverdi, 2021: 20). Bir hastanedeki hasta sayısını takip etmek, doğru ilaç için doğru hastayı belirlemek ve Teletıp yöntemleri IoT teknolojileri kullanılmaktadır. Görev planlamadan makine durumunun izlenmesine kullanılabilir. Bu tür senaryolarda, operasyonları izlemek için sensörler ağ bağlantılı bir üretim hattı boyunca her yerde bulunur. Ağ tarafından toplanan veriler, işlenmek üzere bir bilgisayara veya sunucuya gönderilir (Yalçınkaya ve Cibarioğlu, 2019: 7).



Şekil 13. IoT Teknolojilerinin Bazı Uygulama Alanları

2.1.2. Eğitim

Teknolojinin hızla gelişmesi, eğitimde teknolojinin de kullanılmasına olanak sağlamıştır. Akıllı sistemlerin eğitim kurumlarında kullanılmasına başlanmış ve bununla ilgili Akıllı Sınıf ve Öğrenci Takip Sistemi oluşturulmuştur. Bu sistemler IoT teknolojilerinin alt yapısı kullanılmıştır. IoT teknolojileri genel olarak iki farklı yapıdan oluşmaktadır. Yazılım ve Donanım olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır. Eğitim alanında bakıldığında donanım kısmı elektronik kart ve sensörler den oluşurken, öğrencilerden alınan bilgiler, sensörler aracılığı ile ilgili yazılım ve bulut sistemlerine kaydedilir ve bu teknoloji yazılım kısmını oluşturur. Yapılan tüm işlemler internet ve GPRS alt yapısını kullanır (Uludağ ve Uçar, 2018: 1).

Akıllı sınıf sistemi içinde, eğitim kurumlarının sensörlerden ve giyilebilir cihazlardan çok büyük miktarda veriyi daha kolay toplamasını ve bu verilere dayalı olarak anlamlı eylemler gerçekleştirmesini sağlamaktadır. Bu tür sistemler, öğrencilerin gömülü sensörler, QR kodları ve diğer teknolojileri kullanarak bir ortamı keşfetmelerine olanak tanımaktadır. Öğrenme materyallerine ve diğer bilgilere istedikleri zaman her yerden erişebilirler. Öğretmenler ayrıca öğretme ve öğrenmeyi geliştirmek için sınıflarda giyilebilir cihazlar ve akıllı telefonlar kullanabilir. Akıllı sınıf, farklı türde donanım ve yazılım modülleriyle donatılmış akıllı bir ortam olarak tanımlanabilir. Video projektörleri, kameralar, sensörler ve yüz tanıma algoritmaları, fiziksel ortamın farklı parametrelerini (Xie ve diğerleri, 2001: 3) veya öğrencilerin konsantrasyon, performans ve başarı gibi özelliklerini izleyen modüllerin örnekleridir (Mendell ve Heath, 2005: 1).

2.2. IoT Teknolojilerinin Depolama Alanları

IoT teknolojileri, 2020 yılı sonunda 50 Milyar cihaza ulaşıldığı bilinmektedir. Bu cihazlar sürekli veri üretmektedir. Bu sebeple IoT teknolojileri büyük yapıda depolama birimleri kullanmaktadır. Büyük yapılar için bulut teknolojileri hız, maliyet, güvenlik açısından daha uygundur. IoT teknolojilerinin oluşturduğu veriler big data (büyük veri) oluşturmaktadır. IoT teknolojilerinin oluşturduğu bu verilerin depolanma alanlarını 2 başlıkta inceleyelim; (Yıldırım ve diğerleri, 2021: 1).

2.2.1. Yerel İşleme ve Depolama Alanları

Çoğu durumda, sensörler topladıkları verileri işleme, depolama ve karar verme amaçları için doğrudan buluta gönderir. Ancak, artık yerel işleme ve depolama olarak bilinen ortamı destekleme eğilimi vardır. IoT, sensörlerden veri toplayan IoT ağ geçitleri adı verilen bazı cihazlara sahip olmalıdır. Bu cihazlar, bazı verileri işlemek, yerel olarak bazı kararlar almak ve hata ayıklama, kaydetme veya loglama durumunda bazı verileri depolamak için gerekli güce sahiptir. Yerel işleme, zamana duyarlı ve herhangi bir gecikmeye tahammül edemeyen hizmetler ve uygulamalar için kullanışlıdır. Bu tür veri işlemenin avantajı, internete maruz kalabilecek bağlantı kopması veya tıkanıklık gibi sorunlardan olumsuz etkilenmez.

2.2.2. Bulut İşleme ve Depolama Alanları

Sensörler topladıkları tüm verileri buluta gönderir ve bulutun bu verileri işlemesini bekler ve onlara bazı cevaplar verir. Günümüzde bu senaryo biraz farklıdır. Artık IoT ağ geçitleri sensörlerden veri toplamakta ve ardından yalnızca önceden işledikleri verileri buluta göndermektedir. Bulutun görevi bu verileri toplamak, sonuçlara varmak, bazı sonuçlar vermek ve verileri uzun vadede depolamak olmalıdır. Sensörlerin ürettikleri veriler, kullanım alanlarına göre veri tabanı veya veri ambarında saklanabilir. Tablo 2' de veri tabanı ve veri ambarı karşılaştırması yapılmıştır.

Tablo 4: Veri Tabanı ile Veri Ambarı Karşılaştırılması

Veri Tabanı (VT)	Veri Ambarı (VA)
Veriler genellikle gündelik güncellenir (update).	Veriler genellikle okunur (read).
Veriler üzerinde birçok grup işlem yapılır.	Verilerle ilgili karmaşık ve uzun sorgular yapılır.
Megabyte (MB) ile Gigabyte (GB) seviyesinde veri barındırır.	Gigabyte ile Terabyte (TB) seviyesinde veri barındırır.
Anlık veri barındırır.	Geçmişe yönelik veri barındırır.
İndeks veya karışık veri erişim işlemleri yapılır.	Çok miktarda veri tarama yöntemi ile işlem yapılır.
Ham veri içerir.	Özetlenmiş veya birleştirilmiş veri içerir.
Uygulama ile ilgili binlerce kullanıcının kullanımına açıktır.	Karar veren veya analiz yapan yüzlerce kullanıcının kullanımına açıktır.

Kaynak: (Özdemir, 2004: 14).

2.3. IoT Teknolojilerinin Hedefleri

IoT'nin ana hedefi insanların bugün yaşama şeklini değiştirmek ve daha basit, daha rahat ve daha etkili hale getirmektir. İnsanların etrafındaki arabalar, mikrodalga fırınlar, trafik ışıkları vb. nesneler günlük işlerin yapmasını sağlamaktadır. Örneğin, bu nesneler belirli bir zaman bazında, kimse sormadan çalışacak şekilde yapılandırılabilirdiği gibi, bu nesnelerin manuel olarak çalıştırılmadan insanların sesli komutlarına yanıt vermesi de mümkündür. IoT, insanlık için daha iyi bir gelecek yaratmaktadır. Farklı nesneler insanların ihtiyaçlarını anlama ve birbirleriyle ve insanlarla iletişim kurma becerisine sahip olduğunda, IoT uygulamaları evler, şehirler ve hastaneler dahil yaşamın hemen her alanında bulunabilmektedir. IoT, Çevresel değişiklikleri izlemek ve raporlamak, yangınları önlemek ve trafik kazalarını azaltmak, hava durumunu izlemek kar, yağmur, sıcaklık, toprak kalitesini izlemek, oluşabilecek doğal afetleri önceden haber vermek, gibi özelliklere sahiptir. Bu işlevler kaynakların kullanımını optimize eder,

insanlara sunulan hizmetlerin kalitesini artırır. Yukarıda belirtilen tüm hedeflere ulaşmayı mümkün kılan IoT'nin temeli, herhangi bir manuel giriş olmaksızın iki cihaz arasında otomatik veri alışverişidir (Yang ve diğerleri, 2017: 1).

2.4. IoT Teknolojilerinin Faydaları

Verileri anlamak ve analiz etmek için arka planda uygulamalar kullanılmaktadır. Bu kapsamda Appcelerator, AWS IoT, Ericsson Framework, IBM IoT Foundation Device Cloud ve ThingWorx gibi birçok IoT yazılım platformu bulunmaktadır. Bu platformlar arasında seçim yapmak, cihaz yönetimi ve entegrasyon desteği, bilgi güvenliği, veri toplama protokolleri, veri analizi ve görselleştirme gibi farklı özelliklere bağlıdır. Bu özellikler aşağıda özetlenmiştir (Balamuralidhara ve diğerleri, 2013: 2).

2.4.1. Cihaz Yönetimi ve Entegrasyon Desteği

Cihaz yönetimi, herhangi bir IoT yazılım platformundan beklenen en önemli özelliklerden biridir. Platform, nesnelerin durumunu izleyebilmeli ve çalışma durumlarını izleyebilmeli, yapılandırma ve yazılım güncellemelerini yönetebilmeli ve cihaz düzeyinde hata denetimi ve hata raporlama teknikleri sağlayabilmelidir. Günün sonunda, platform kullanıcılara cihaz düzeyinde istatistikler sunabilmelidir. Aynı zamanda entegrasyon desteği de IoT yazılım platformundan beklenen bir diğer önemli özelliktir. API'ler, temel işlemlere ve verilere erişim sağlamalıdır. Bu erişim genellikle REST-API'ler (Representational State Transfer API'ler) aracılığıyla gerçekleştirilir (Balamuralidhara ve diğerleri, 2013: 2).

2.4.2. Bilgi Güvenliği

Bir IoT yazılım platformunu işletmek için gerekli olan bilgi güvenliği, genel uygulama ve hizmetler için gerekli olan bilgi güvenliğinden çok daha yüksektir. Genel olarak, olası gizli dinlemeleri önlemek için IoT nesneleri ile IoT platformu arasındaki ağ bağlantısı güçlü bir şifreleme mekanizmasıyla şifrelenmelidir. Bununla birlikte, IoT platformlarında yer alan düşük maliyetli ve düşük güçlü nesnelerin çoğu, gelişmiş bir erişim kontrol önlemlerini destekleyemez. Bu durumda, IoT yazılım platformunun

kendisi, cihaz düzeyinde güvenlik sorunlarını çözmek için alternatif önlemler uygulamalıdır. Örneğin, IoT trafiğinin özel ağlara ayrılması, bulut uygulama düzeyinde güçlü bilgi güvenliği teknikleri, düzenli parola güncellemeleri gerektirmesi, yazılım güncellemelerinin yalnızca kimlik doğrulama yoluyla desteklenmesi vb. IoT platformunun güvenlik düzeyini artırmaktadır (Balamuralidhara ve diğerleri, 2013: 2-3).

2.4.3. Veri Görselleştirme

Bilgilerin doğru görüntülenmesi, IoT yazılım platformundan beklenen bir diğer önemli gereksinimdir. Görselleştirme, veri analizi ile birlikte gerçekleştirilir. Bu nedenle IoT yazılım platformunun, nesnelerden toplanan verileri ve veri analizi sonrası elde edilen bilgileri görselleştirmek için gerekli araçları ve API'leri sağlaması gerekir (Balamuralidhara ve diğerleri, 2013: 3).

2.5. IoT Teknolojilerinin Zorlukları

IoT'nin ana konsepti, birbirine bağlı nesnelerin kapsamlı varlığıdır. IoT'de, uygun şekilde etiketlenmiş herhangi bir şey, ortak bir hedefe ulaşmak ve ortak bir hedefe ulaşmak için internet veya diğer protokoller aracılığıyla eşit olarak etiketlenmiş diğer nesnelerle iletişim kurabilir. Birçok IoT tabanlı sistem geliştirilmiş olmasına rağmen, araştırmacılar ve geliştiriciler tarafından karşılaşılan birçok tasarım zorluğu vardır. IoT konseptinin karmaşıklığı ve onu etkinleştiren teknolojiler için tasarım zorlukları göz önüne alındığında, IoT'nin vizyonunu gerçekleştirmesi için birtakım engellerin aşılması gerekmektedir. IoT için temel zorluklar şu şekildedir (Khalil ve Özdemir, 2017: 1-2).

2.5.1. Kısıtlı kaynaklar

IoT'yi oluşturan nesneler genellikle kısıtlı kaynaklardır. Elektrik enerjisi, bellek, işleme ve talep edilen bir görevi gerçekleştirmek için nesne yeteneği gibi nesne üzerindeki mevcut kaynaklar genellikle sınırlıdır. IoT nesneleri, bilgileri algılamak, iletmek ve işlemek için enerjiye ihtiyaç duyar. Elektrik şebekesinden izole edilen nesneler pillere dayanmalıdır (nesnelerin çoğu pille çalışır). Enerji tüketimi oldukça verimli olsa bile bu pillerin değiştirilmesi imkânsız veya sorun olabilir. Bu, özellikle çok sayıda nesne

kullanan veya erişilmesi zor konumlara yerleştirilen uygulamalar için geçerlidir. Örneğin, genellikle pille çalışan ve bu nedenle sınırlı enerji miktarlarına sahip kablosuz sensör düğümleri için durum budur. Başka bir örnek, RFID etiketlerinin kısıtlı işleme yetenekleriyle temsil edilir. Kısıtlı hesaplama kapasitesini en verimli şekilde sürdürmek için, gerçekleştirmesi gereken görev için yalnızca hesaplama yeteneklerine sahip olması gerekir (Khalil ve Özdemir, 2017: 9).

2.5.2. Heterojenlik

IoT konsepti, çalışabilirlik yeteneklerine sahip işbirlikçi akıllı nesnelerin ağ sistemlerinin uygulanmasına dayanır. Sistemde yer alan cihazların, hesaplama ve iletişim işlevleri açısından çok farklı özellik ve yeteneklere sahip olması beklenmektedir. Aslında IoT konseptinin verimli ve doğru çalışmasını sağlayan en önemli faktörlerden biri, çeşitli teknolojilerin ve iletişim çözümlerinin entegrasyonudur. Ancak, bu kadar yüksek düzeyde bir heterojenlik hem mimari hem de protokol düzeylerinde verimli yönetim zorluklarını beraberinde getirir (Khalil ve Özdemir, 2017: 9).

2.5.3. Ölçeklenebilirlik

Bir IoT sistemine bağlanan nesnelerin sayısı, geleneksel İnternet'e bağlanan bilgisayarların sayısından çok daha fazladır. IoT kavramı, uygun şekilde etiketlenen her nesnenin IoT sisteminin bir parçası olabileceğini ima ettiğinden, aşağıdakiler dahil olmak üzere farklı düzeylerde ölçeklenebilirlik sorunları ortaya çıkar:

- Adlandırma ve adresleme.
- Veri iletişimi ve ağ oluşturma.
- Veri ve bilgi yönetimi.
- Hizmet sağlama ve yönetimi.

Bu zorluklarla başa çıkmak için iki yaklaşım vardır: Sistemin tüm katmanları boyunca iletilen mesaj sayısını ve veri miktarını azaltmak (Khalil ve Özdemir, 2017: 9).

2.5.4. Tanımlama

Nesnelerin tanımlanması, IoT'deki başlıca sorunlardan biridir. IoT'deki milyarlarca nesneyi ele alabilmek için, sistemin önce onları benzersiz bir kimlikle tanımlayabilmesi gerekir. Günümüzde, geleneksel İnternet'te IPv4 protokolü, 4 baytlık bir adres kullanarak her bir düğümü tanımlar. Ancak, mevcut IPv4 adreslerinin sayısının hızla azaldığı ve çok yakın bir gelecekte yetersiz kalacağı iyi bilinmektedir. Bu amaçla, 128 bit adresleri ile daha fazla sayıda cihazı adreslemek için daha uygun bir çözüm sağlayan IPv6 protokolünü kullanmak çok daha iyi bir seçimdir. Bununla birlikte, bant genişliği verimliliği, enerji verimliliği ve sınırlı donanım kaynaklarıyla çalışma yetenekleri gibi IoT ortamının özel gereksinimlerini karşılamak için daha verimli ve uygun çözümlerin geliştirilmesi gerekmektedir (Khalil ve Özdemir, 2017: 5).

2.5.5. Arama ve Keşfetme

IoT'de, tüm dağıtılmış ağlarda olduğu gibi, bir grup düğüm belirli bir görevi gerçekleştirmek için iş birliği yapmak ister. Bu iş birliğini gerçekleştirmek için nesnelerin birbirlerinin varlığını öğrenmesi gerekir. Bu nedenle, arama ve keşfetme hizmetleri, herhangi bir dağıtılmış bilgi işlem sisteminin temelidir. Genellikle, IoT bağlamında, diğer nesnelerin tam konumu ve depolanan verilerin biçimi, başlangıçta istekte bulunan kişi tarafından bilinmez. Böylece bu bilgiyi çıkarmak için bir ara blok kullanılabilir (Khalil ve Özdemir, 2017: 10).

2.5.6. Hareketlilik ve İzleme

IoT nesnelerinin büyük bir kısmı sabit değildir, ancak belirli bir hareketlilik derecesine sahiptir. IoT'de birçok hizmetin mobil kullanıcılar veya nesneler tarafından kurulması beklenir, bu nedenle mobilite, IoT'nin diğer zorlukları arasında yer alır. Bu duruma bir örnek, çeşitli cihazlara sahip olan ve hayatının günlük aktivitesi sırasında hareket halinde olan bir kişidir. Bu kişi veri sorguları yapabilir veya muhtemelen hareket halinde olacak başka nesneleri etkinleştirmek için talepte bulunabilir. IoT'nin temel kavramı, nesnelere bulundukları yerden bağımsız olarak erişebilme ve bunları

yönetebilme yeteneği olduğundan, IoT bağlamında mobilitenin göz ardı edilebilecek bir durum olmadığı açıktır. Bu nedenle, IoT yönetimi ve kaynak hareketliliği şemaları buna göre geliştirilmelidir (Özer, 2020: 9).

2.5.7. Güvenlik ve mahremiyet

Fiziksel ortamla sıkı ilişki nedeniyle güvenlik, IoT uygulamalarının yaygın kullanımı için kritik öneme sahiptir. IoT sistemleri, güvenlik ve gizliliğin korunması göz önünde bulundurularak tasarlanmalıdır. Bu açıdan yenilikçi yaklaşımlar gerektiren ve araştırmalara konu olması gereken üç ana zorluk vardır. Bu zorluklar veri gizliliği, mahremiyet ve gizliliklerdir. Veri gizliliği, verilerin yetkisiz kişilerin erişimine karşı korunması anlamına gelir. Diğer bir deyişle, verilere yalnızca yetkili kişiler erişim sağlamalı ve yetki düzeylerine göre yalnızca bu kişiler verileri değiştirme olanağına sahip olmalıdır. Gizlilik, bilgi sahibi bir kişi veya grubun, bilgileri kiminle ve hangi koşullar altında paylaşacağını kontrol ettiği kuralları ifade eder (Miorandi ve diğerleri, 2012). Gizlilik açısından, iletilen mesajın içeriğini yalnızca gönderen ve amaçlanan alıcının anlayabilmesi gerektiği anlamına gelir. Güvenlik, sistem düzeyinde önemli bir özellik olarak düşünülmeli ve IoT çözümleri için mimarilerin ve yöntemlerin tasarımında dikkate alınmalıdır. IoT'nin güvenlik sorunlarına yönelik çözümler, bu teknolojinin kullanıcılar tarafından kabul edilmesi için kilit bir önemi temsil eder. IoT tabanlı nesneleri ve uygulamaları daha güvenilir ve saldırılara karşı dirençli hale getirmek için aşağıdaki konuların ele alınması gerekir (KHalil ve Özdemir, 2017: 7-9).

2.5.8. Veri Gizliliği

Veri iletimi, alımı ve işlenmesi, herhangi bir IoT uygulamasının ayrılmaz bir parçasıdır. Bu verilerin çoğu kişisel veri veya bilgidir, dolayısıyla; bu tür hassas verilerin bir şifreleme mekanizması kullanılarak korunması gerekir. Verilerin çevrimiçi olduğu her yerde güvenli Soket Katmanı Protokolleri (SSL), verilere yalnızca yetkili taraflarca erişilebilmesini sağlamak için kullanılabilir. Ancak, verilerin kablosuz protokol içinde de korunması gerekir. Bu hassas verilerin kablosuz olarak iletilirken gizli ve şifreli olması beklenir. Veri gizliliği için önerilen tüm çözümler şifreleme tekniklerine dayanmaktadır.

Bununla birlikte, geleneksel şifreleme teknikleri kaynak tüketimi açısından yetersizdir (hem göndericiden hem de alıcıdan büyük miktarda enerji ve bant genişliği tüketir). Bu nedenle, bu teknikler kaynakları sınırlı IoT nesnelere uygulanamaz. Kaynak kısıtlamalarından bağımsız olarak IoT çerçevesinde uygulanacak yeni çözümler geliştirme ihtiyacı vardır (KHalil ve Özdemir, 2017: 8-9).

2.5.9. Kimlik Doğrulama

IoT uygulamalarında alınan (veya diğer nesnelere iletilen) verilerin kimliğinin doğrulanması zorludur ve araştırmaya açık bir iştir. Geleneksel ağlarda, kimlik doğrulama birkaç teknik kullanılarak uygulanabilir. Bu yöntemlere örnek olarak parola, önceden paylaşılan anahtar ve ortak anahtar şifreleme sistemleri verilebilir. Ancak IoT uygulamalarındaki nesnelerin ve ağların heterojenliği ve karmaşıklığı, bu yöntemleri IoT sistemleri için uygunsuz hale getirir. Ayrıca, hızla artan nesne sayısı, anahtar yönetimini zorlaştırabilir veya bazı durumlarda imkânsız bir prosedür haline getirebilir. Örneğin, açık anahtarlı şifreleme sistemleri, kimlik doğrulama şemaları veya yetkilendirme sistemleri oluşturmak için avantajlara sahip olsa da küresel bir kök Sertifika Yetkilisinin (küresel kök CA) olmaması, teorik olarak uygulanabilir birçok şemanın fiilen konuşlandırılmasını engeller. Global kök CA olmadan, IoT için bir kimlik doğrulama sistemi tasarlamak çok zor hale gelir. Ayrıca, nesnelerin toplam sayısı genellikle çok büyük olduğundan, IoT'deki her nesneye bir sertifika vermek mümkün olmayabilir. Bu nedenle, IoT için kimlik doğrulama yöntemleri, IoT uygulamalarının farklı tasarım özelliklerini ve özelliklerini dikkate almalıdır (Gündüz ve Daş, 2018: 7).

2.5.10. Cihaz Yönetimi ve Kontrolü

Nesnelerin yönetimi, IoT uygulamalarının geliştirilmesi için büyük önem taşır. Nesneler, yalnızca çok sayıda iletişim teknolojisi üzerinden bağlantı kurabilmeli ve iletişim kurabilmeli, aynı zamanda bu nesneler uzak veya kendi kendini yönetebilmelidir. Cihaz yönetimi süreci karmaşıktır ve cihazı açma/kapatma, cihazı/ağı yapılandırma, aygıt yazılımını/yazılımı güncelleme, hatalardan kurtarma, cihazı/ağı izleme ve veri ve bağlantı istatistikleri toplama gibi birçok farklı eylemi içerir. Etkin bir cihaz yönetimine yönelik

çözümler, nesnelerin heterojenliğini ve mevcut kaynaklarının sınırlamalarını hesaba katmalıdır. Ayrıca, birçok IoT uygulamasında nesneleri dağıtmak ve yapılandırmak için büyük miktarda çaba gerekir; örneğin WSN' ler de durum böyledir. Bu sorun, büyük ölçekli uygulamaların adaptasyonu ve uzun vadeli sürdürülebilirliğinin önünde bir engeldir. Büyük ölçekli IoT uygulamalarının uygulanabilirliğini artırmanın en önemli çözümlerinden biri, yapılandırılabilir ara katman yazılımı kullanmaktır. Bu ara katman yazılımı, kendi kendini yapılandırmayı, kendi kendine optimizasyonu ve kendi kendini iyileştirmeyi ve bakımı destekleyen akıllı cihaz yönetimi sağlamalıdır. Örneğin, ağ geçidi cihazları nesneleri algılayabilmeli, algılanan nesneleri yapılandırabilmeli, hatalı düğümleri tanımlayabilmeli ve hataları ortadan kaldıracak kararlar verebilmelidir. Bu bağlamda, TR-069, SNMP ve NETCONF gibi standartlaştırılmış cihaz yönetim çözümlerinin çoğu, kaynak kısıtlı nesnelerin yönetimi için uygun değildir. Bu tür çözümler genellikle yönlendiriciler, anahtarlar ve akıllı telefonlar gibi kaynak açısından zengin cihazların yönetimi için kullanılır. IoT uygulamaları için cihaz yönetimi çözümleri, ölçeklenebilirlik ve sınırlı kaynaklar gibi IoT'nin tasarım özelliklerini dikkate almalıdır (Taş ve Kinai, 2021: 9). IoT uygulamalarında karşılaşılan zorlukları şu şekilde sıralanabilir;

- IOT cihazlarının sayısındaki ve hareketliliğindeki hızlı artış,
- IOT cihazlarındaki veri gönderim sıklığı ve IoT verilerindeki artış,
- İletişim protokollerindeki yetersizlik ve güvenlik açıklarının olması,
- IOT cihazlarındaki heterojen cihazlar arasındaki entegrasyon eksikliği,

2.5.11. Veri Toplama Protokolleri

IoT yazılım platformunun bileşenleri arasında veri iletişimi için kullanılan protokol türleridir. Bir IoT yazılım platformunun milyonlarca hatta milyarlarca nesneyi yönetmesi gerekebilir. Düşük enerji tüketimi ve düşük ağ bant genişliği işlevselliği sağlamak için hafif iletişim ve veri toplama protokolleri kullanılmalıdır (Balamuralidhara ve diğerleri, 2013: 2-3).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

IOT TEKNOLOJİLERİ KULLANARAK OKUL TASARIM ÖNERİLERİ VE UYGULAMALARI

3.1. Okullarda IoT Kullanımı

Okullar, derslik, sınıf, laboratuvar, kütüphane, öğretmen ve idare gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Okulların belirtilen bileşenlerinde işlevlerin ve verimliliğin artırılması için IoT teknolojilerinden faydalanılmaktadır. Öğrenci ve öğretmenlerin okul içindeki ders yüklerinin artması, IoT teknolojilerinin okullarda kullanımını gerekli kılmıştır. Eğitimde IoT Teknolojilerinin kullanımının giderek yaygınlaşması, okulları daha işlevsel hale getirdiği ve öğrenme sürecini olumlu etkilediği bilinmektedir. IoT teknolojileri artık okullarda da yerini almaya başlamıştır.

IoT, IoT ve education anahtar kelimeleri Web of Science ve ERIC veri tabanlarında yapılan çalışmaların sayısı araştırılmıştır. Ülkemizde yapılan IoT, IoT ve Eğitim çalışmaları ise DergiPark üzerinden araştırılmıştır. IoT ve eğitim çalışmalarıyla ilgili ülkemizde ve dünyada akademik olarak yapılan çalışmaların Tablo 5, Tablo 6'da sayısal verileri yer almaktadır. Ayrıca bu tabloların grafiksel görselleri, Şekil 14 ve Şekil 15' de yer almaktadır.

Tablo 5: Ülkemizde IoT Konulu Akademik Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

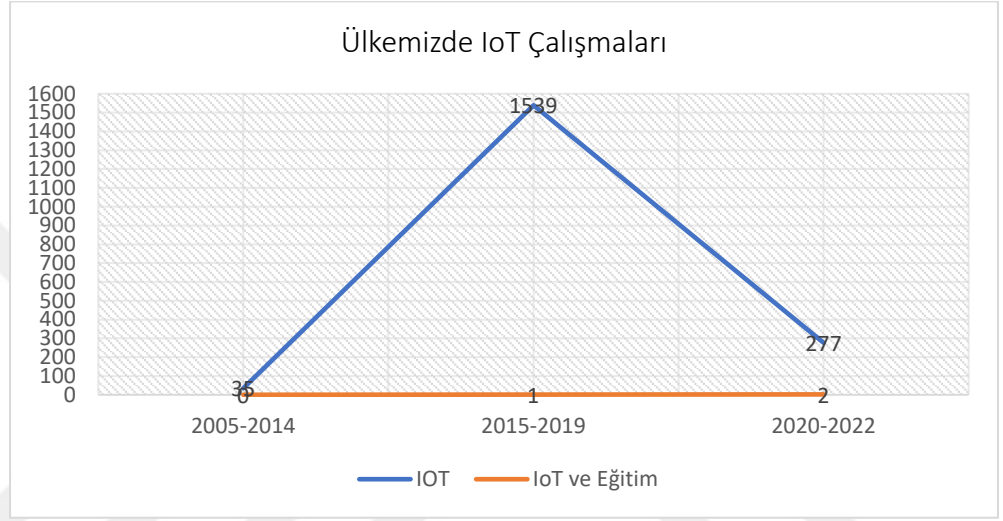
ÜLKEMİZDE İoT KONULU AKADEMİK ÇALIŞMALARIN YILLARA GÖRE DAĞILIMI															
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Toplam
IoT	35						1539					277			1851
IoT ve Eğitim	0						1					2			3
Toplam	1854														

Tablo 6: Dünyada IoT Konulu Akademik Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

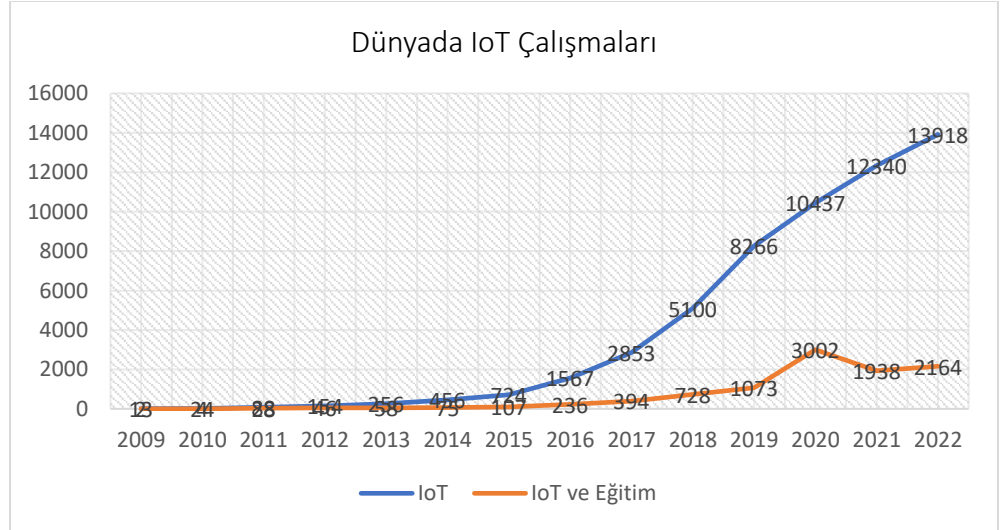
DÜNYA GENELİNDE IoT KONULU AKADEMİK ÇALIŞMALARIN YILLARA GÖRE DAĞILIMI															
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Toplam
IoT	13	24	88	154	256	456	724	1567	2853	5100	8266	10437	12340	13918	56196
IoT ve Eğitim	2	4	28	46	58	75	107	236	394	728	1073	3002	1938	2164	9855
Toplam	66051														

Tablo 7: Ülkemizde ve Dünyada IoT Konulu Akademik Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

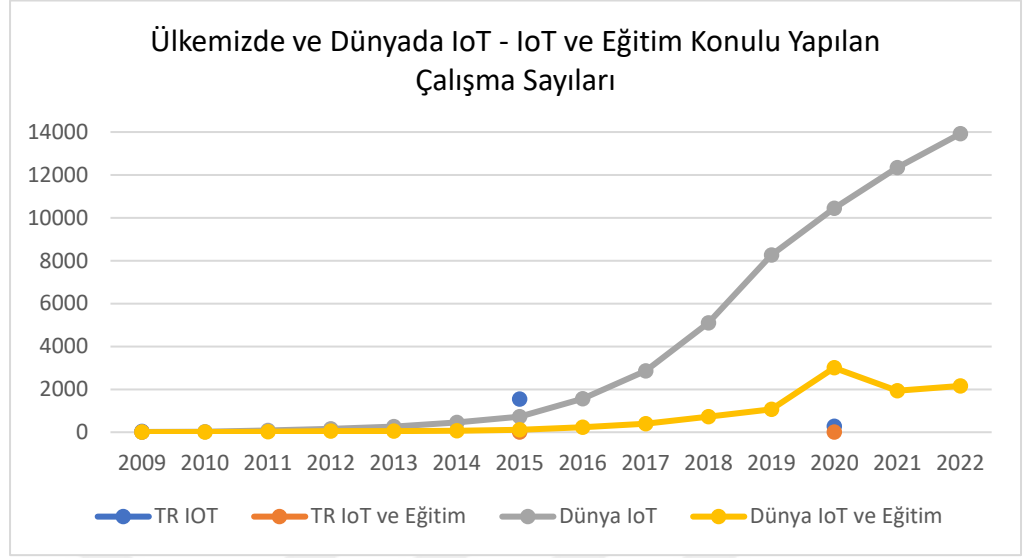
Ülkemizde ve Dünyada IoT-IoT ve Eğitim Konulu Yapılan Çalışma Sayıları														
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
TR IOT	35						1539					277		
TR IoT ve Eğitim	1						1					2		
Dünya IoT	13	24	88	154	256	456	724	1567	2853	5100	8266	10437	12340	13918
Dünya IoT ve Eğitim	2	4	28	46	58	75	107	236	394	728	1073	3002	1938	2164



Şekil 14. Ülkemizde IoT Çalışmalarının Sayısı



Şekil 15. Dünyada IoT Çalışmalarının Sayısı



Şekil 16. Ülkemizde ve Dünyada IoT Çalışmalarının Sayısı

3.2. Okullarda Kullanılabilecek IoT Tasarım Önerileri

Bu tez çalışmasında, IoT teknolojileri eğitim alanında kullanılmak üzere, çeşitli tasarım önerileri yapılmıştır. Önerisi yapılan sistemler ortaokul düzeyinde eğitim gören öğrenciler için tasarlanmıştır. Okulların birçok bölümünde IoT teknolojileri kullanılabileceği görülmüştür. Okullar için tasarlanan IoT Teknolojileri, eğitim ortamlarını zenginleştiren, sensörlerin topladığı tüm verileri, veri tabanı/bulut teknolojileri üzerine kaydeden, öğrenci kontrolünü sağlayan, yetkili birimlere ileten, karar vericiler tarafından karar verilmesini sağlayan, sonuç üreten bir sistem olarak düşünülmektedir. Bu süreçlerin sağlıklı bir şekilde yapılmasını sağlayan bir bilgi sistemi tasarımına ihtiyaç vardır. Bu çalışmada ilk olarak bir Öğretim Bilgi Sistemi tasarlanmıştır. Tasarlanan tüm akıllı cihazlar bu sistem sayesinde oluşan verilerin kaydedilmesi, haberleşmesi, analiz edilmesi gibi işlemlerin güvenli ve dijital ortamda yapılmasını sağlamaktadır.

Okullarda IoT teknolojilerinin kullanılabileceği yerler,

- Sınıf yoklamalarının dijital cihazlarla alınması ve sisteme aktarılması,
- Öğrencilerin konum, nabız, ateş vb. verilerin alınması ve öğrenci güvenliği sağlanması,

- Akıllı tahta, akıllı sıra vb. cihazların ders içinde daha yaygın kullanılması,
- Sınavların ve yoklamaların dijital ortamda daha hızlı ve güvenli yapılması,
- Ders tekrarı ve not almada yaşanan sorunlar,

Akıllı bir üniversite, etkileşimli bir eğitim ortamı, küresel içeriklere erişim, ağ içinde toplanan ve analiz edilen verilere dayalı uyarlanabilir öğrenme özelliği ile birlikte gelir. IoT şu anda birçok üniversitede güvenlik kameraları, güvenlik girişleri, elektrik ve ısıtma sistemleri olarak bir IoT özellikleri mevcuttur. IoT kullanılarak bir akıllı üniversite yaratırken kullanılacak unsurlar şu şekilde sıralanabilir. Akıllı bir kampüs oluşturmak, Her üniversite kampüsü, binaları ve internete bağlı kamusal alanları ile küçük bir akıllı şehir olabilir. Kablosuz sensör ağ teknolojisini kullanarak bu alanların yönetilmesine yardımcı olabilecek birden fazla uygulama vardır (Libelium, 2021):

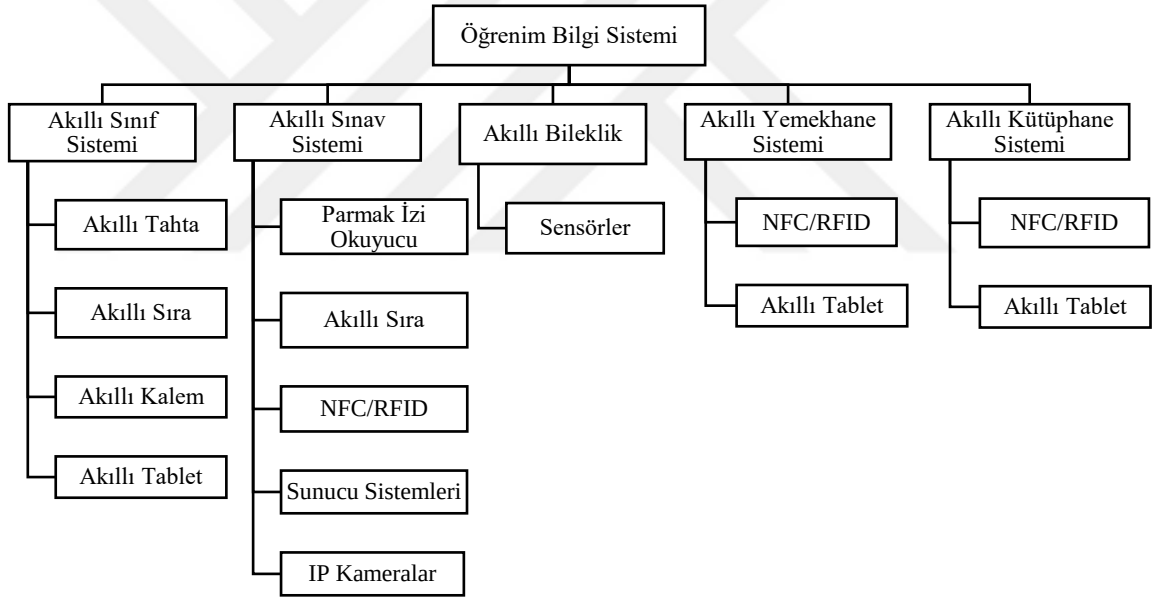
IoT teknolojileri okullarda, öğrenci davranışlarını izleme, öğrenme ortamlarını iyileştirme, öğrenci güvenliği, ders materyallerinin dijitalleşmesi, dijital sınav gibi birçok süreçte kullanılabileceği mümkün olduğu görülmektedir. Okullarda IoT kullanılması zaman, maliyet, prosedür ve işleyiş açısından birçok fayda sağlayacağı görülmektedir. Okullarda kullanılmak üzere tasarlanan IoT sistem tasarımları, öğrencilerin yaş gruplarına göre değişim gösterdiği görülmektedir. Yapılan tasarımlar ilkokul, ortaokul, lise ve üniversitede öğrenim gören öğrencilere göre değişiklik gösterebilir.

3.2.1. Öğretim Bilgi Sistemi Tasarım Önerisi

Öğretim Bilgi Sistemi (ÖBS), tasarlanan akıllı sistemlerin bir bütün içinde haberleşmelerini sağlamak için kullanılmıştır. ÖBS içinde bilgisayar ve sunucu sistemleri bulunmaktadır. ÖBS, tasarlanan tüm alt birimler ile iletişim halinde ve IoT cihazlarının kontrolü, yönetimi, öğrencilerden toplanan verilerin (konum, sıcaklık, sınıf hareketleri vb.) kaydedilmesini ve süreç hareketlerinin güvenli, kesintisiz işlemlerini sağlayan sistemdir. Öğrencilerin okul içinde, sensörlerin ürettiği/topladığı verileri iletilmek için internet alt yapısı kullanılmıştır. Bu veriler, öğrencilerin sınıf içindeki davranışları, ders bilgileri, ödev bilgileri, akıllı sınav oturumları, yemekhane/kütüphane bilgileri, konum bilgilerini sınıf içinde kullanılan akıllı cihazları kapsamaktadır. Kaydedilen bu veriler öğretmen/idareci tarafından görülmekte ve kontrol edilmektedir. Gerekli yerlerde yetkili

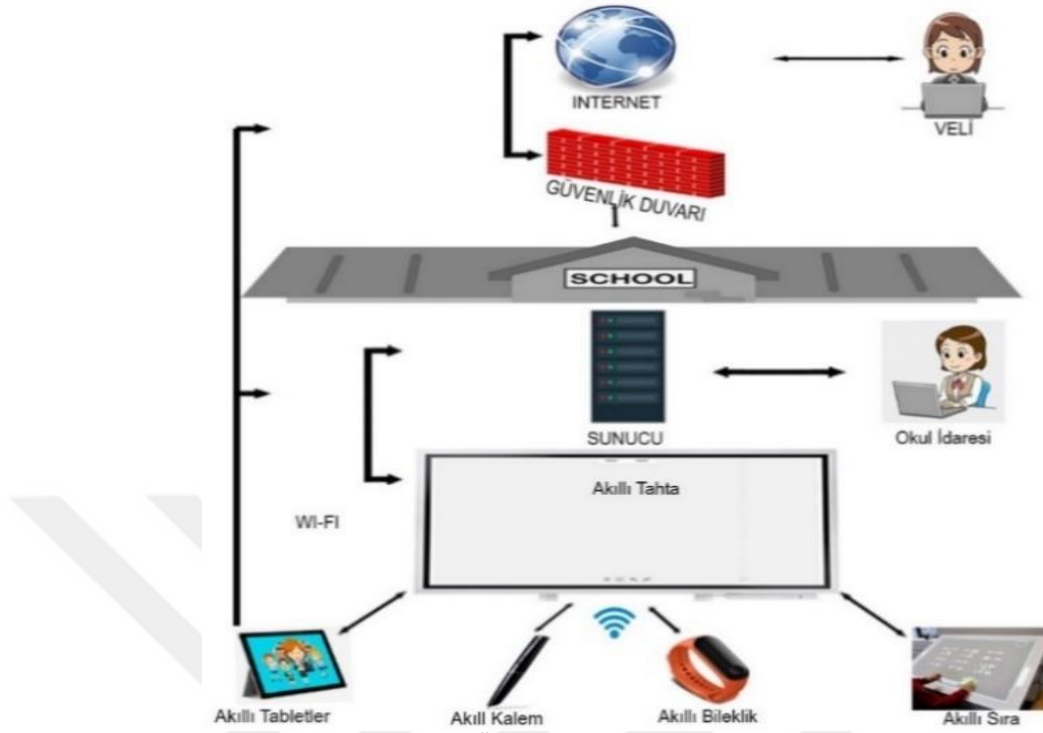
personel gerekli müdahaleyi yaparak işlemlerin sürekli/uygun şekilde devam etmesi sağlanır. Bu veriler, öğrencilerin sonraki davranışları hakkında bilgi sahibi ve yol gösterici olması düşünülmektedir. Bu sayede öğrenci ve öğretmenlerin sınıf içinde IoT teknolojilerini kullanarak daha hızlı işlem yapmaları sağlanmaktadır.

Tasarlanan sistem ortaokul öğrencileri için uygun olacağı düşünülmektedir. Yapılan tüm tasarımlarda, öğrencilerin öğrenme ortamlarını zenginleştirmek için IoT teknolojileri kullanılmıştır. Şekil 14’da Öğrenim Bilgi Sistemi üzerinde çalışan alt sistemler yer almaktadır. Tasarlanan bu alt sistemler ayrı başlıklar altında ayrıntılı şekilde incelenecektir.



Şekil 17. Öğrenci Bilgi Sistemi Üzerinde Çalışan Alt Sistemlerin Entegrasyon Şeması

Akıllı tahta, akıllı sıra, akıllı tablet, akıllı kalem, akıllı bileklik tasarımları yapılmış, bu tasarımlar kullanılarak akıllı sınıflar tasarlanmış ve uygulamalar yapılmıştır. Şekil 15’ bu tasarımlar yer almaktadır.



Şekil 18 Öğrenim Bilgi Sistemi Mimarisi

ÖBS Tasarımında Kullanılan Sistemler;

- Bilgisayar Yazılım ve Donanım Sistemleri ve Mobil Uygulamalar,
- Network Cihazları ve Bilgisayar Güvenlik Sistemleri,
- NFC ve RFID Sistemleri,
- Sensörler, IP Kameralar, Parmak İzi Okuyucular,
- Öğrenim Bilgi Sistemi Veri Tabanı (ÖBSVT),

3.2.1.1. Öğrenim Bilgi Sistemi Çalışma Yapısı

Öğrencilerin, okula giriş ve çıkışlarından, okul içindeki hareketleri, davranışları, laboratuvar ve dersliklerin kullanılmasına kadar tüm süreçleri kapsayan bir sistemdir. Bu sistem sayesinde, öğrencilerin hareketlerinden oluşan verilerin toplanması, analiz edilmesi, kontrol edilmesi, karar verilmesi gibi tüm işlemlerinin kayıt altına alınması sağlanır. Bu verilerin birçoğu sensörler ile toplanmaktadır. Bu teknolojiler maliyetli ve güvenli olduğu için de tercih edilmiştir. ÖBS, tüm sistemleri bir arada tutmaktadır.

3.2.1.2. Öğrenim Bilgi Sistemi Çalışma Önerisi

Öğrencilerin oluşturduğu tüm hareketlerin sisteme kaydedildiği ortamı oluşturur. Öğrenci okul girişinde RFID kartı okutarak okula giriş yapmaktadır. Sınıfa girdiğinde ise her ders için ayrı parmak izini okutmak zorundadır. Parmak izi okuyucusu yoklamaları hızlı bir şekilde okul sistemine aktarmaktadır. Öğrencilerin üzerinde bulunan akıllı bileklik sayesinde, öğrencilerin kişisel bilgileri de sisteme gönderilmektedir. Bu veriler ÖBS üzerine toplanır ve kaydedilir. Bu veriler, yetkili birimler ile paylaşılır.

3.2.2. Akıllı Sınıf Sistemi Tasarım Önerisi

Öğrencilerin sürekli ürettiği veriler, ödev, sınav, ders dokümanları ve ders içeriklerindeki artış, yoklama alınması, öğrencilere aktarım yönünden zaman alması, kırtasiye masrafı, iş yükü gibi birçok sorunu oluşturabilmektedir. Okullarda yaşanan bu tür problemlerin çözümü geleneksel yöntemlerle yapılmaktadır. Bu durum kısıtlı ders süresi açısından önem arz etmektedir. IoT Teknolojilerin tam anlamıyla kullanılması bu sorunların büyük bir bölümünü çözeceği görülmektedir. IoT teknolojileri içinde önemli bir yere sahip olan RFID/NFC sistemi, sensör teknolojileri, Wi-Fi kartları kullanılarak Akıllı Sınıf Sistemi, (ASS) tasarlanmıştır. Öğrencilerin ders esnasında en yoğun öğrenme ortamları sınıflardır. Bu yüzden sınıf içinde kullanılabilecek akıllı sistemler tasarlanmış ve akıllı cihazların en yoğun kullanıldığı yer sınıflar oluşturmaktadır. Bu bağlamda yapılan ilk tasarım akıllı sınıf sistemi olmuştur. ASS tasarımı ortaokul öğrencileri için uygun olacağı düşünülmektedir. Tasarımda kullanılan araç gereçler öğrencilerin yaş aralığına göre değişim gösterebilir. Öğrencilerin sınıf içi/ sınıf dışında oluşturdukları veriler IoT Teknolojileri kullanılarak toplanmaktadır. Akıllı cihazlar IoT aracılığıyla bağlandığında, uzaktan erişim yoluyla her yerde ve her zaman veri sağlamayı mümkün kılan verimli bir akıllı sınıf oluştururlar (Banu ve diğerleri, 2020: 3).

ASS Kullanılabilecek Cihaz ve Sistemler;

- NFC ve RFID Teknolojileri,
- Parmak İzi Okuyucu,
- Bluetooth ve Wi-Fi,

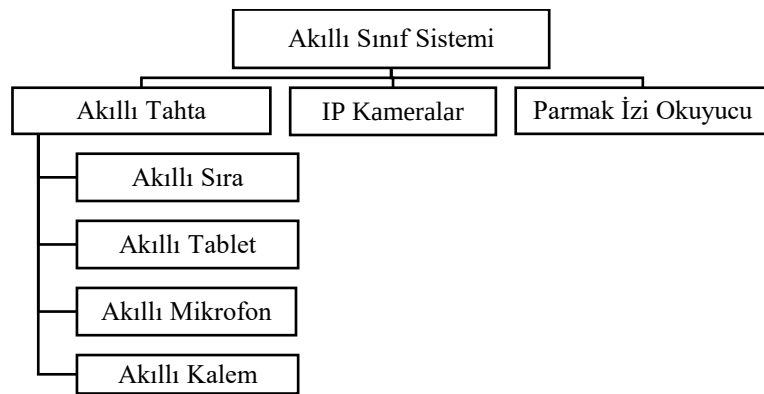
- Sensörler ve IP Kameralar, Mikrofon,
- Akıllı Cihazlar (Sıra, Tablet, Kalem, Bileklik),
- İnternet ve bilgisayar yazılımları, Mobil Uygulamalar,
- Öğrenim Veri Tabanı Bilgi Sistemi (ÖVTBS),

Her Öğrencide Olması Planlanan ASS Cihazları;

- Akıllı Tablet,
- Akıllı Kalem,
- Akıllı Bileklik,
- Sınıf içinde Akıllı Sıra,

3.2.2.1. Akıllı Sınıf Sistemi Çalışma Yapısı

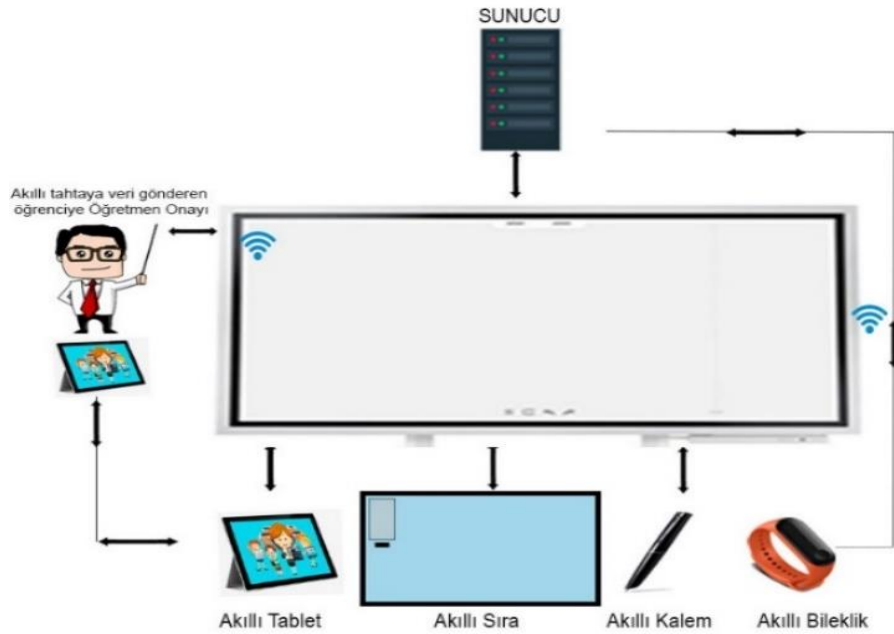
Akıllı Sınıf Sisteminin haberleşmesi için internet alt yapısı kullanılmaktadır. Sınıf içinde oluşan tüm aksiyonlar veri tabanına kayıt edilmektedir. ASS içinde birçok akıllı cihaz (akıllı tahta, akıllı sıra, akıllı tablet, akıllı kalem) yer almaktadır. Sınıf içinde en önemli materyal tahtadır. Sınıf içindeki işlemlerin çoğu akıllı tahta üzerinden yapılmaktadır. Öğrenciler akıllı cihazlar kullanarak, öğretmen onayı ile akıllı tahta ya erişim yaparak akıllı tahta üzerinde işlem yapmaları sağlanır.



Şekil 19. Akıllı Sınıf Sistemi Entegrasyon Şeması

Akıllı sınıf sisteminde yer alan alt sistemler şekil 17’de gösterilmektedir. Akıllı Sınıf Sistemi üzerinde yer alan işlemler bir hayli fazladır. ASS, neredeyse okulun tüm sistemini üzerinde barındırmaktadır. ÖBS üzerinde çalışan en yoğun alt sistemdir. Akıllı

cihazların kullanımından oluşan tüm veriler ÖBS üzerinde yer almaktadır. Buradaki veriler, görevli okul idarecileri tarafından akıllı sistem üzerinden kontrol edilir. Öğrenci ve öğretmenlerin oluşturdukları veriler anlık olarak ÖBS üzerine gönderilir. Öğrenciler, akıllı tahta üzerinde çeşitli işlemler gerçekleştirir. Bu işlemler, akıllı sıra, akıllı tablet, akıllı kalem cihazlarıyla yapılmaktadır. Akıllı tahta üzerinde yapılan tüm işlemler veri tabanına kaydedilir. Öğrenciler daha sonraki süreçte bu kayıtları izleyebilmeleri sağlanır. Öğretmen ders anlatımlarının kayıt altına alınması, akıllı sınıf sisteminin özelliklerinden birisidir. Öğretmenin ders anlatımını, ders içinde yaptığı çalışmaları, sunumları, akıllı tahta üzerinde kayıt altına alarak dersi kaçıran ve tekrar etmek isteyen öğrencilerin izlenmesine olanak sağlanır. Akıllı tahta kayıt esnasında öğretmenin ses kaydını da almaktadır. Dijital Kamera sayesinde sınıf içi kayıt altına alınır. Bu kayıtları sadece sınıf içindeki öğrenci ve öğretmen izleyebilir. Böylece sınıf içindeki mahrumiyet korunmuş olur. Gelecekte bu kayıtlar simülasyon ve sanal gerçeklik için gibi yapılarda da kullanılabilir. Akıllı bileklik sayesinde öğrencilerden toplanan veriler ÖBS üzerine kaydedilir. Akıllı bileklik kişisel verileri göndermek için kullanılmaktadır. Öğrenciler derse girerken parmak izi okutur. Böylece ders yoklamaları hızlı bir şekilde alınmış olur. Şekil 17 da ASS üzerinde yer alan akıllı cihazların çalışma prensibi gösterilmektedir. Böylece sınıf içinde öğrencilerin tüm hareketleri dijitalleştirilmiş olur.

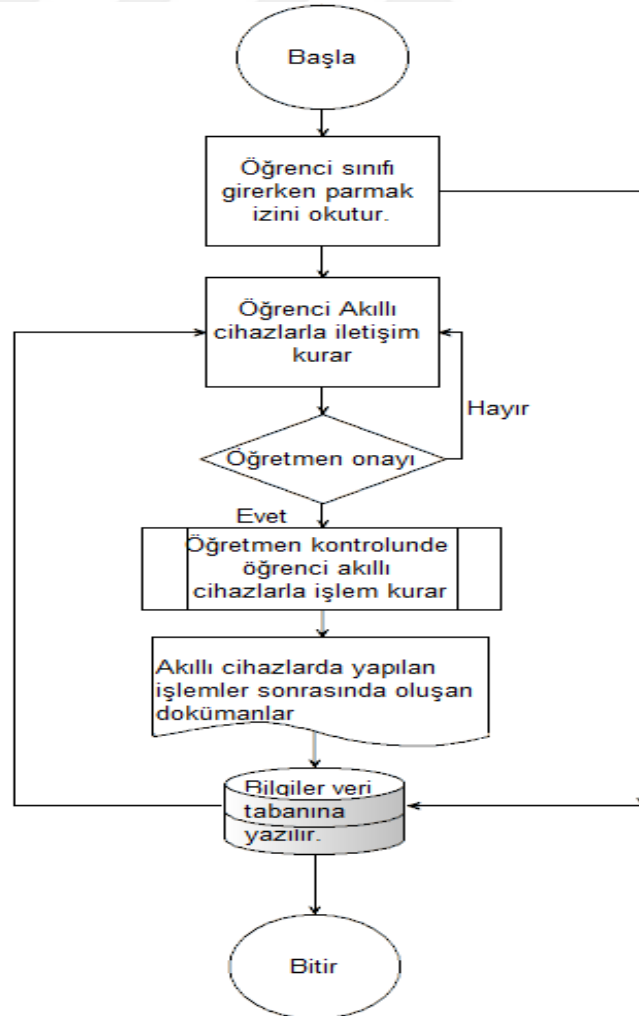


Şekil 20 Akıllı Sınıf Sistemi Üzerinde Bulunan Cihazların Çalışma Prensibi

İngiltere’de bulunan Durrham Üniversitesi tarafından akıllı sıra çalışmaları 8-10 yaş arası ilkokul öğrencilerinde 3 yıl boyunca uygulanmış ve yüksek oranda başarı sağlanmıştır. Akıllı sıra kullanan öğrencilerin karmaşık problemleri çözme yeteneklerinin arttığı görülmüştür (TimeTürk, 2022).



Kaynak: <https://www.beyazokul.com/simdi-de-akilli-sira/>
Şekil 21. Öğrencilerin Akıllı Sıra Kullanımı



Şekil 22. Akıllı Sınıf Sistemi Algoritma Şeması

3.2.2.2 Akıllı Sınıf Sistemi Çalışma Önerisi

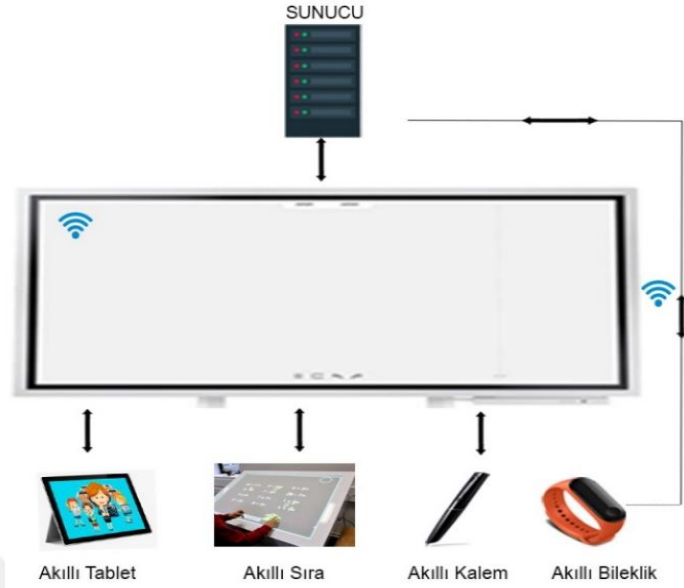
Öğrenciler, sınıf girişinde parmak izi okutarak ders yoklamaları alınmış olur. Sınıfa giren öğrencilerin bilgileri sistem üzerine kaydedilir. Bu bilgiler öğretmen ekranına düşerek öğrenci yoklamalarının hızlı bir şekilde alınması sağlanır. Akıllı sıraların oturum ekranı kimlik doğrulama yaparak öğrenciler tarafından açılır. Öğrenciler ASS içinde farklı sıralara otursalar da cevapların kimden geldiği bellidir. Öğrenciler akıllı sıraları öğretmen kontrolünde kullanmaktadır. Ders içinde öğretmen tarafından öğrencilere akıllı tahta ekranından bir soru gönderilir. Bu soru akıllı sıra sistemini kullanan öğrencinin ekranına düşer. Problem çözüldükten sonra öğrenci cevabı akıllı tahtaya geri gönderir. Burada akıllı tahta cevapları öğrenci ID' leri kullanılarak zamana göre sıraya sokar, akabinde öğretmenin onayı ile cevaplar akıllı tahta ekranında gösterilir.

3.2.3 Akıllı Tahta Sistemi

Sınıflarda kullanılan en önemli ve en çok kullanılan materyal tahtadır. Akıllı tahtaların işlevlerinin artması öğrenme oranlarını da önemli oranda arttıracakı bilinmektedir. Sınıflarda akıllı tahta kullanımı, derslerin görsel ve işitsel olarak işlenmesini sağlamakta ve sınıflarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Öğrencilerin öğrenme ortamlarını zenginleştirdiği gibi anlaşılması güç olan konular için görsel ve işitsel ortam oluşturan cihazlardır. Akıllı tahtaların aynı anda birden fazla öğrencinin kullanması, öğrenme ortamını iyileştirdiği gibi, birden fazla öğrencinin de işlem yapması sağlanmaktadır. ATS tasarımında Kullanılabilecek Sistemler;

- Çok bölmeli dokunmatik teknolojisi,
- NFC ve RFID Teknolojileri,
- Bluetooth ve Wi-Fi, Mikrofon ve Sensörler, Parmak İzi Okuyucu,
- Öğrenci Veri Tabanı Bilgi Sistemi (ÖVTBS),

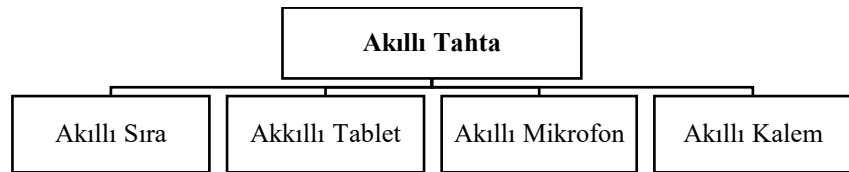
Akıllı tahtanın diğer akıllı cihazlarla bağlantısı Şekil 20' de gösterilmekte ve bu akıllı cihazların entegre edilmesiyle öğrenme ortamı daha zengin hale getirilmiştir.



Şekil 23. Akıllı Tahta ile Akıllı Cihazların Çalışma Prensibi

3.2.3.1. Akıllı Tahtanın Çalışma Yapısı

Akıllı tahtalar okullarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Akıllı tahtalar teknoloji güncellemesi ile daha donanımlı hale getirilebilir. Akıllı tahtaların geliştirilme süreçlerinin devam ettiği de bilinmektedir. Akıllı tahtaların mikrofon, parmak izi okuyucu ve sensör teknolojileri ile geliştirilebileceği, daha donanımlı hale gelebileceği ön görülmektedir. Ayrıca akıllı tahtalarda RFID ve NFC teknolojilerinin çalıştırılması ile ilgili araştırmalar yapılabilir. Akıllı tahtaların RFID/NFC teknolojileri entegrasyonu uygun olduğu da görülmektedir.



Şekil 24. Akıllı Tahta ile Akıllı Cihazların Entegrasyon Şeması

3.2.3.2 Akıllı Tahta Üzerinde Öğrenci Sesine Duyarlı Mikrofon Sistemi

Öğrencilerin seslerine duyarlı bir sistem akıllı tahta üzerine entegre edilebilir. Sözel dersler başta olmak üzere birçok derste kullanılabileceği düşünülmektedir. Öğrenci seslerinin daha önceden bir veri tabanına tanımlanmalıdır. Ders içinde aktif olan mikrofon, öğrenci cevaplarını sese göre ayırarak veri tabanına kaydeder. Bu özellik sayesinde öğrenciler seslerinden ayrılmış olur. Öğrenciler mikrofon kullanarak sesleri

akıllı tahtaya aktarılır. Aktarılan sesler öğrencilerin ID numaralarına göre ayrılır. Öğrencinin konuşması, kendini ifade etmesi derse katılımı için çok önemlidir. Bu durum öğrencilerde öz güven oluşturacağı ve derse katılım oranı arttıracacağı düşünülmektedir. Öğretmen, sınıf içinde gezerek öğrencilerin mikrofona konuşmasını sağlayabilir. Bu sayede eğitim ortamında, öğrencinin ön plana çıkması sağlanır. Şekil 22’ de akıllı tahta ile mikrofonun entegrasyon şeması yer almaktadır.



Şekil 25. Akıllı Tahta ile Mikrofonun Çalışma Prensibi

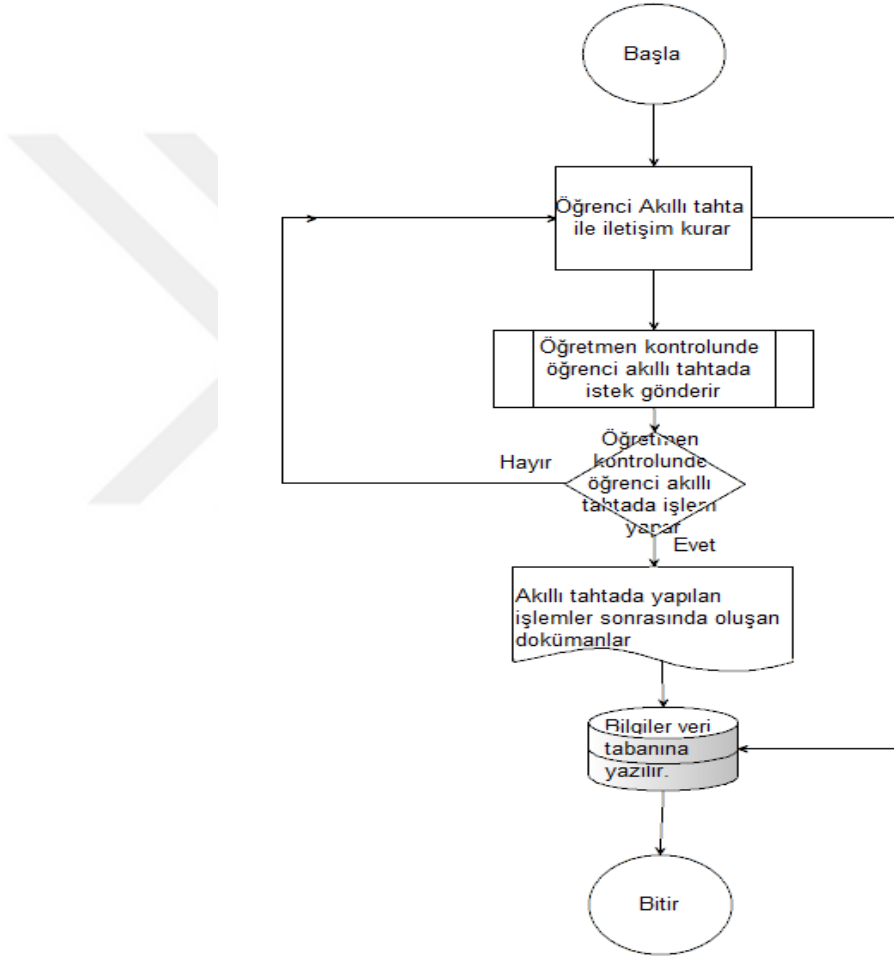
Akıllı tahta diğer akıllı cihazlarla entegrasyon halindedir. Akıllı tahta ile iletişime geçen öğrencinin nabız bilgileri, bileklik sayesinde akıllı tahta ekranında aktarılabilir. Öğrenci hangi akıllı cihaz ile bağlanırsa bağlansın, kullanıcı bilgileri ekranda çıkmaktadır. Öğrencinin akıllı tahta ekranına akıllı kalem ile yazması, öğrencinin bilgilerini (adı soyadı, numarası vb.) de ekrana yazdırır. Kısacası öğrenci, akıllı tahtaya hangi akıllı cihaz ile bağlanırsa veya kullanılırsa kullansın öğrenci bilgileri ve kullandığı akıllı cihaz bilgileri ekranda yer alır.

3.2.3.3 Öğrencilerin oluşturduğu Verilerinin Saklanması

Öğrenciler tarafından ders içinde oluşturulan her türlü veriyi kapsamaktadır. Bu veriler bulut/sunucu ortamında tutulmaktadır. Öğrencileri seslerinin daha önceden veri tabanına kaydedilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin yaptıkları işlemleri seslerinden ayırarak, yapılan işlemlerin hangi öğrencilerin yaptığını tespit etmek amacıyla tasarlanmıştır. Bu işlemler için hassas mikrofonlar kullanılarak tasarlanabilir. Bu sayede

öğrencilerin okuduğu metinler seslere göre ayrılır. Öğrenci Sesine Duyarlı Akıllı Mikrofonların Kullanılabilecek yerler;

- İngilizce Laboratuvarları,
- Öğrenci Münazara Salonları,
- Sözlü Mülakat ve Sözlü Değerlendirme Laboratuvarları,



Şekil 26. Akıllı Tahta Algoritma Şeması

3.2.3.4 Akıllı Tahtanın Diğer Cihazlarla Çalışma Önerileri

Akıllı Tahta ile Akıllı Tabletin Çalışma Önerisi: Ders ortamında öğretmen tarafından akıllı sınıflara soru gönderebilir. Öğrenciler akıllı sınıflarına gelen soruları çözerek tekrar akıllı tahtaya gönderir. Gönderilen cevaplar öğretmen onayından geçtikten sonra akıllı tahtaya aktarılır. Akıllı tahtaya aktarılan cevaplar ile birlikte cevapların hangi öğrenciden/tabletten geldiği bilgileri de yer almaktadır. Öğrenciler, öğretmenin

gönderdiği problemi ister oturdukları yerden isterse tahtaya kalkarak çözebilir. Öğrenci bu işlemleri öğretmenin onayı ile gerçekleştirir.

Akıllı Tahta ile Akıllı Kalem/Akıllı Sıranın Çalışma Önerisi: Ders ortamında öğretmen tarafından öğrenci akıllı sıralarına sorular gönderilir. Soruları çözen öğrenciler çözümleri akıllı tahtaya öğretmen kontrolünde geri gönderilir. Akıllı tahtaya gönderilen cevaplar zamana göre sıralama yapılır ve öğretmen onayına göre akıllı tahta ekranında sonuçlar gösterilir. Soruyu tahtada çözmek isteyen öğrenci akıllı kalemle tahtada soruyu tekrar çözer veya oturduğu yerden akıllı sıra üzerinden çözer. Soruyu çözen öğrencinin bilgileri akıllı tahta ekranında gösterilir, aynı zamanda veri tabanına da kaydedilir.

Akıllı Tahta ile Akıllı Mikrofonun Çalışma Önerisi: Öğrenciler İngilizce dersinde kelime telaffuzlarını öğrendikten sonra kelimelerin okunuşları ile ilgili pratik yaparken öğrencilerin seslerini kaydeden ve öğrencileri seslerinden ayıran bir sistem olarak tasarlanmıştır. Hangi öğrencinin hangi kelimeleri doğru okuduğunu yazılım alt yapısı ve mikrofonlar ile tespit edilir. Kaydedilen sesler, kelimelerin doğru okunup okunmadıkları analiz edilerek öğrencilerin değerlendirmeleri hızlı bir şekilde yapılır. Bu değerlendirme ve analizlerin yapılması için önceden öğrencilerin sesleri veri tabanına işlenmesi gerekmektedir.

3.2.4 Akıllı Sıra Sistemi

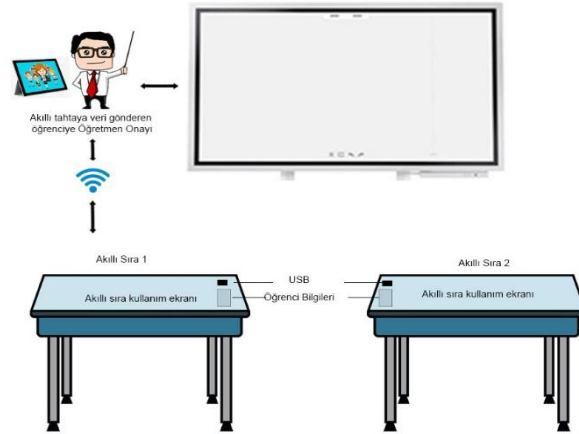
Öğrencilerin sınıf içinde en çok kullandıkları materyaller içinde akıllı tahtadan sonra akıllı sıra gelmektedir. Akıllı Sıra Sistemi, matematik, fen, sosyal bilgiler derslerinde çok kullanışlı bir sistem olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Tasarlamış olduğumuz akıllı sıra sistemi, kullanılan diğer akıllı cihazlarla iletişim halindedir. Akıllı sıralar, akıllı tabletlerde olduğu gibi kullanıcı adı, şifre ile kimlik doğrulama yöntemini kullanarak çalıştırmaktadır. Tasarlanan akıllı sıra sistemi, öğrencilerin, tahtayı iyi görememe, not almayı yetiştirememe gibi problemleri ortadan kaldırmakta, öğretmen için de zaman kazandırmaktadır. Tasarlanan akıllı sıra sistemi sayesinde ders içindeki aksiyonlar daha hızlı ve öğrenciler açısından daha anlaşılır hale geleceği bilinmektedir.

Öğrencilerin oturma planına göre akıllı tahta ekranı bölünerek kullanabilir. Bu özellik kullanılarak öğrencilerin yerinden kalkmadan akıllı tahtayı kullanmaları sağlanır. Uzaktan görme ve duyma problemleri olan öğrencilerin, yazamadım, yetiştiremedim gibi öğrenci sorunlarını da ortadan kaldıracakı düşünülmektedir. Böylece akıllı sıraların akıllı tabletlerin, akıllı tahta üzerinde çalışması sağlanır. Böylelikle akıllı sıralar daha kullanışlı ve daha zengin hale getirilmiş olunur. Akıllı Sıra Üzerinde Bulunabilecek Özellikler;

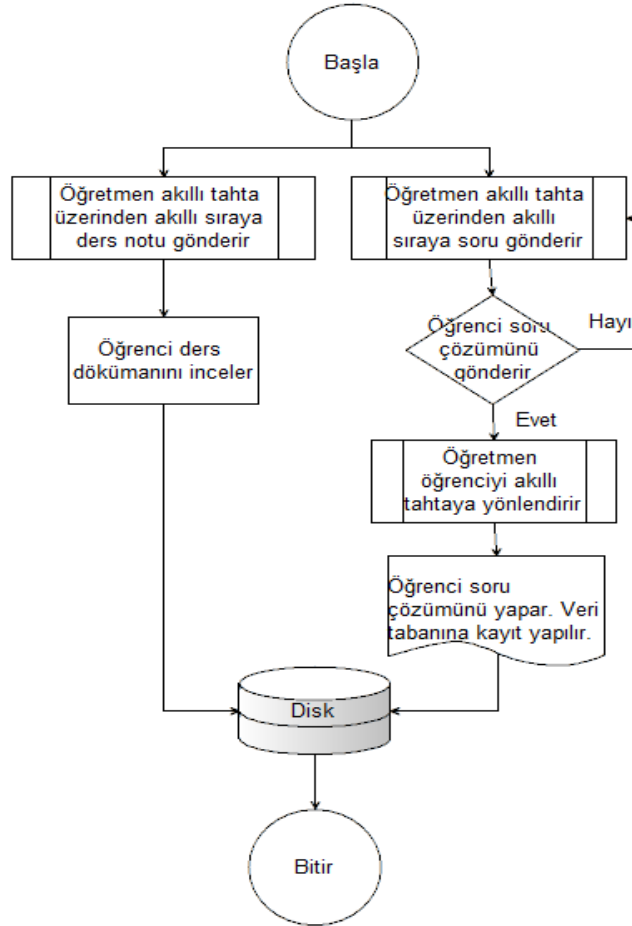
- Dokunmatik özelliği,
- USB ve Wi-Fi, Akıllı kalem desteği,
- Öğrenci Bilgileri Ekranı,

3.2.4.2 Akıllı Sıranın Çalışma Yapısı

Öğrencilerin kullandığı sıralar ile bütünleşik olarak tasarlanmış ve sıraların yüzey kısımlarının dokunmatik ekranlar kullanılmıştır. Öğrencilerin kullandığı akıllı sıralar çoklu dokunmatik özelliği yoktur. Çoklu dokunmatik özelliği öğretmen kontrolünde akıllı tahtalarda bulunmaktadır. Öğrenci sıralarına dijital ekranlar yerleştirilerek, akıllı sıra haline de getirilebilir. Gerekli yazılım altyapısı kullanarak öğretmen kontrolü sağlanır. Öğretmen kontrolünde tablet gibi çalışarak öğrencilerin yerinden kalkmadan soru çözümlerini yapabilecekleri bir sistem olarak tasarlanabilirler. Akıllı tahta ekranındaki görüntülerinin akıllı sıralara aktarılması, akıllı tahtanın diğer özellikleri arasında yer alır. Aynı zamanda akıllı tahta ekranı çoklu dokunmatik özelliğine de sahiptir. Bu sayede aynı ekranın farklı bölümlerini, farklı öğrenciler kullanarak, zaman açısından kısıtlı olan ders süreleri, daha verimli kullanılmasına olanak sağlar. Bu akıllı sıralar/tabletler, ilkokul öğrencileri kullanabilecekleri bilinmektedir. Şekil 24' de akıllı sıra ve akıllı tahta tasarımı yer almaktadır. Bu akıllı cihazlar Wi-Fi ile haberleşmektedir.



Şekil 27. Akıllı Sıra ile Akıllı Tahtanın Çalışma Prensibi



Şekil 28. Akıllı Sıra Algoritma Şeması

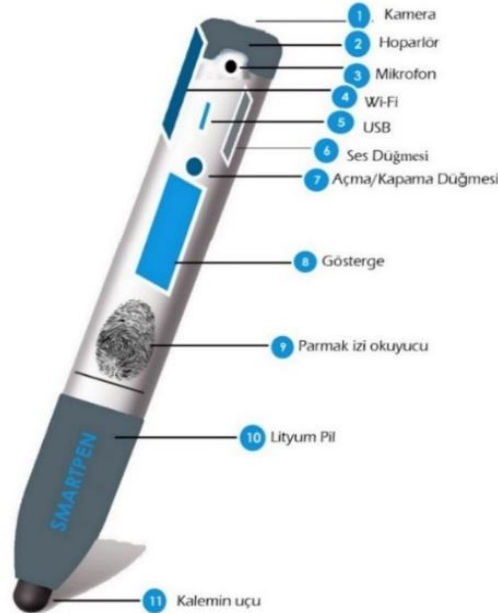
3.2.4.2 Akıllı Sıranın Çalışma Önerisi

Sınıf içinde öğretmen akıllı tahtada bulunan soruyu öğrencilerin kullandığı akıllı sıralara gönderir. Akıllı sıralar öğretmen kontrolündedir. Öğrenci akıllı sırada işlem yaparak çözümü tekrar akıllı tahtaya öğretmen kontrolünde gönderir. Öğretmen

kontrolünde öğrenci çözümü yerinden kalmadan veya akıllı tahta üzerinde çözmesi sağlanır.

3.2.5 Akıllı Kalem Sistemi

Okullarda kullanılan akıllı tahtaların artık günümüz şartlarında bazı derslerde yeterli gelmediği bilinmektedir. Bunun yanında diğer akıllı cihazlarında kullanılması daha iyi öğrenme ortamı hazırlayacaktır. Akıllı kalem üzerinde, elektronik kart ve sensörlerin bulunduğu bir cihazdır. Öğrencilerin en çok kullandıkları materyallerin içinde kalem de yer almaktadır. Her öğrenciye ait kişisel ID numaralı bir dijital kalem tasarımı önerilmiştir. Öğrencilerin kullandığı akıllı kalemleri akıllı tahtanın tanınması için QR-KOD, NFC, RFID teknolojileri kullanılabilir. Akıllı kalem, akıllı tahta ve akıllı sıra sisteminin bir parçasıdır. Akıllı kalem her iki platformda da çalışabilmektedir. Öğrencinin sürekli kullandığı en önemli enstrümanlar defter, kalem ve silgidir. Sınıf içinde bunlara tahta ve sırada dahil olur. Bu materyaller IoT teknolojileri kullanılarak, akıllı tahta, akıllı sıra, akıllı kalem olarak tasarlanmıştır. Bununla birlikte kullanılan bu materyaller dijital ortama aktarılmıştır. Şekil 26’ de akıllı kalem tasarımı yer almaktadır



Şekil 29. Akıllı Kalem Tasarımı

Tasarlanan Akıllı Kalemin Özellikleri;

- Parmak izi ile çalışması, ses ve görüntü kaydı alması

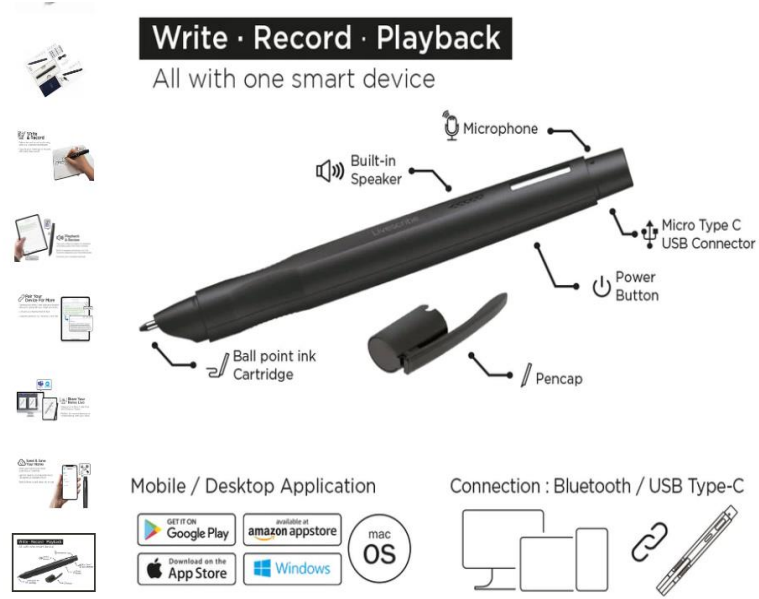
- Akıllı tahta, akıllı tablet ve akıllı sıralarda kullanabilme özelliği,
- Wi-Fi, Bluetooth ve USB özellikleri,
- Dosyaların kalıcı saklanması için bir hafıza alanının olması,
- Üzerinde dijital gösterge olması, pil ve saat bilgilerini göstermesi,
- Üzerinde sensörlerin olması, öğrenciden veriler toplaması, nabız, sıcaklık vb.
- Kaleme özel kâğıtların olması,

Akıllı kalem tüm notlarınızı hızlı bir şekilde kaybolmadan, unutulmadan dijitalleşmesini sağlar. Okul, toplantı, seminer gibi birçok ortamda kullanılabilirler. Livescribe marka akıllı kalemin şeklini Şekil 26’ de inceleyebiliriz (Smartpen, 2022).

Akıllı kalemler, engelli öğrencilerin derslerde daha rahat not almalarını sağlamak için tasarlanmıştır. Bu öğrenciler normal sınıf içinde normal öğrenciler ile eğitim gördükleri için, derslerden geri kalmamalarını düşünülerek tasarlanmıştır. Ders esnasında akıllı kalemleri kullanan engelli öğrencilerin başarı oranlarının arttığı belirlenmiştir. Smartpen Livescribe tarafından 3 farklı versiyon olarak üretilmiştir. Bu kalemler, Echo, Sky ve Livescribe Three versiyonlarından oluşmaktadır (Patti ve Garland, 2015:1-2).

Livescribe marka Akıllı Kalemin Özellikleri;

- Ses kaydetme özelliği,
- Wi-Fi ile internet ve kulaklık cihazlarına bağlanma,
- Kaydedilen sesleri diğer akıllı cihazlara gönderebilme,
- Android, iOS, Windows ve Mac Desteği,
- Zoom ve Teams uygulamalarında online kullanabilme,
- Alınan notları mail olarak gönderebilme,
- Bulut desteği, Dropbox ve Google Drive,
- .PDF, .DOCX, .TXT, SVG dosya uzantıları desteklemesi

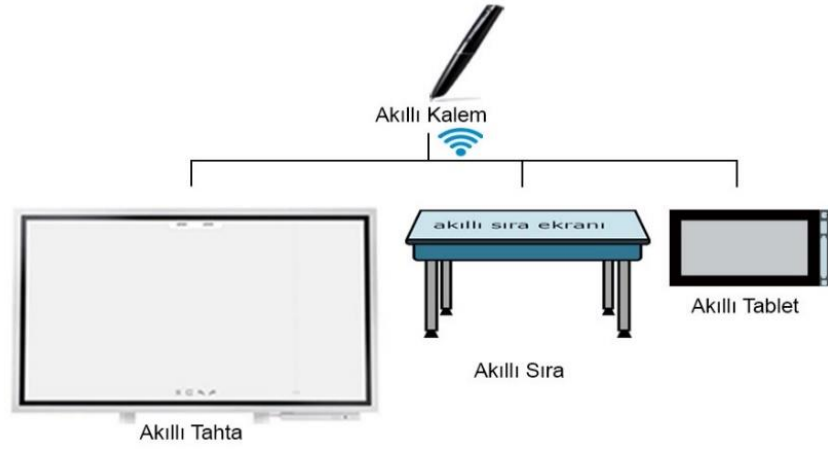


Kaynak: <https://us.livescribe.com/collections/smartpens/>
Şekil 30. Akıllı Kalem ve Özellikleri

3.2.5.1 Akıllı Kalemin Çalışma Yapısı

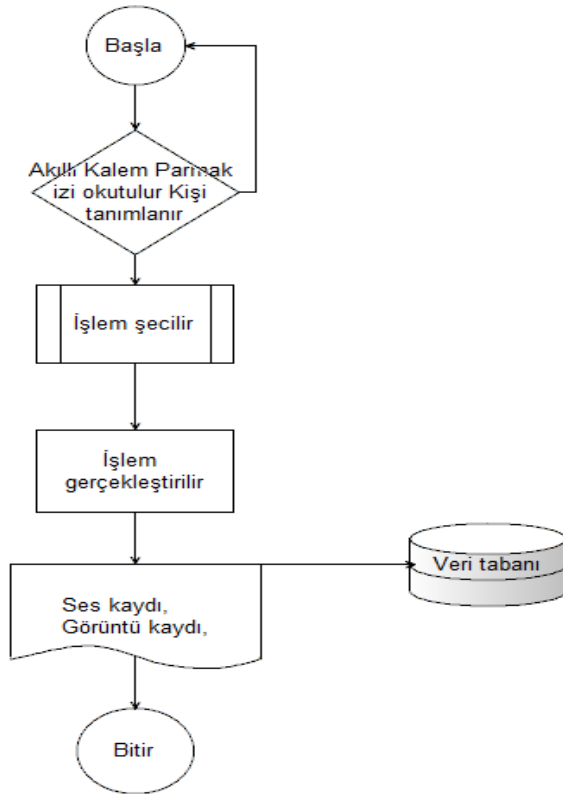
Öğrencilerin okul içinde/dışında kullanabilecekleri bir cihazdır. Ders içinde veya ders dışında öğretmen kontrolünden bağımsız olarak kullanılmaktadır. Tüm akıllı cihazlarla uyumlu bir şekilde çalışmaktadır. Akıllı tahta, akıllı sıra, akıllı tablet ortamlarında kullanılmaktadır. Akıllı kalem tarafından yapılan tüm işlemler akıllı tahta üzerinde kaydedilir. Akıllı tahtayı kullanan her öğrenci önce kalemi akıllı tahtaya okutur, sonra işlemini yapmaya başlar. Hangi soruyu hangi akıllı kalemin çözdüğü akıllı tahta ortamında tutulur.

Öğrenci numaraları akıllı kalemlerin ID numarası olarak atanır. Kullanılan kalemler hangi öğrenci tarafından işlem yapıldığını belirtir. Akıllı kalemde Parmak izi, kimlik doğrulama için kullanılır. Bazen öğrenciler akıllı kalemlerini değiştirmek isteyebilir. Bunu önlemek ve öğrenci ile eşleşmesi için akıllı kalemler üzerinde parmak izi okuyucu kullanılmıştır. Akıllı kalemin diğer cihazlarla bağlantı şeması Şekil 28’de yer almaktadır.



Şekil 31. Akıllı Kalemın Akıllı Cihazlarla Çalışma Prensihi

Akıllı kalem̈ler için kendilerine özel tasarlanmış kağıtlar kullanılmaktadır. Kullanılan özel kağıtlar sayesinde kâğıda çizilen her türlü şekil istenilen akıllı cihazın ekranına aktarılmaktadır. Bu akıllı kağıtlar üzerine çizilen her türlü şekil kalem üzerinde bulunan kızıl ötesi ısınları ile ekrana aktarılmaktadır. Akıllı kalem sayesinde, yazılan tüm notlar ve ses kayıtları dijital ortama aktarılarak kayıt altına alınır. Böylece öğrenci notlarını hızlı bir şekilde alması, yerinde ve zamanında kullanılması sağlanır.



Şekil 32. Akıllı Kalem Algoritma Şeması

3.2.5.2 Akıllı Kalemin Çalışma Önerisi

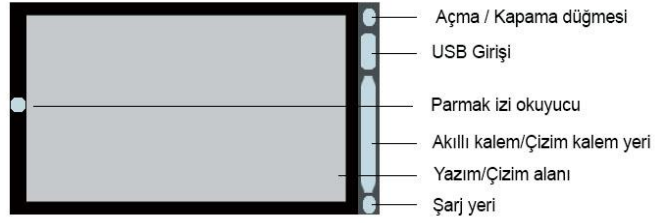
Öğrencilerin, sınıf içinde ve sınıf dışında, notlarını sesli ve görüntülü olarak kayıtları alabilir. Öğrenciler notlarını hızlı bir şekilde akıllı kalem ile alarak vakit kaybetmeden işlemlerini yapabilmeleri sağlanır. Wi-Fi özelliği ile de kaydedilen dosyalar mail olarak gönderilmektedir. Bu sayede ders notları daha kolay alınmış ve dijital ortama taşınmış olunur.

3.2.6 Akıllı Tablet Sistemi

Öğrencilerin en çok kullandıkları materyallerin içinde defter de yer almaktadır. Akıllı tabletler adeta öğrencilerin bir defteri gibidir. Akıllı sıraların yanı sıra akıllı tabletlerde sınıf ortamlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. İlkokul, ortaokul öğrencilerinin daha önceki deneyimlerinden bu tabletleri kullanabileceği bilinmektedir.

Sınıf ortamında akıllı tablet kullanımı, derslerin görsel ve işitsel olarak işlenmesini sağlamaktadır. Öğrencilerin öğrenme ortamlarını zenginleştirdiği gibi anlaşılması güç olan konular için görsel ve işitsel ortam sağlayan akıllı cihazlardır. Okullarda öğrencilere tabletler dağıtılmış ve dersler için faydalı bir teknolojik materyal olduğu bilinmektedir. Öğrenciler akıllı cihazları çalıştırmak için bir kimlik doğrulama kullanılır. Akıllı cihazların, birbirleriyle uyumlu çalışacak yazılım sistemleri kullanılarak tasarlanmıştır. Tabletlerin kullanımında kullanıcı adı, şifre ve parmak izi kullanılmaktadır. Akıllı tabletlerde öğrencilerin ders dokümanları, ders videoları ve kendi kişisel çalışmaları yer almaktadır. Böylece dokümanlar dijital ortamda daha kullanışlı hale gelmektedir. Akıllı Tablette Olması Gereken Özellikler;

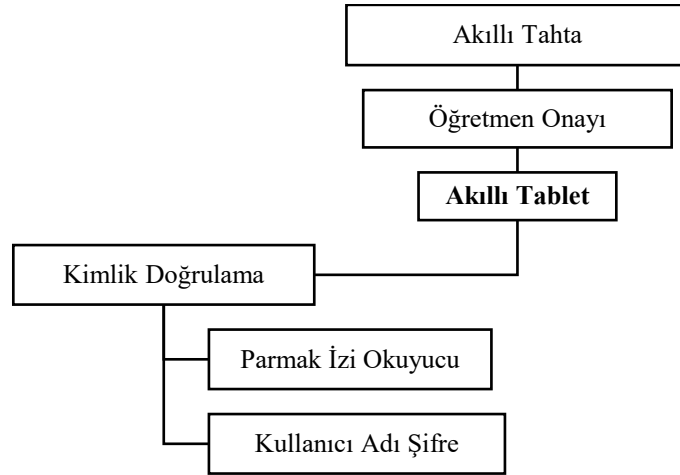
- Ekrandaki metni/görseli akıllı tahta ekranına aktarma/yansıtma özelliği,
- Akıllı kalem, akıllı tahta, akıllı sıra ile uyumlu olması,
- Wi-Fi ve USB özelliği olması,
- Yeterli bellek kapasitesi,



Şekil 33. Akıllı Tablet Tasarım Önerisi

3.2.6.1 Akıllı Tablet Çalışma Yapısı

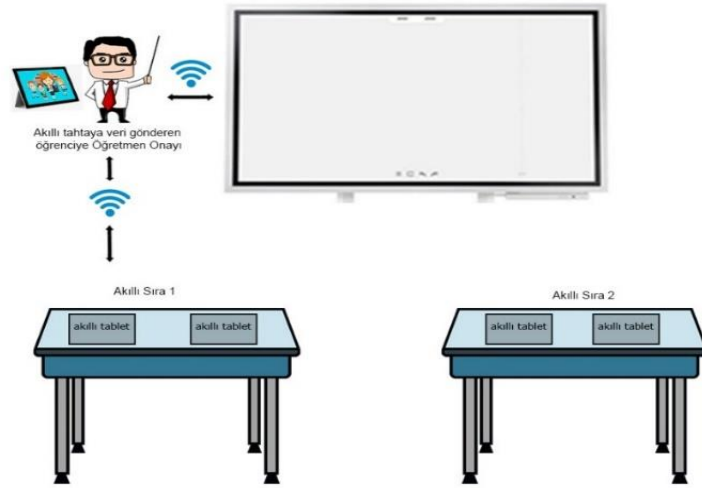
Akıllı tablet kullanımı ile fiziksel ders materyalleri, dijital ortama taşınmış olur. Öğrencilerin defter/kitap taşıma/unutma problemi çözülmüş olur. Öğrencilerin ders içinde/dışında akıllı tabletleri kullanması, öğrencilerin öğrenme açısından daha faydalı olacağı düşünülmektedir. Öğrencilerin ders içinde/dışında yaptığı çalışmalar tablet ile daha görsel hale getirilir. Kişisel becerilerin daha iyi geliştirilmesi için bazı durumlarda öğrencilerin öğretmenden bağımsız olarak ta çalışabilecekleri akıllı cihazlardır. Öğrencilerin tablet üzerinde yaptığı çalışmalar öğretmen izni dahilinde akıllı tahtaya aktarabilmektedir. Öğrenciler çizim yapılan derslerde, rahatlıkla çizim yaparak görseller daha anlaşılır hale gelir. Resim, görsel sanatlar, sosyal dersler içinde geçen görselleri, tablet sayesinde daha net/anlaşılır görmeleri sağlanır.



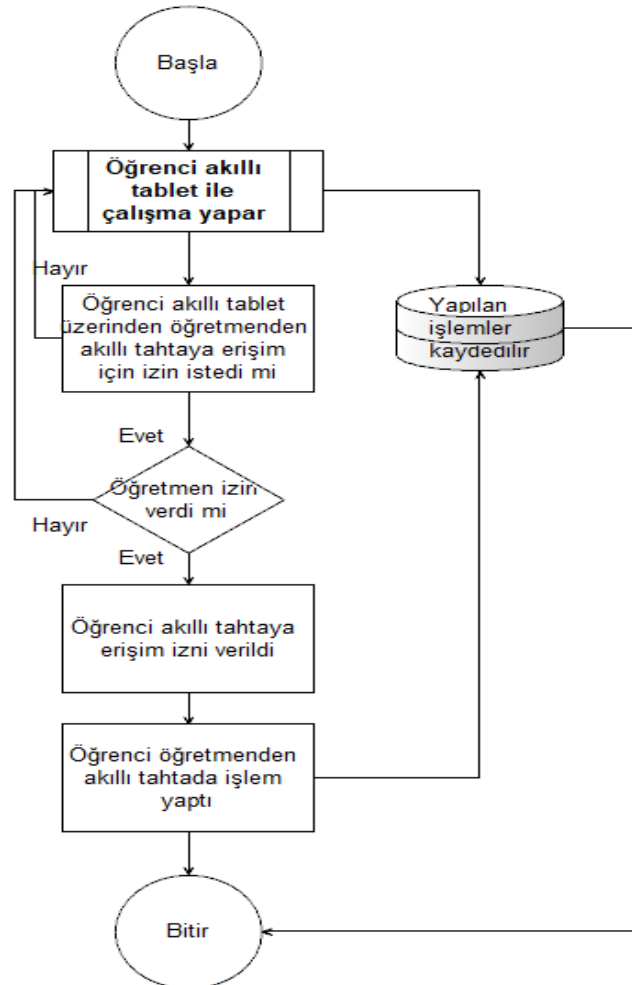
Şekil 34. Akıllı Tablet Akıllı Tahta ile Entegrasyon Şeması

Akıllı tablet ve akıllı tahtanın çalışma prensiplerin birbirine benzemektedir. Tasarlanan akıllı tabletler akıllı tahta ile uyumlu bir şekilde çalışması için gerekli yazılım alt yapısı kullanılmıştır. Bu akıllı cihazların kullanılması sınıf ortamında veri paylaşımının önünü açmaktadır. Öğrencilerin tabletler ile akıllı tahtaya bağlanmaları için

öğretmen kontrolünde kimlik doğrulama yaparak akıllı tahtaya bağlanıp işlem yapmaları sağlanır. Böylece öğrenci yerinden kalmadan elindeki tableti kullanarak akıllı tahta üzerinde işlem yapılması sağlanır.



Şekil 35. Akıllı Tablet ve Akıllı Tahtanın Çalışma Prensibi



Şekil 36. Akıllı Tahta Algoritma Şeması

3.2.6.2 Akıllı Tabletın Çalışma Önerisi

Öğretmen akıllı tahta üzerinden öğrencilere çözmeleri için bir problem gönderebilir. Problemi çözen öğrenciler sonucu akıllı tahta gönderir. Sınıf ortamında öğrenciler akıllı tahtayla iletişime geçmek istediğinde öğretmen onayı ile karşılaşırlar. Öğretmen onayından sonra öğrenci akıllı tahtaya ile iletişime geçer. Gelen cevapları öğretmen onayı ile akıllı tahtaya aktarır. İsteyen öğrenci soruyu tahtaya kalkmadan tablet üzerinden de çözebilir. Tahtaya kalmak isteyenler öğrenciler, tahta üzerinde dokunmatik özelliğini kullanarak soruyu çözer. Kullanılan akıllı tahtalar çoklu dokunmatik özelliğine sahiptir. Öğretmenin onayı ile akıllı tahtada 2/3 öğrenci aynı anda problemi çözebilir. Günümüzde okullarda kullanılan akıllı tahtaların çoklu dokunmatik özelliği yoktur. Bu çoklu dokunmatik özelliği akıllı tahtalara eklenerek daha verimli sonuçlar alınabilir.

3.2.7 Akıllı Bileklik Kullanımı Önerisi

Akıllı bileklik, tam bir IoT teknolojisidir. Günlük hayatta kullanabileceğimiz bu bileklik sayesinde kişisel olarak üretilen birçok veriyi toplamayı sağlayan bir teknolojidir. Tasarlanan ÖGS içinde kullanılması için önerilir. Okul sistemi için gerekli özelliklerde akıllı bileklik tasarımı yapılarak akıllı sistemler içinde kullanılabilir. Akıllı bileklik öğrenciden alınan birçok veriyi gerekli yerlere göndermekle yükümlüdür. Okul için tasarlanan, akıllı sistemin bir parçası olarak kullanılır. Akıllı Bileklik Özellikleri;

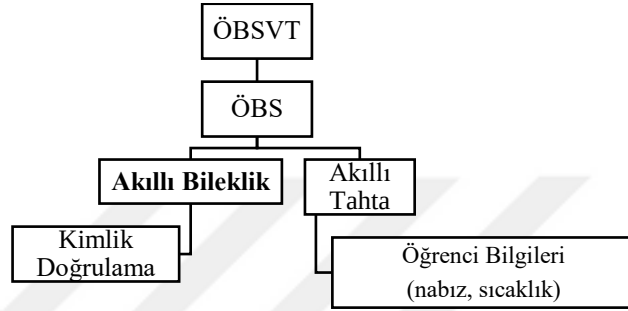
- Öğrencilere Tanımlanması,
- Konum Bilgisi, Sıcaklık, Nabız vb. özelliklerinin olması,
- Wi-Fi, Bluetooth özelliği,
- Acil durum düğmesi,



Şekil 37. Akıllı Bileklik Tasarımı

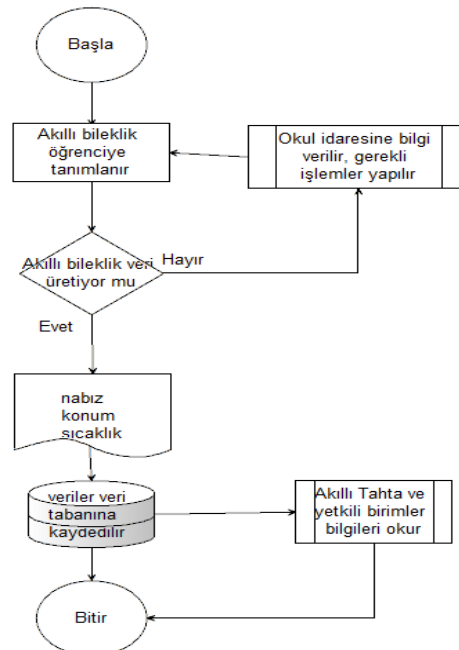
3.2.7.1 Akıllı Bilekliğin Çalışma Yapısı

Akıllı bileklik, ÖBS üzerine de kolayca entegre edilebilir akıllı bir cihazdır. Akıllı bileklik topladığı verileri ÖBSVT' ne gönderir. Bu sayede öğrencilerden toplanan veriler, analiz edilmek, raporlanmak için kullanılır. Bu veriler, okul idaresi ve öğrenci velisi tarafından görünmesi sağlanır.



Şekil 38. Akıllı Tahta ile Akıllı Tabletin Entegrasyon Şeması

Sağlık sektöründe çok sık kullanılan bu bileklik öğrencilerin, nabız, ateş, konum gibi birçok veriyi toplar ve veri tabanına gönderilmesini sağlar. Buradaki bilekliğe birkaç özellik ekleyerek okullarda kullanılması sağlanabilir. Öğrenciye ait olan ID numarası, akıllı bilekliğe tanımlanır. Burada bir kimlik doğrulama ile akıllı bileklik öğrencinin kullanması sağlanır. Akıllı bileklik verileri veri tabanına gönderir, akıllı tahta bu verileri gerektiğinde kendi ekranında da gösterir.



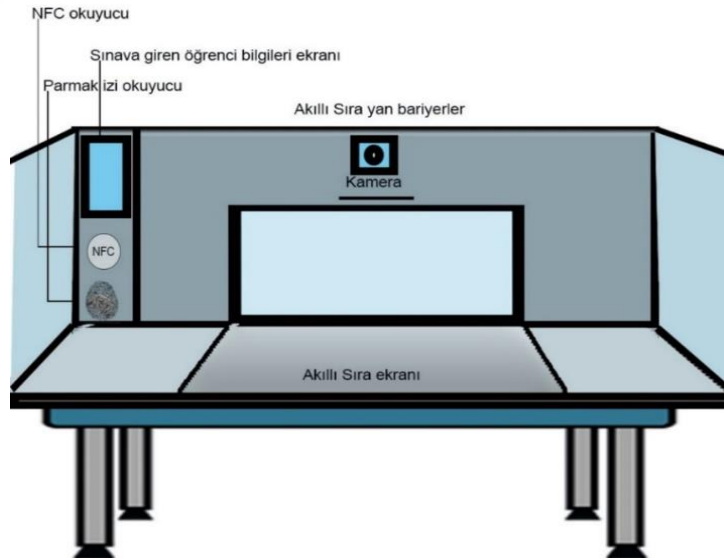
Şekil 39. Akıllı Bileklik Algoritma Şeması

3.2.7.2 Akıllı Bilekliğin Çalışma Önerisi

Öğrenci okul içinde/dışındayken, öğrencinin konum bilgisi, nabız bilgisi, sıcaklık gibi bilgileri akıllı bileklik sayesinde belli zaman aralıklarında veri tabanına gönderilir. Öğrenciden alınan bu bilgiler okul idaresi ve veliler tarafından görülmektedir. Akıllı bileklik, öğrenciyle ilgili birçok konuda bilgi sahibi olunmasını sağlar. Öğrenci hayati önem arz eden acil durumlarda, acil düğmesine basarak yardım talebinde bulunur. Öğrencinin konum bilgilerinden öğrenciye müdahale edilir.

3.2.8 Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı Tasarım Önerisi

Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı (ASSL), Öğrenci Bilgi Sistemi'nin bir alt sistemidir. ASSL okul sistemi içinde yer alan bir bilgisayar laboratuvarı içinde akıllı cihazlardan oluşan bir sistem odasıdır. Öğrencilerin kendilerini iyi hissettikleri ve istedikleri zaman diliminde dijital ortamda sınavlarına girmelerini sağlamak için tasarlanmıştır. Akıllı sınav sistemi tasarımında, akıllı sıra, NFC okuyucu, parmak izi okuyucu, kamera ve sensörler kullanılmıştır. Şekil 37'de ASSL tasarımı yer almaktadır.

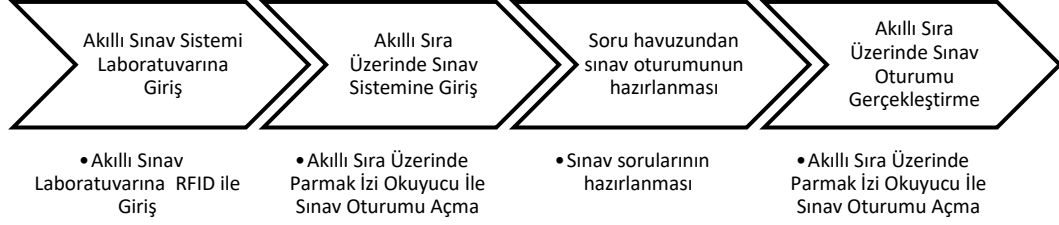


Şekil 40. Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı Tasarımı

3.2.8.1 Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı Çalışma Yapısı

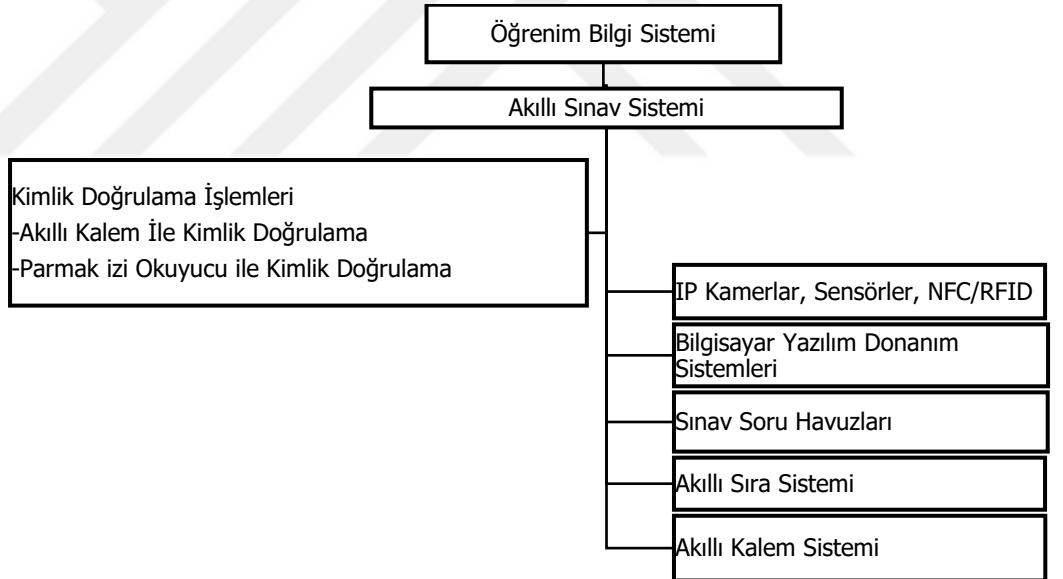
ASSL, 7/24 çalışan bir sistemdir. Öğrenci istediği zaman sınavlarını dijital ortamda gerçekleştirmesi sağlanır. Bu sistemin en önemli faydaları öğrenci kendini iyi

hissettiği an sınavı gerçekleştirir. Kırtasiye giderleri, zaman ve maliyet tasarrufu sağlar. Şekil 38’de akıllı sınavın gerçekleştirme adımları yer alır.

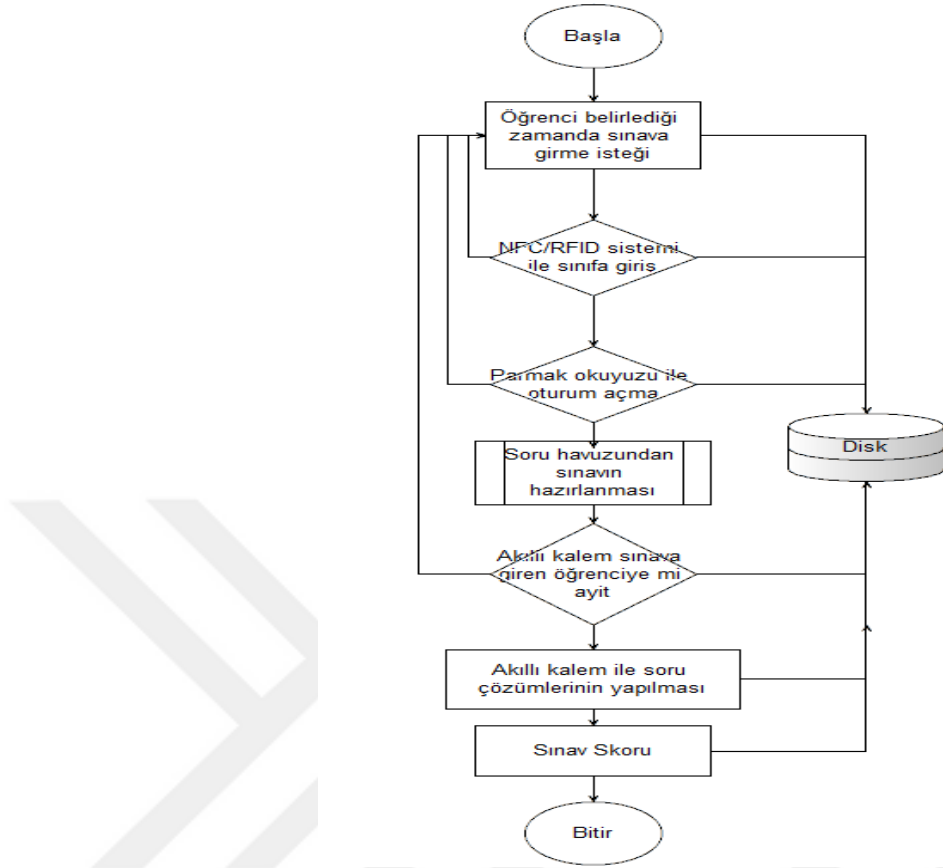


Şekil 41. Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı İşleyiş Şeması

Şekil 39’ u incelediğimizde, ASSL ve alt sistemlerin çalışma entegrasyonu yer almaktadır. Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı, öğrencilerin önceden belirlenen zamanda sınava girmeleri, öğrenci psikolojisi ve başarısı göz önüne alındığında, çok verimli sonuçların alınmaya bilinir.



Şekil 42. Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı Kullanılan Alt Sistemlerin Entegrasyon Şeması



Şekil 43. Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı Algoritma Şeması

Akıllı IoT Laboratuvarı: Elektronik laboratuvarlarının, öğrencilerin pilot projeler geliştirmesine olanak sağlayan test teknolojisiyle donatılmasıdır. Tüm akıllı kampüs projelerini IoT Lab'a bağlamak ve tüm sensör ağından gelen verileri görselleştirmek ve yapay zekaya dayalı türetilmiş uygulamalar oluşturmak için bir izleme ve kontrol noktası oluşturmak mümkündür.

Akademisyen/Öğretmenlerin bilgilerini güncellemek: IoT programlamada eğitim programlarının içeriklerinin güncellenmesidir. Eğitim müfredatlarının okul ihtiyaçlarına göre yenilenmesi için öğretmen yetiştirme esastır. Öğrencilerin gelecekteki istihdam edilebilirlikleri, yarının teknolojisine hazırlanmalarına bağlıdır.

3.2.8.2 Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı Çalışma Önerisi

Öğrenci sınav odasına NFC kimlik kartını ile giriş yapar. Sınav oturumunu gerçekleştirmek için bir akıllı sistemi tercih eder. Sınav oturumunu açmak için parmak izi okutucuyu kullanarak oturumu açar. Sınav oturumu açıldıktan soru havuzundan sınav

soruları seçilir. Daha sonra soruları çözmek için kendi akıllı kalemi ile soru çözümlerini gerçekleştirilir. Sınav bitiminde sınav skoru hemen hesaplanır.

3.2.9 Akıllı Kütüphane Sistemi Tasarım Önerisi

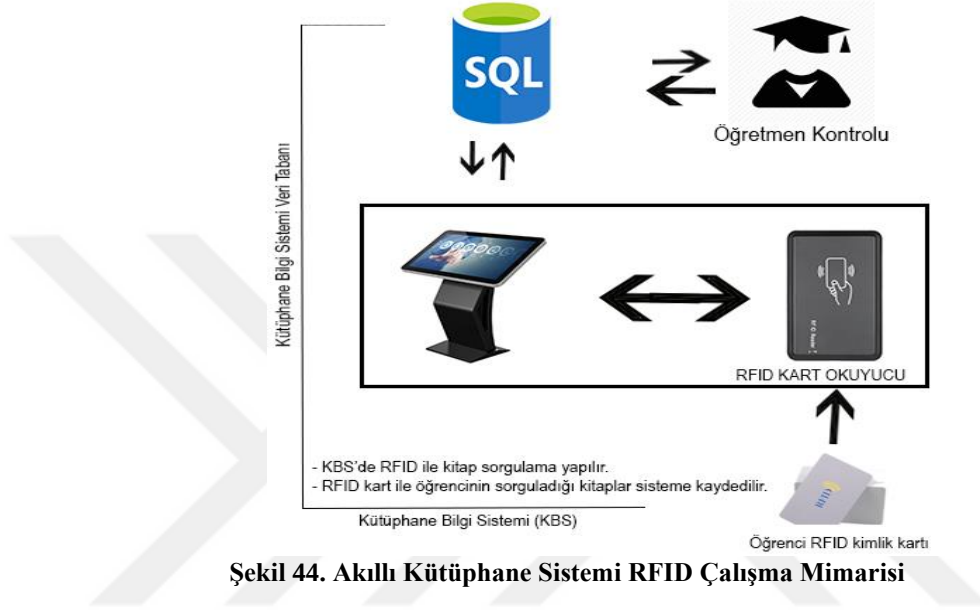
Öğrencilerin kütüphane içinde gerçekleştirdiği işlemleri kayıt altına alan sistem olarak tasarlanmıştır. Bu sistem ile öğrencilerin kütüphane hareketleri izlenmektedir. Öğrencilerin kütüphaneden aldıkları kitap, E-Kitap, dergileri ve yaptığı araştırmaları dijital ortama taşıyan, danışman tarafından kontrol edilmesini sağlayan bir sistemdir. Öğrencilerin Akıllı Kütüphane Sistemi (AKS), yer alan tüm veriler ÖBS üzerinde tutulmaktadır. AKS, ÖBS' nin bir alt sistemidir. AKS için tasarlanan sistemlerde RFID ve NFC teknolojilerinin kullanımı uygun olduğu görülmektedir. AKS içinde IoT Teknolojileri ürünü olan RFID/NFC teknolojisi kullanılarak tasarlanmıştır. Bu sayede öğrencilerin kütüphane hareketleri kaydedilerek, gelecek zamanlarda bu bilgilerden faydalanılması sağlanır. Okullarda ve üniversitelerde olan kütüphane sistemleri öğrenciye kapalı sistemlerdir. Öğrenci incelediği kitapları, araştırdığı kaynakları ve konu başlıkları, kütüphane bilgilerini tam olarak görememektedir. RFID teknolojileri sayesinde bu sistemlerdeki bilgiler öğrencilere açılarak hangi kaynağın, ne zaman faydalandığı, kaynağın danışman onayları, bunların analizleri gibi bilgileri kapsamaktadır. AKS tasarımıyla Kullanılabilecek Sistemler;

- NFC ve RFID Teknolojileri,
- Dokunmatik ekranlı bilgisayarlar,
- Bilgisayar yazılım ve donanımları,
- Sunucu ve İnternet teknolojileri,
- Yazıcı ve tarayıcılar,

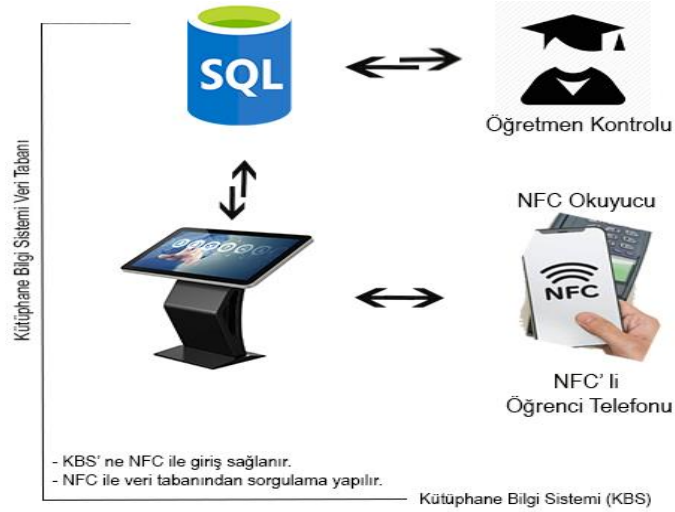
3.2.9.1 Akıllı Kütüphane Sistemi Çalışma Yapısı

Öğrencilerin AKS üzerinde yaptığı işlemler öğretmen tarafından görülmekte ve izlenmektedir. Öğretmen yorum ve değerlendirmelerini sistem üzerinden yaparak öğrenciye iletir. Bu sistem öğrencinin doğru bilgiye doğru kaynakla ulaşmasını hızlandırır. Tasarlanan sistem öğrencilerin, kütüphane alışkanlıkları arttıracığı, kütüphane alışkanlıklarının artması başarı oranını da arttıracığı düşünülmektedir.

Kütüphane sistemi için tasarlanan Şekil 41’ de RFID mimarisi, Şekil 42’ de NFC mimarisi yer almaktadır. Akıllı Kütüphane Sistemi, Öğrenci Bilgi Sistemi ile anlık bilgi transferi sağlanır. Böylelikle öğrencinin tüm işlem ve hareketleri tek bir sistem üzerinde toplanmasını sağlamaktadır.



Şekil 44. Akıllı Kütüphane Sistemi RFID Çalışma Mimarisi



Şekil 45. Akıllı Kütüphane Sistemi NFC Mimarisi

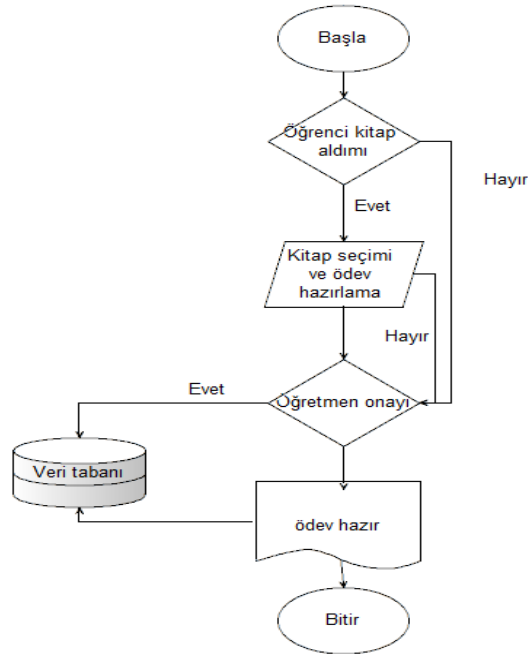
Öğrenciler kütüphanedeki işlemleri için RFID kartını okutarak yapabilecektir. Bu sayede öğrencilerin haftalık, aylık kütüphane bilgileri oluşturulmuş olur. RFID/NFC teknolojileri işleyişi hızlandırması, zaman kazandırması, yapılan işlemlerin dijitalleşmesi sağlanır.

Tablo 8: Kütüphane Bilgi Sistemi Görüntüsü

SN	Ödev Konusu	Kaynakça	Tarih	Danışman Onay D.
1	Eğitimde IOT Kullanımı	IoT	1.05.2022	Onaylandı

Kütüphanede Kullanılmak için Tasarlanan RFID Kartının Çalışma Adımları;

- Öğrenci RFID kimlik kartı ile AKS veri tabanına giriş yapar.
- Öğrenci kaynakça tarama işlemine başlar, Öğretmen onayına sunar,
- Öğrenci ödev/proje hazırlar,
- Öğrenci RFID kimlik kartı ile AKS veri tabanına kaydeder ve çıkış yapar.



Şekil 46. Akıllı Kütüphane Sistemi Algoritma Şeması

3.2.9.2 Akıllı Kütüphane Sistemi Çalışma Önerisi

Öğrenciler kütüphaneye RFID/NFC kimlik kartı ile giriş sağlar. Öğrencileri kütüphane girişinde şekil 41 ve şekil 42’ De tasarlanan sistemler karşılar. Sisteme RFID kart okutulurak giriş yapılır, konu yazılır ve kaynaklar belirlenir. İncelenen bu kaynakçaların bilgisi, kitapların raf bilgileri sistem üzerine kaydedilir. İhtiyaç halinde aynı kaynak kütüphane içinde zaman kaybetmeden bulunur. Yapılan tüm işlemler veri tabanına kaydedilir. Bu bilgiler danışmana anlık iletilir. Doğru kaynağa ulaşma

noktasında danışman bilgisi paylaşılır. Kitap ve E-kitaplardan alınan sayfalar öğrenci tarafından taratılarak AKS üzerine kaydedilir. Taranan dokümanlar AKS öğrenci oturumu üzerine dijital olarak saklanır. Öğrenci burada sakladığı dokümanları ödevinde kullanır.

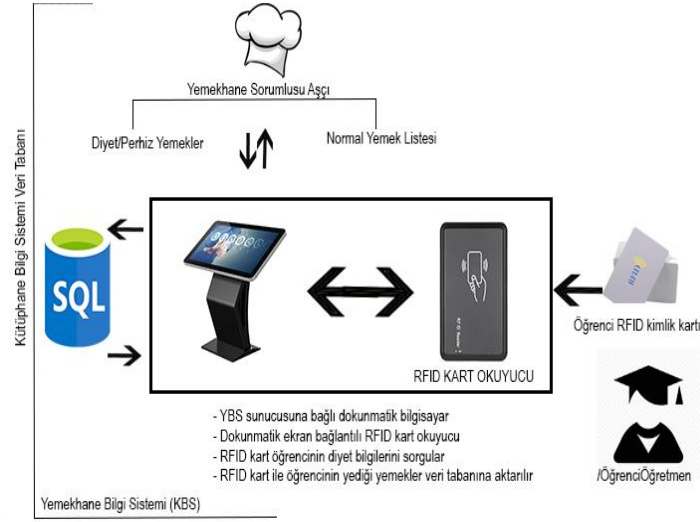
3.2.10 Akıllı Yemekhane Sistemi Tasarım Önerisi

Öğrencilerin yemekhanedeki tüm işlemlerini kayıt altına alan sistem olarak tasarlanmıştır. Akıllı Yemekhane Sistemi (AYS) sayesinde öğrencilerin yemekhane hareketleri izlenmesi sağlanır. Öğrencilerin öğün bilgileri, perhiz/diyet bilgileri sistem üzerine önceden tanımlanmıştır. Bu işlemler, tüm yıl boyunca kaydedilerek bu verilerin analiz edilmesi sağlanır. Öğrencilerin AYS üzerindeki tüm bilgileri ÖBS üzerine anlık gönderir. AYS, ÖBS ‘nin bir alt sistemidir. AYS, KBS ile aynı çalışma mantığına sahiptir. Önemli farklardan biri ödeme işlemidir. RFID/NFC kartı AYS içinde ödeme sistemi otomatik olarak devreye girer. Bu işlemler için AYS ortamına internet altyapısı, güvenlik sistemleri ve RFID teknolojilerinin entegre edilmesi gerekmektedir. AYS tasarımında Kullanılabilecek Sistemler;

- NFC ve RFID Teknolojileri,
- Dokunmatik ekranlı bilgisayarlar,
- Bilgisayar yazılım ve donanımları,
- Sunucu ve İnternet teknolojileri,

3.2.10.1 Akıllı Yemekhane Sistemi Çalışma Yapısı

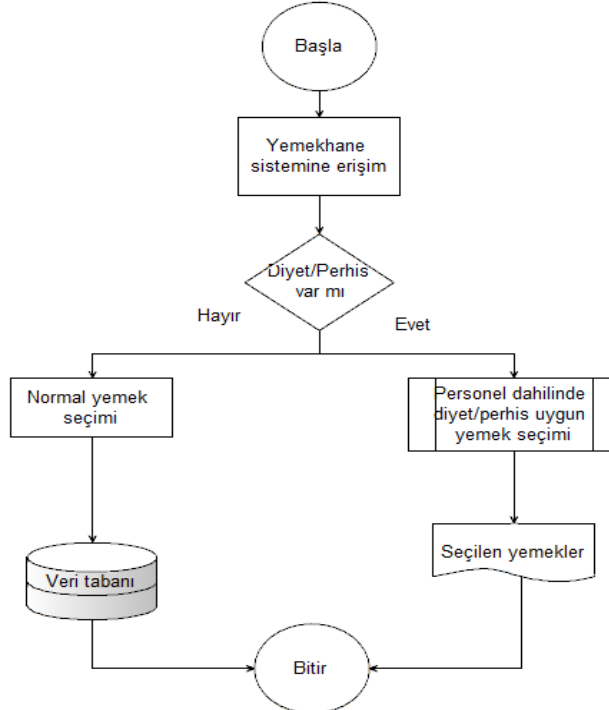
Akıllı Yemekhane Sistemi üzerinde öğrencilerin yediği yemeklerin listesi, perhiz/diyet bilgileri yer almaktadır. Yemekhanenin bu durumu bilmesi ve öğrencilerin bu bilgilerine göre yemek listesini hazırlanmaktadır. Yemekhane sorumlusu bu bilgileri görür ve bu bilgilere göre yemek listesi oluşturur. Bu sayede yemekhanelerde oluşan yemek israfının da önüne geçilmiş olunur. Öğrencinin perhiz/diyet bilgileri daha önceden sisteme tanımlanır. Yemekhaneye gelen öğrenci RFID/NFC kartını okutarak yiyebileceği yemekler dijital ekranda görür ve yemekhane personeli olmadan yemeklerini alabilir. Aynı zamanda RFID/NFC teknolojisi burada ödeme işlemi içinde kullanılır. Yemek seçimi yapıldığında ödeme işlemi otomatik gerçekleşir.



Şekil 47. Akıllı Yemekhane Sistemi RFID Mimarisi

Tablo 9: Akıllı Yemekhane Sistemi Görüntüsü

SN	Yemek Listesi	TARİH	Öğrencinin Diyet/Perhiz Bilgileri
1	İşkembe çorba	1.05.2022	Tatlı yemiyor. Ayrar alabilir.
2	Pideli köfte	1.05.2022	
3	Kemalpaşa	1.05.2022	



Şekil 48. Akıllı Yemekhane Sistemi Algoritma Şeması

3.2.10.2 Akıllı Yemekhane Sistemi Çalışma Önerisi

Öğrencilerin yemekhane girişinde RFID kartlarını okutması ile yemekhane işlemleri başlar. Öğrencinin yiyebileceği yemekler dijital ekranda listelenir. Yediği yemekler RFID sistemi kullanılarak seçilir ve kaydedilir. Zaman kaybetmeden, yemekler ile ilgili soruları, personel olmadan RFID kartı ile öğrenir. Öğrenciler RFID kartını okutarak hangi yemeğin içinde neler olduğunu da görebilir. RFID/NFC kartı ile hem yemek seçimi hem de ödeme işlemi gerçekleşir. AYS Çalışma Adımları;

- Öğrenci RFID/NFC kimlik kartı ile AYS' ne giriş yapar,
- Öğrencinin daha önceden perhiz/diyet bilgilerini yemekhaneye iletilir,
- Öğrencinin yediği yemekler RFID/NFC kartı ile sisteme aktarılır,
- Öğrenci yemeklerini seçer, alır ve öder, AYS veri tabanına kaydedilir,
- AYS üzerindeki bilgilerin ÖBS' ne gönderilir,

3.3 Okullarda Kullanılabilecek IoT Uygulamaları

Uygulaması yapılan sistemler ortaokul düzeyinde eğitim gören öğrenciler için önerilmektedir. Uygulamalarda Arduino ve sensör teknolojileri kullanılmıştır. Bu teknolojilerin maliyet ve temin edilmesi açısından diğer teknolojilere göre daha uygundur. Bu uygulamalar öğrencilerin yaş gruplarına göre farklı IoT teknolojileri kullanılabilir ve daha kapsamlı akıllı sistemler yapılabilir.

3.3.1 NFC ile Öğrenci Bilgi Sistemi Erişim Uygulaması

Öğrenci velilerinin, sistem üzerindeki öğrenci bilgilerine erişim sağlamaları için tasarlanmıştır. Okul ile daha hızlı, zaman ve mekândan bağımsız olarak iletişim kurmalarını sağlamak için bu çalışma yapılmıştır. Öğrenci velilerinin sisteme giriş esnasında zorlanmaları, kullanıcı adı şifrelerini unutmaları, sisteme girişlerinin nasıl yapıldığını bilmemelerinden dolayı bu işlemleri kolaylaştırmak için NFC teknolojileri kullanılmıştır.

3.3.1.1 Öğrenci Bilgi Sistemi Erişiminde Yaşanan Sorunlar

Günlük hayatta iş yoğunluğunun olması, ÖBS girişinde yaşanan sorunların olması, kullanıcı adı ve şifrelerin unutulması, web adresinin yanlış yazılması, hangi web adresinden sisteme ulaşılabileceğinin bilinmemesi, admin panel ve kimlik doğrulama gibi işlemlerin yapılamaması, bazı öğrenci velilerinin öğrenci bilgi sistemlerine erişim sağlamasını engellemektedir. ÖBS üzerindeki güncel bilgilere ulaşmak için bu prosedürleri ortadan kaldırarak hızlı bir şekilde ÖBS' ne erişim sağlamak için NFC teknolojileri kullanılması amaçlanmaktadır. NFC teknolojileri birçok alanda kullanılmaktadır. NFC teknolojileri ödeme sistemleriyle ön plana çıkmıştır. NFC teknolojisi aradaki bazı prosedürleri ortadan kaldırarak girişleri kolaylaştırmakta ve hızlandırmaktadır. Birçok kişisel alanda kullanımı yaygınlaştığı görülmektedir. Aşağıdaki şekil 46 da yer alan NFC teknolojisi ile ÖBS bilgilerine erişim sağlanmaktadır.

3.3.1.2 NFC Uygulamasında Kullanılan Araç Gereçler

NFC teknolojisini kullanarak yapmış olduğumuz sistem tasarımında aşağıdaki teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır;

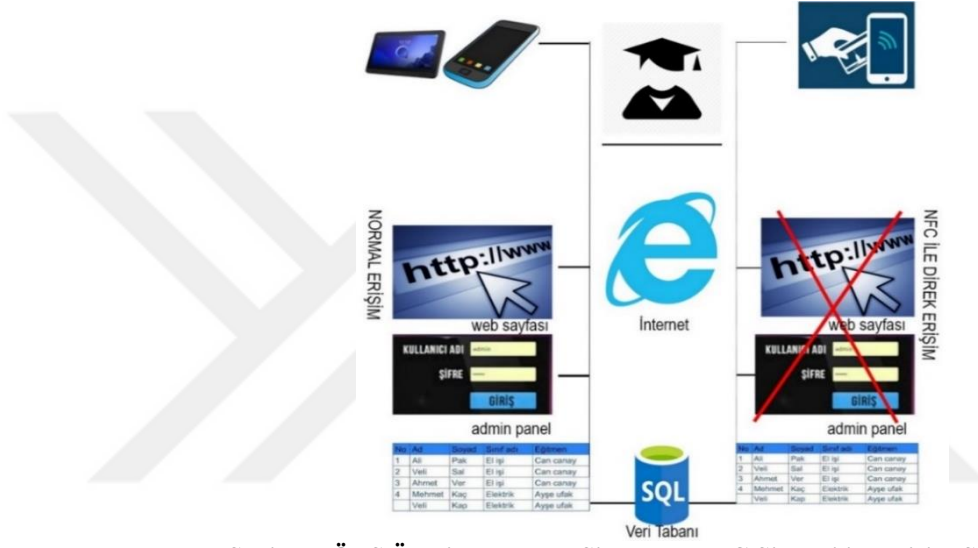
- NFC Desteği olan akıllı telefon,
- Bilgisayar ve sunucu sistemleri, veri tabanı,
- Bilgisayar yazılım, donanım ve güvenlik sistemleri,
- NFC kartı ve NFC okuyucu,

Tablo 10: Uygulamada Kullanılan Malzemeler

	LCD Ekran (16*2), Kullanıcıları bilgilendirmek için kullanılmaktadır. İşlem adımları hakkında bilgi verir.
	Projede kullanılan Mini Board devre elemanlarının güç bağlantılarını vermek için kullanılır.
	• 80-160 mHz hız bandı, TCP/IP desteği • SDIO 1.1/2.0, SPI ve UART desteği, 10 bit ADC • STBC, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO • 802.11 b/g/n Wi-Fi

3.3.1.3 NFC Uygulamanın Çalışması

Öğrenci bilgi sistemine erişemeyen kullanıcılar/öğrenci velileri, bu sistemi kullanarak kolayca öğrenci sistemine erişim sağlayabilmeleri amaçlanmıştır. Kullanıcı hatalarını ortadan kaldırarak sisteme hızlı ve güvenli bir şekilde erişim sağlar. NFC kartına tanımlanan ID kullanılarak veri tabanına tanımlanan ID eşleşerek veri tabanında yer alan verilere erişim sağlar. NFC kartını NFC okuyucuya okutularak veri tabanı bilgilerine ulaşılmaktadır. Şekil 46’de yer alan ÖBS Erişim Şemasında görüldüğü gibi, aradaki birçok prosedürleri ortadan kaldıran bir NFC sistemi tasarlanmıştır.



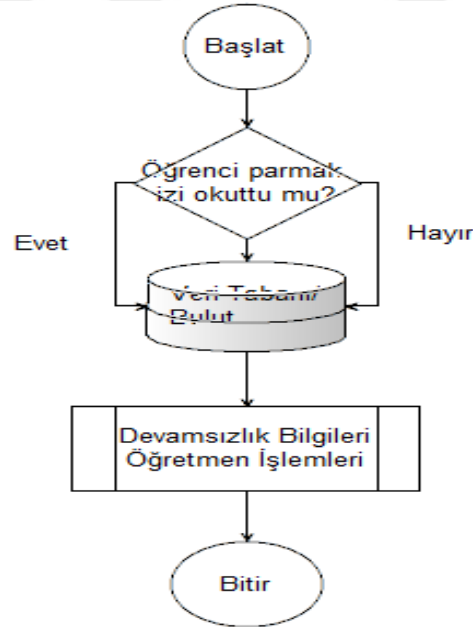
Şekil 49. ÖBS Üzerine Normal Sistem ve NFC Sistemi ile Erişim Şeması.

3.3.2 Parmak İzi Okuyucu ile Akıllı Sınıf Uygulaması

Öğrencilerin ders yoklamalarını hızlı ve güvenli bir şekilde almak için, parmak izi okuyucu sistem tasarlanmıştır. Akıllı Sınıf Sistemi (ASS) içinde çalışan sistem, sınıf içinde kullanılabilirliği uygun olduğu görülmektedir. IoT teknolojileri kullanılarak çeşitli sistem tasarımları yapılmıştır. Bu tasarımlarda mikrodanetçi kartlar, sensör teknolojileri, bulut sistemler kullanılmıştır. Tasarlanan sistem ile eğitim alanında IoT teknolojilerinin kullanılması, öğrenme ortamlarını ne kadar iyileştirdiği de görülmektedir. Parmak İzi Okuyucu ile yapmış olduğumuz sistem tasarımında aşağıdaki teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır;

- Bilgisayar yazılım, donanım ve güvenlik sistemleri,
- Parmak izi okuyucu, Veri tabanı/bulut sistemleri,

Parmak izi okuyucu devresinin algoritma şeması Şekil 47’ da yer almaktadır. Öğrenci sınıf girişinde parmak izini okutur ve sınıfa giriş yapar. Okunan veriler veri tabanına aktarılır. Akabinde öğretmen sistemine düşer ve öğretmenin bilgisi olur. Öğretmen yoklamaları hızlı bir şekilde alır. Bu tasarımlar okul ve sınıfın durumuna göre tasarlanabilir. Sınıfa giren öğrenciler sınıf girişinde parmak izini okutup sınıf yoklaması için öğretmene zaman kazandırarak işlemlerin dijitalleşmesini sağlar. Mikrodenetçi kartı üzerinde bulunan Wi-Fi sayesinde, okunan parmak izi verileri internet üzerinde ThingSpeak sunucularına aktarılır. ThingSpeak, sensörlere bir ID tanımlar. Bu ID’ ler hangi sensörden veri geldiğini ayırmak için kullanılır. Daha kapsamlı projelerde parmak izi verileri farklı sunuculara aktarılabilir. Proje malzemeleri eğitim alanında birçok yerde kullanılabilir. Kütüphane kitap işlemlerinde, yemekhane yemek alma işlemlerinde, okul giriş ve çıkışlarında, güvenlik için kullanılabilir. Öğrenci yoklama Sistemi farklı sensörlerle de yapılabilir. NFC ve RFID teknolojileri de kullanılabilir. Parmak izi okuyucu sensörü güvenlik sistemlerinde bir halli kullanılmaktadır. Bu yüzden parmak izi okuyucu tercih edilmiştir.



Şekil 50. Parmak izi Okuyucu Devresi Algoritma Şeması

3.3.2.1 Parmak İzi Uygulamasının Çalıştırılma Yapısı

Parmak izi sensörünü çalıştırmak için, mikrodenetciye uygun kütüphane indirilerek haberleşmesi sağlanmıştır. Öğrencilerin parmak izlerine göre belirlenen ID’

ler, parmak izi sensörüne tanımlanır. Parmak izi verilerini veri tabanında saklamak için, ücretsiz ThingSpeak web sistemi kullanılmıştır. ThingSpeak sistemi, öğrencilerin parmak izi verilerini web sayfasında yayınlamak için ID ve API sistemi kullanılır. API, ThingSpeak sistemi tarafından başka web sayfalarında yayınlamak için de kullanılmaktadır. Program bir döngü içinde sürekli olarak parmak izi sensöründen gelen verileri kontrol eder. Veri gelmediği durumda ekranda hoş geldiniz yazısı sürekli döndürülür. Parmak izi taratıldığında, hafızasındaki parmak izi görüntüsü ile eşleşmesi durumunda eşleşen parmağın ID numarasını üretir. Üretilen ID numarası döngü tarafından sürekli kontrol edilen parmak izi sensöründen veriyi, ThingSpeak gönderir. Mikrodenetçide yazılan kod tarafından karşılaştırılarak ID numarası karşılığı olan kişiyi LCD ekranında hoş geldiniz ile karşılar. Daha önceden ThingSpeak sitesinde oluşturulan API ve ID kullanılarak internete bağlı olan ESP modülü parmak izi ID sini sunucuya yükler. Yükleme işlemi başarılı olduğunda LCD ekranda belirtilir ve program normal döngüsüne geri döner herhangi bir parmak izi eşleşmesinde işlemler tekrarlanır.

3.2.3.2 Öğrenci Yoklamalarının Alınmasında Yaşanan Sorunlar

Ders içinde öğrenci yoklamalarının alınmasında en önemli faktör zamandır. Ders süresi içinde alınan öğrenci yoklamaları, kısıtlı olan ders süresi açısından önemlidir. Yoklamaların sınıf girişinde alınmasıyla derslerin işlenmesi açısından daha verimli olacaktır. Öğrenci yoklamalarının dijital ortamda alınması zaman ve kırtasiye maliyetlerini en aza indirecektir.

3.2.3.3 Parmak İzi Okuyucu Uygulaması Kullanılan Araç Gereçler

Arduino kartına sensör, breadboard ve güç ünitelerini birbirine bağlamak için kullanılır. Kart ve sensörler haricinde kullanılan birçok malzemeyi kapsar. Bunlar board, jumper kablo, bant, leyim, havya vb. malzemelerdir. Bu malzemeler devrenin bir bütün olarak çalışmasını ve proje haline getirilmesinde kullanılır. Akıllı Sınıf içinde kullanılması için tasarladığımız uygulamada kullanılmak üzere aşağıdaki Tablo 8’de yer alan komponentler seçilmiştir.

Tablo 11: Uygulamada Kullanılan Malzemeler

	LCD Ekran (16*2), Kullanıcıları bilgilendirmek için kullanılmaktadır. İşlem adımları hakkında bilgi verir.
	Projede kullanılan Mini Board devre elemanlarının güç bağlantılarını vermek için kullanılır.
	Projede kullanılan komponentlerin bağlantılarını yapmak için kullanılmaktadır.
	ESP Geliştirme Kartı • Tek çekirdek 32 bit işlemci • 80-160 mHz hız bandı, TCP/IP yığınınına sahip • SDIO 1.1/2.0, SPI ve UART desteği • 10 bit ADC, 802.11 b/g/n Wi-Fi • STBC, 1×1 MIMO, 2×1 MIMO • Boyut:2.4 mm x 4.8 mm
	Parmak İzi Okuyucu • Besleme gerilimi: DC 3.6~6.0 V/3.3 V • Parmak izi görüntü süresi: <1.0 saniye • Pencere boyutu: 14 x 18mm • İmza dosya: 256 bayt • Şablon dosyaları: 512 bayt • Depolama kapasitesi: max 200 • Güvenlik seviyesi: (1, 2, 3, 4, 5) • Arama süresi: <1.0 saniye (1:500) • PC arayüzü: USB2.0/USB1.1
	Led, İşlemlerin yapılması sırasında uygun renklerdeki ledler yakılır. Kullanıcılar bu ledler sayesinde bilgilendirilir.
	USB Kablosu, Buzzer

3.2.3.4 Parmak İzi Uygulaması IDE Seçimi ve Kodları

Proje kodları Şekil 48’ da yer almaktadır. Kullanılan sensörlerin kütüphaneleri yüklenmiş, kod bloklarından faydalanılmıştır. Şekil 49’ de okunan parmak izlerinin grafikleri yer almaktadır. Okutulan parmak izleri ID ve okuma tarihi ile sistem görüntüsü yer almaktadır.

```

129 String wait="";
130 while(i<12)
131 {
132     i++;
133     lcd.clear();
134     lcd.print("Veri Yukleniyor.");
135     lcd.setCursor(2,1);
136     wait= wait + '#';
137     lcd.print(wait);
138     delay(1000);
139 }
140
141 }
142
143 String find_ogr(int id)
144 {
145     switch (ogr_id) {
146         case 1 : ogr_name = "Serkan"; break;
147         case 2 : ogr_name = "Emre"; break;
148         case 3 : ogr_name = "Ahmet"; break;
149         case 4 : ogr_name = "Ayhan"; break;
150         case 5 : ogr_name = "Mehmet"; break;
151         case 6 : ogr_name = "Ebru"; break;
152         default : lcd.clear(); ogr_name = "Tanimsiz Ogrenci";
153     }
154     return ogr_name;
155 }
156
157 // finger code begin
158 uint8_t getFingerprintID() {
159     uint8_t p = finger.getImage();
160     switch (p) {
161         case FINGERPRINT_OK:
162             Serial.println("Image taken");
163             break;
164         case FINGERPRINT_NOFINGER:

```

```

17
18
19
20
21 const char* ssid ="Redmi Note 8"; //Wifi Ağıının ismini sol tarafa girmeniz ger
22 const char* password = "1234"; // Wifinin şifresini girmeniz gerekiyor
23
24 String ogr_name="";
25 int ogr_id=0;
26
27 WiFiClient client;
28 unsigned long myChannelNumber =1757923; // ThingSpeak sitesindeki kanal Id sini
29 const char* myWriteAPIKey = "T9W6S9Q76BKPFIMG"; // ThingSpeak sitesinde kanal o
30
31 LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2);
32 void setup() {
33     // put your setup code here, to run once:
34     Serial.begin(9600);
35     // finger genin
36     while (!Serial); // For Yun/Leo/Micro/Zero...
37     delay(100);
38     Serial.println("\n\nAdafruit finger detect test.");
39     finger.begin(57600);
40     Serial.println(F("Reading sensor parameters"));
41     finger.getParameters();
42     Serial.print(F("Status: 0x")); Serial.println(finger.status_reg, HEX);
43     Serial.print(F("Sys ID: 0x")); Serial.println(finger.system_id, HEX);
44     Serial.print(F("Capacity: ")); Serial.println(finger.capacity);
45     Serial.print(F("Security level: ")); Serial.println(finger.security_level);
46     Serial.print(F("Device address: ")); Serial.println(finger.device_addr, HEX);
47     Serial.print(F("Packet len: ")); Serial.println(finger.packet_len);
48     Serial.print(F("Baud rate: ")); Serial.println(finger.baud_rate);
49
50     finger.getTemplateCount();
51     if (finger.verifyPassword()) {
52         Serial.println("Found fingerprint sensor!");
53     } else {

```

Şekil 51. Arduino IDE ile Proje kodlarını

serkan

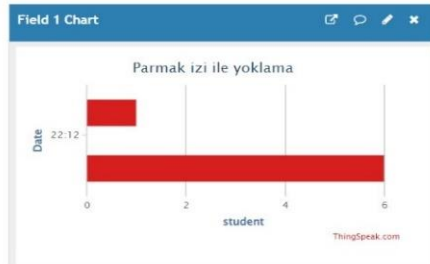
Channel ID: 1757923
Author: mwa0000026694945
Access: Private

Private View Public View Channel Settings Sharing API Keys

Add Visualizations Add Widgets Export recent data

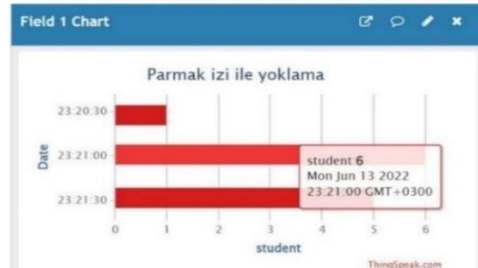
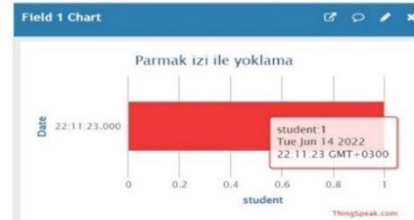
Channel Stats

Created: 10.days.ago
Entries: 2



Channel Stats

Created: 10.days.ago
Entries: 1



Şekil 52. Parmak İzi Verilerinin ThingSpeak' a Aktarılması

3.2.3.5 Uygulamanın Çalışması

Parmak izi okuyuculu bir akıllı sınıf ortamında devamsızlık bilgilerini toplamak için kullanılabilecek bir uygulamadır. Bu uygulamada ESP8226 mikrokontrolcü kartı ve parmak izi okuyucu sensörü kullanılmıştır. IoT teknolojileri için en uygun kartlardan birisidir. IoT teknolojileri için, kartlarda Wi-Fi özelliğinin olması gerekir.

Şekil 50’ da parmak izi okuyucu devresi yer almaktadır Parmak izi okumak için hazırdır. Mikrodenetçi üzerinde Wi-Fi bulunduğu için modem ile kablosuz haberleşmektedir. Sınıf girişlerine güç kablosu kullanılarak yerleştirilebilir. Bu tür projelerde Wi-Fi modülünün kullanımı önemlidir.

Şekil 51’ da parmak izi okutulmaktadır. Daha önceden parmak izleri tanımlanmıştır. Tanımlanmayan parmak izleri, sisteme erişim sağlayamaz. Tanımlanan parmak izleri ThingSpeak sistemine aktarılmaktadır. ThingSpeak sistemi sensörden gelen veriler için API tanımlar, bu veriler API sayesinde başka bir web sayfasında yayınlanır.

Şekil 52’ de parmak izi okuyucu okuma işlemi tamamlanmıştır. Okunan parma izlerinin ID’ leri ThingSpeak sistemine aktarılmıştır. Bu uygulama ile öğrenci devamsızlık bilgileri IoT sistemleri ile kontrol edilmesi sağlanmıştır.

IoT teknolojileri içinde yer alan, parmak izi okuyucu özellikle güvenlik sistemlerinde kullanılmaktadır. Akıllı sınıf için tasarlanan, parmak izi okuyucusu uygulaması, IoT teknolojilerinin okullarda kullanılabileceği görülmektedir. Eğitim alanında IoT teknolojileri ile daha kapsamlı projeler de geliştirilebilir.



Şekil 53. Parmak izi Okuyucu Devresi Şekil 54. Parmak İzi Okutma İşlemi Şekil 55. Parmak izi okutma İşleminin Tamamlanması

3.4. 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK)

IoT teknolojileri ile üretilen birçok kişisel veri bulunmaktadır. Sensörler ile toplanan kişisel veriler bu bağlamda belli kurallara göre saklanmakta ve korunmaktadır. Ülkemizde, 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) kapsamında dijital ortamda üretilen tüm kişisel veriler, kanun hükmünde korunma altına alınmıştır. Kişisel verilerin korunması temelinde, kişi haklarının yanında temel hak ve özgürlüklerinin de ihlalinin önlenmesi düşünülmekte, bunun yanı sıra kişinin mahremiyetinin korunması ön planda yer almaktadır. Bu bağlamda kişisel verilerin korunması, insanın kişiliği ve özel hayatının gizliliği hedeflenmektedir. Kişisel Bilgilerin İşlenmesi ve Gizliliğin Korunması Hakkında Yönetmelik m. 35 ‘ te “ Kişisel bilgiler, veriler: Tanımlanmış veya doğrudan veya dolaylı olarak, bir kimlik numarası ya da fiziksel, psikolojik, zihinsel, ekonomik, kültürel ya da sosyal kimliğinin, sağlık, genetik, etnik, dini, ailevi ve siyasi bilgilerinin bir ya da birden fazla unsuruna dayanarak tanımlanabilen gerçek ve/veya tüzel kişilere ilişkin herhangi bir bilgiyi ifade eder.” (Kılıç, 2016: 3,4,73,77)

Tez çalışmada üretilen tüm kişisel veriler KVKK kapsamında korunmaktadır.

Şekil 53’de (a) Kullanıcı kaydı görselinde yer alan kişisel veriler, sisteme erişim sağlayan kullanıcılardan alınmaktadır. Kullanıcılar misafir veya personel olarak kendi bilgileri ile giriş yaparak oluşturdukları kişisel veriler KVKK kapsamında korunmaktadır. Şekil 54’de (b) Kullanıcı KVKK Aydınlatma metni örneği yer almaktadır. Burada kullanıcılar bilgilendirilerek oluşan tüm dijital verilerin hukuka ve kanuna uygun olarak hareket edildiği belirtilmektedir. Tez kapsamında yapılan çalışmalarda oluşan kişisel veriler Şekil 53’de yer alan (a) (b) ve (c) görselleri ile kullanıcılar kişisel verileriyle giriş sağlamadan KVKK aydınlatma metni ile bilgilendirilerek, oluşan dijital veriler kanun kapsamında korunmakta olduğu bilgilendirilmektedir. IoT teknolojileri kullanılmasıyla oluşan kişisel verilerin kullanılması, işlenmesi ve analiz edilmesi yine aynı şekilde KVKK kapsamında yapılmaktadır. Kanunun amacı kişisel verileri korumak ve verilerin gizlilik kapsamında gerekli izinleri alarak kanuna uygun olarak işlenmesini sağlamaktır.



Şekil 56 Kişisel Verilerin Oluşturulması (a): Kişisel Verilerin Oluşturulduğu Panel (b): KVKK Aydınlatma Metni (c): KVKK Kapsamında Misafir Kullanıcı Sözleşmesi
Kaynak: <http://172.16.47.254:8000/index.php?zone=kabloşuzmisafir&lang=tr>

SONUÇ ve ÖNERİLER

İnternet teknolojilerinin gelişmesi ve her alanda kullanılması, alt teknolojilerin gelişmesini beraberinde getirmiştir. Nesneler üzerinde internet teknolojisinin kullanılması, nesnelerin veri üretmelerini sağlamış, nesnelere her yerden ulaşılmasını ve kontrol edilmesine olanak sunmuş ve nesneleri akıllı nesneler haline getirmiştir.

IoT teknolojilerinin gelişmesi, internete bağlı cihaz sayısını olan üstü arttırmış olup, IoT cihazlarının ürettiği verilerinde depolanma sorununu meydana getirmiştir. IoT teknolojileri, doğaya ve canlıların hayatlarına girmiş, artık canlılarla bütünleşmiştir. IoT teknolojilerindeki gelişmeler çok hızlı ilerlemekte ve artık günlük hayatımızın içindedir.

IoT teknolojilerinin gelişmesi, sağlık, savunma, üretim alanlarında olduğu gibi eğitim alanında da vazgeçilmezler arasına girmeye başlamıştır. Dünyada yaşanan covid-19 virüsü nedeniyle tüm yüz yüze eğitim sisteminin çökmesine sebep olmuş, özellikle sağlık ve eğitim sektörü bundan çok zarar görmüştür. Eğitimde, teknoloji kullanımının ne kadar önemli olduğu bir kez daha ortaya çıkmıştır.

Eğitimde teknolojik gelişmelerin kullanılması yeni öğrenme metotlarını oluşturmuş olup hem öğretene hem de öğrenen tarafından yeni arz ve talepleri oluşturmuştur. Bu arz ve talepler sayesinde geliştirilen cihazlar her iki tarafında yükü azalmış, bu yük teknolojiye verilerek akıllı sınıf, akıllı laboratuvar, akıllı öğrenme, yerinde öğrenme gibi metotlar türetilmiş ve de bu metotlar sayesinde birçok konuda başarılı olunmuştur. IoT teknolojilerinin eğitim alanında kullanılması yeni trendler ortaya çıkarmış ve bu teknolojik gelişmeler eğitime yeni bir bakış açısı getirmiştir. Eğitimde IoT teknolojilerinin kullanımı öğrenci ve öğretmen açısından birçok sorunu, zorluğu gözle görülür oranda azalttığı görülmektedir. Öğrenme ortamlarında zaman, mekân ve maliyet üçlüsünü ortadan kaldırarak birçok fayda sağlamış ve bunu sürekli hale getirmiştir.

Literatür taramalarında, eğitim alanında IoT teknolojilerinin kullanımıyla ilgili Türkçe kaynakların yanında, yabancı kaynaklarda incelenmiştir. Eğitim alanında IoT çalışmalarının Türkçe kaynak azlığı söz konusudur. Kaynaklardan çıkarılan sonuçlara bakıldığında, teknolojiyi daha etkili kullanan öğretmenlerin yetiştirilmesinin gerektiği, teknolojiyi eğitimde daha etkili kullanan öğretmenlerin öğretme konusunda daha başarılı olduğu ve okulların teknolojiye erişim noktasında eksikliklerin olduğu görülmüştür.

Eğitimde, teknoloji kullanımı en önemli faktör olduğu, incelenen çalışmalardan anlaşılmaktadır. IoT teknolojilerinin öğrenme ortamlarını zenginleştirilmesi, öğrenme hızını arttırması, kalıcı öğrenme ortamı sağladığı görülmektedir. IoT teknolojilerinin daha çok öğrenci bazlı çalışmaların yapılması gerekliliği, Türkçe kaynaklarda IoT teknolojileri kullanılarak öğrenci bazlı çalışmaların da yetersizliği söz konusudur. Yapılan çalışmalar, öğretmen bazlı olduğu, çalışmanın ilk bölümünde yer alan eğitimin önündeki önemli engeller ortaya çıktığı görülmüştür. IoT Teknolojileri kullanımı ile ilgili çalışmaların öğrenciler üzerinde de yapılması gerekmektedir. Eğitim alanında teknoloji kısıtlarından birisi de teknolojiye erişim noktasıdır. Okulların teknolojiye erişim noktasında sıkıntılar yaşadığı, teknolojiye erişimin en önemli sorunlardan biri olduğu ortaya çıkmıştır. IoT teknolojilerinin kullanılması ortamın bir bütün olmasını sağlamıştır. IoT teknolojileri verileri sürekli olarak toplar, istenilen yere gönderir, bu verilere göre sistemin işlem yapmasını, karar vermesini ve işlemlerin sürekliliği sağlanmıştır. IoT teknolojileri kullanıldıkları alanlarda yapılan işlemlerin başlamasından sonuç alınmasına kadar tüm çalışmaları kapsamaktadır. IoT teknolojileri kullanıldıkları alanda bir bütünlük ve işlemleri bir basamak şeklinde işleyerek verimli sonuçların alınmasını sağlamaktadır. IoT teknolojileri, sağlık, savunma, üretim, akıllı şehir ve tarım uygulamaları gibi alanlarda çok iyi geliştirilmiş ve başarılı olduğu görülmüştür. Eğitim alanında IoT çalışmalarının yeni başlandığı görülmektedir.

Tez çalışmasında önerilen, akıllı sistemlerin tasarımı sayesinde, öğrencilerin eğitim sürecindeki aksiyonlarını, öğrenme ortamlarını iyileştirmeyi, süreci hızlandırmayı, dijital materyaller tasarlamayı, tüm işlemlerin dijitalleştirilmesi sağlanmıştır. Bu çalışma IoT teknolojileri kullanılarak eğitim için sistem tasarımlarının yapılabileceğini göstermektedir. Öğrenci Bilgi Sistemi (ÖBS), Akıllı Sınıf Sistemi (ASS), Akıllı Tahta, Akıllı Sıra, Akıllı Kalem, Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı (ASSL), Akıllı Kütüphane Sistemi (AKS), Akıllı Yemekhane Sistemi (AYS) gibi sistemler tasarlanmış, kullanılan teknolojiler ve alt yapıları hakkında bilgi verilmiş, diyagramlar çizilmiş, akıllı sistemler tasarlanmış ve uygulamalar yapılmıştır.

Uygulama kısmında ASS içinde kullanılmak üzere parmak izi okuyucu yapılmıştır. Bu çalışmada Öğrenci Bilgi Sistemi üzerinde çalışmakta olduğu, birçok alt sistemin kullanıldığı, eğitim için IoT sistemleri tasarlanmıştır. Yukarıda belirtilen birçok

sorunu/problemi ortadan kaldıracakı belirtilmektedir. Bundan sonraki yapılacak olan IoT çalışmalarına kaynak olacağını düşünülmektedir. Öğrenci üzerinden alınan veriler, gerekli birimlere aktarılmakta, verilere göre işlem yapılmaktadır. Öğrencilerden alınan kütüphane, yemekhane, akıllı sınıf, akıllı sınav, nabız, ateş, konum, bilgileri de IoT sistemleri ile mümkün kılınır. Tasarlanan sistemlerde RFID/NFC teknolojileri kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Yapılan tüm işlemler Öğrenci Bilgi Sistemi üzerine kayıt edilir. Daha sonra bu veriler, öğrencilerin analizi için kullanılabilir. ÖBS tüm bilgileri kapsayan yöneten ve kullanıcılara ileten akıllı bir sistemdir. ÖBS üzerinde yer alan veriler bulut sistemleri/veri tabanı üzerinde saklanır. Öğrencinin tüm hareketleri dijitalleştirilerek, öğrencinin kontrolü tek bir merkezden yapılması amaçlanmıştır. Sağlık ve savunma alanındaki IoT gelişmeleri, okullarda IoT sistemleri tasarımında önemli bir rol modele sahiptir. Tasarlanan tüm sistemler ÖBS üzerinde çalışan bir alt sistemdir. Bu tasarım önerisinde ÖBS 'de yazılım, donanım ve internet alt yapısı kullanılmıştır. Bu sistem IoT birimlerinin oluşturduğu yığınla veriyi bir veri tabanında saklamak, işlemek ve yönetmek için tasarlanmıştır. Tüm sistemler birbiri ile anlık haberleşerek tüm alınan ve toplanan verileri tek bir yerde ÖBS üzerinde toplanır. Tasarlanan sistemler üzerindeki veriler, IoT teknolojileri, sensörler, bir alt teknoloji olarak, RFID/NFC/WSN teknolojileri kullanılarak verimli sonuçların alınabileceği görülmektedir. ÖBS üzerinde çalışan tüm tasarımları ve uygulamaları inceleyelim.

Akıllı Sınıf Sistemi (ASS), akıllı okul örneği kapsamında en kapsamlı alt sistemlerden birisidir. Sınıf ortamının sensör, elektronik kartlarla ve akıllı tahta, akıllı sıra, akıllı kalem ile donatıldığı, öğrenme ortamının en yoğun olarak gerçekleştiği alandır. Öğrencinin ders içindeki hareketleri, derse katılım durumu, soru çözümü gibi birçok özelliği içinde barındırmaktadır. Öğretmenlerin ders programlarını, hangi konu işleneceği anlık takibini öğrencilere yazılım sistemleri ile sunulmuş, öğrencilerden alınacak cevapların sensörler aracılığı ile öğretmenlere iletilerek, veri tabanına aktarılması planlanmıştır. Öğrencinin ders içindeki hareketleri, öğretmen ile iletişimi, arkadaşları ile iletişimi, sensörler sayesinde yapılmakta ve bu veriler toplanarak, ÖBS veri tabanına anlık olarak kaydetmektedir. Akıllı Sıra, Akıllı Tablet, Akıllı Kalem, Akıllı Tahta ASS' ni daha donanımlı hale getirmektedir. Bu 4 sistem birbiriyle bağlantılı çalışmaktadır. Bu

materyaller/enstrümanlar öğrencilerin en çok kullandığı cihazlardır. Akıllı sınıf içinde öğrenmeyi en çok etkileyen, teşvik eden, eğitim materyalleri, dijital ortamda daha yoğun kullanılabilceğı önerilmektedir. Öğrencilerin en çok kullandığı bu enstrümanlar, ders içinde sistemin bir parçasıdır. Bu enstrümanlar birbiri ile iletişim halindedir. Sistem üzerinde en yoğun çalışması beklenen ve en çok veriyi oluşturan sistemler olacağı düşünülmektedir. Bu enstrümanlar öğrencilerin daha etkili öğrenme ortamı sağlamaktadır.

Akıllı Tahta, öğrencilerin tahtadaki işlemlerini dijital ekranda yapmaları sağlanır. Kimlik doğrulama ile çalışmaktadır. Akıllı tahtayı hangi öğrencinin kullandığı bellidir. Akıllı tahta, çoklu ekran özelliğı ile aynı anda birden fazla öğrenci kullanabilmektedir. Tüm bu işlemler öğretmen kontrolünde yapılmaktadır. Aynı zamanda akıllı tahta üzerinde bulunan mikrofonlar sayesinde konuşan öğrencilerin sesinden tanınması sağlanmaktadır. Sesli yanıt veren öğrenci tanınması sağlanır. Konuşma gerektiren derslerde sese duyarlı mikrofonlar kullanılarak, öğrenciler seslerinden tanınmış olunur.

Akıllı Sıra, öğrenciler akıllı sıra sayesinde öğretmenden gelen doküman/soruları rahatça kendi ekranında çözerek öğretmene kolayca göndermesi sağlanır. Öğrenci isterse oturduğu yerden soruyu tahta üzerinde çözebilmektedir. Akıllı cihazlar üzerinde, farklı IoT Teknolojileri olan parmak izi okuyucu/RFID/NFC teknolojileri kullanılması mümkündür.

Akıllı Tablet, öğrenci ders materyallerini dijital ortamda incelenmesi sağlanmaktadır. Akıllı tahta ve akıllı kalem ile uyumlu çalışmaktadır. Öğrencilerin dijital defteridir. Öğrenciler, akıllı tablet üzerinden akıllı tahta ekranına bağlanma özelliğine sahiptir.

Akıllı Kalem, öğrencilerin kişisel bir materyali olarak tasarlanmıştır. Parmak izi ile çalışmaktadır. Akıllı tahta, tablet ve sırada kullanılabilir. Ders notlarını hızlı bir şekilde almaları sağlanmaktadır. Ders notlarını sesli veya görüntülü olarak ta kaydetme özelliğı bulunmaktadır.

Akıllı Bileklik, öğrencilerin kişisel bilgilerini öğrenmek için kullanılmaktadır. Sağlık alanında çok sık kullanılmaktadır. Acil durumlarda öğrenci akıllı bileklik

üzerindeki acil butonuna basarak yardım isteyebilir. Böylece öğrenci güvenliği de sağlanmış olunur.

Akıllı Sınav Sistemi Laboratuvarı (ASSL), birçok IoT teknolojisi kullanılmıştır. Öğrenciler kendilerini hazır hissettikleri zaman sınava girmeleri sağlanmaktadır. Sınav laboratuvarına NFC kimlik kartı ile girişleri sağlanır. Parmak izi okuyucu ile sınav oturumu açılır, öğrenciler sınavlarını dijital ortamda gerçekleştirirler. Sınav skoru sınav bitiminde hemen açıklanır.

Akıllı Kütüphane Sistemi (AKS), ÖBS' nin bir alt sistemidir. Öğrencilerin kütüphane davranışlarını takip eden gerekli yerlere verileri gönderen sistemdir. KBS sistemi RFID/NFC sistemleri ile tasarlanabilir. Akıllı ekran sayesinde RFID/NFC kartları okutularak işlemler yapılması, KBS kullanımı için uygun olduğu görülmektedir. Bu kartlar sayesinde, öğrencilerin yaptığı kaynakça taramalarını kaydeden, yaptığı araştırmaların doğru kaynak üzerinde mi yapıldığını, gerekli bilgileri öğretmene/danışmana gönderir. KBS, öğrencilerin, yaptığı araştırdığı çalışmaları öğretmen/danışmana anlık ileten özelliği ile sürecin takip edilmesini sağlamaktadır. Bu sayede araştırma yapılan konu doğru kaynakçaların incelenmesi hakkında öğretmen/danışman tarafından anlık izlemesi, ödevin doğru zamanda daha iyi sonuçlar vermesini sağlanmış olur.

Akıllı Yemekhane Sistemi (AYS), ÖBS' nin bir alt sistemidir. Kütüphane için kullanılan RFID kart burada da kullanılabileceği ön görülmüştür. Öğrencilerin günlük yemek yeme alışkanlıklarını takip eden, öğün bilgilerini sistem üzerine kaydederek öğrencilerin yemekhane davranışları hakkında bilgi sahibi olan sistemdir. Perhiz, diyet yapan öğrencilerin uygun yemek yemeği almalarını, israfı, zaman kaybını önleyeceği düşünülmektedir. Öğrencilerin diyet bilgileri, perhiz bilgileri, yemekhane tarafından önceden bilinerek bu bilgiler doğrultusunda yemeklerin yapılması sağlanmaktadır. Hem zaman hem israf ve maliyetten tasarruf edilerek IoT teknolojilerinin yemekhane sistemlerinin dijitalleşmesine olanak sağlayabileceği düşünülmektedir. YBS için RFID/NFC kart teknolojileri kullanımı uygun olduğu görülmektedir.

Tasarlanan tüm sistemler birbiri ile iletişim halinde çalışmaktadır. Bu sistemler, ÖBS' ne bağlıdır. Sistem üzerinde meydana gelebilecek arıza/sorun tüm sistemin çalışmasını engelleyebilir. Oluşabilecek bazı sorunların önceden tedbirinin alınması

gerekmektedir. Güvenlik sistemleri, filtreleme, loglama, enerji kesintileri, DDos saldırıları gibi sorunlar çıkabilir. IoT teknolojilerinin en önemli konusu güvenlidir. IoT sistemlerinde, yazılım ve donanım için güvenlik sistemleri kullanılmalıdır.

Eğitim alanında teknoloji kullanımı hem öğretmen bazlı hem öğrenci bazlı incelendiğinde her zaman başarılı olduğu ve öğrenme oranlarını arttırdığı görülmektedir. Eğitim alanında, geleneksel ve teknolojik yöntemlerin kullanıldığı tüm okullarda, teknolojinin yer alması öğrenme oranlarını her zaman arttırdığı bilinmektedir. Sürekli olarak veri toplama işlemleri yapılacağı için, bu veriler bulut teknolojilerinde saklanması maliyeti düşürecek, loglama sistemi ile de sisteme veri giriş çıkışları kayıt altına alınmaktadır. Tasarlanan bu sistemlerin benzerleri aslında daha önce diğer alanlarda yapıldığı, çalışmaların incelenmesinde görülmüştür. Sağlık, Savunma, Otomotiv alanlarında IoT teknolojilerinin ne kadar başarılı olduğu da bilinmektedir. IoT teknolojileri eğitim alanında da yeni başarılarla imza atacağı aşikardır.

Okulların tamamen IoT sistemine geçiş sürecinde hesaplanamayan olumsuz durumlar da olabilir. Bu olumsuz durumların en aza indirilmesi için öğrenci, öğretmen ve öğrenci velileri göz önünde bulundurulmalıdır. Olumsuzlukların en aza indirebilecek uygun IoT tasarımları yapılabilir. IoT teknolojilerinin bir anda kullanılması bazı zorlukları beraberinde getirebilir. Okulların IoT teknolojileri sistemlerine geçiş süreçleri, pilot okullar ile başlaması daha iyi sonuçların alınacağı düşünülmektedir.

Yapılan tasarım ve uygulamalarda aşağıdaki sistemlerin eğitim alanında kullanılması uygun olacaktır.

Akıllı Tahta sistemine entegre edilebilecek teknolojiler;

- Akıllı kalem QRKOD/RFID/NFC
- Çizim Tablet QRKOD/RFID/NFC
- Akıllı Sıra QRKOD/RFID/NFC
- Öğrenci Sesine Duyarlı Sensör Sistemi, Mikrofon,

Derslik/Sınıf girişlerinde;

- Parmak izi okuyucu,

- NFC/RFID Teknolojisi,

Eğitim alanında IoT teknolojilerinin kullanımı diğer alanların çok gerisinde kaldığı görülmektedir. IOT teknolojilerin en çok kullanıldığı otomotiv, üretim, sağlık, savunma, akıllı şehir uygulamaları, akıllı tarım uygulamaları alanları olduğu görülmektedir. Eğitim alanında da gelişme göstermesi ve ilerlemesi beklenmektedir.

Okulların teknolojik alt yapılarının daha güçlü hale getirilebilir. Okullardaki teknoloji ürünlerinin sayısının artırılması okulların eğitimdeki verimliliğini artıracığı düşünülmektedir. Öğretmenlerin teknolojik ürünleri daha verimli kullanmaları için daha kapsamlı eğitimler verilebilir.

IoT teknolojileri konusunda Uzman Akademik personeli olan üniversitelerde IoT Geliştirme Laboratuvarları açılabilir. Üniversitelerin yüksek lisans ve doktora bölümlerinde IoT programlarının açılması nitelikli ve Uzman IoT personelinin yetişmesinin de önünü açacağı düşünülmektedir. Eğitim alanında, IoT çalışmalarının teşvik edilmesi için yazılım firmalarının desteklenmesi teşvik verilmesi, bu alandaki çalışma sayısını arttıracığı düşünülmektedir. Yapılacak teşviklerin akademik personeli de kapsaması, yazılım ve sensör teknolojileri üzerinde yapılması, proje bazlı teşviklerin uygulanması eğitimde IoT kullanımını daha hızlı arttıracığı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- ABBASY, M.; E. V. QUSADA (2017) " Predictable Influence of IoT (Internet of Things) in the Higher Education", **International Journal of Information and Education Technology**, Vol. 7, No. 12, ss. 914-920.
- AKLEYLEK, S. ve diğerleri (2020) “NESNELERİN İNTERNETİ TABANLI SAĞLIK İZLEME SİSTEMLERİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA”, **Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi**, Cilt 8, Sayı 5, ss. 80-89.
- AL-FUQAHA, A.; ve diğerleri (2015) "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications", **IEEE Communications Surveys Tutorials**, Vol. 17, No. 4, ss. 2347-2376.
- ALKAN, A.; İ. KIRBAŞ (2022) “Türkiye’de Nesnelerin İnterneti (IoT) Alanında Yazılmış Yüksek Lisans Tezlerinin İncelenmesi-Bir Meta Analiz Çalışması”, **Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi**, Cilt 10, Sayı 1, ss. 318-327.
- ALKIŞ, G.; S. PİRİTİNİ, A.V. ERTEMEL (2020) "Lojistik Sektöründe Endüstri 4.0 Uygulamalarının Operasyonel Verimlilik Etkisi: İşletme ve Yönetim Çalışmaları", **Uluslararası Bir Dergi**, Cilt 8, Sayı 1, ss. 371-395.
- ARORA, A.; P. HARIHARAN (2019) Sensate Benches – A Modern Approach to Education, **5th International Conference on Advanced Computing Communication Systems**.
- ATZORİ, L; A. LERA, G. MORABITO (2010) "The Internet of Things: A Survey", **Computer Networks**, Vol. 54, No. 15, ss. 2787-2805.
- AVERILL, R. ve diğerleri (2020) The Need for Holistic Implementation of SMART Assessment, **2020 ASEE North Central Section conference**.
- AYDIN, A.; B. USANMAZ, Y. GÖKTAŞ (2021) "Nesnelerin İnterneti'nin Eğitimde Kullanıldığı Alanlar ve Bu Alanlara Etkileri", **Yükseköğretim ve Bilim Dergisi**, Cilt 11, Sayı 2, ss. 425-436.

- BALAMURALIDHARA, P. ve diğerkleri (2013) “Software Platforms for Internet of Things and M2M”. **Journal of the Indian Institute of Science**, Vol. 93, No 3, ss. 487-498.
- BANU, F.; ve diğerkleri (2020) “IoT Based Cloud Integrated Smart Classroom For Smart and A Sustainable Campus,” **Proc. Comp. Science**, Vol 172, ss. 77–81.
- CAN, O.; ve diğerkleri (2016) "Nesnelerin İnterneti ve Güvenli Bir Sağlık Bilgi Modeli Önerisi, in **4th International Symposium On Innovative Technologies In Engineering And Science (ISITES2016)**, 3-5 Kasım 2016, Alanya, ss. 1201-1209.
- CERULLO, G.; ve diğerkleri (2018) **Chapter-4 Iot and sensor networks security. Security and Resilience in Intelligent Data-Centric Systems and Communication Networks**, Cambridge, Academic Press, ss. 77-101.
- CHINANU, U. E. ve diğerkleri (2018) "Architectural Layers of Internet of Things: Analysis of Security Threats and Their Countermeasures, **Scientific Review**, Vol. 4, No. 10, ss. 80-89.
- ÇAKMAK, B.; E. MERCAN (2016) "Tarımsal Üretimde Örnek Bir Iot Uygulaması ve Yaşlı Tarım Çalışanlarının İzlenebilirliği", **Yaşlı Sorunları Araştırma Dergisi**, Cilt 10, Sayı 1, ss. 29-42.
- ÇOBAN, Ç.; M. F. TÜYSÜZ (2019) "E-Sağlık ve Güvenlik: Riskler, Fırsatlar ve Çözüm Önerileri", **Academic Perspective Procedia**, Cilt. 2, Sayı 3, ss. 925-934.
- ELSAADANY, A.; M. SOLIMAN (2017) “Experimental Evaluation of Internet of Things in the Educational Environment,” **Intern. J. of Eng. Pedagogy**, Vol 7, No 3, ss. 50-60.
- ERDAL, E.; A. ERGÜZEN (2019) "Nesnelerin İnterneti (IoT)", **International Journal of Engineering Research and Development**, Vol. 12, No. 3, ss. 24-34.
- ERSİN, Ç.; ve diğerkleri (2019) “Savunma Sanayi İçin Örnek Bir IoT Uygulaması”, **Electronic Letters on Science and Engineering**, Vol 15, No 3, ss. 66-73.

- ERYÜKSEL, M. (2017) “Kablosuz İletişim Araçlarının Sağlık ve Güvenlik Alanında Kullanılması, KAREKOD ve NFC”, Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul
- FARHAN, M. ve diğerleri (2018) “IoT-Based Students Interaction Framework Using Attention-Scoring Assessment In Elearning,” **Future Gener. Comput. Syst.**, Volume 79, No 3, pp. 909-919.
- FAZLA, S.; D. M. GEZGİN (2018) "Yükseköğretimde Nesnelerin İnterneti ile İlişkili Uygulamalar ve Yaklaşımların İncelenmesi", **Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi**, Cilt 3, Sayı 1, ss. 31-40.
- FREIGANG (2021) IoT in Education by Designing Smart Learning Environments. <https://blog.bosch-si.com/future-of-work/iot-in-education-by-designing-smart-learning-environments/> Erişim Tarihi: 26/12/2021.
- GÖKÇE H. (2021) “Fen Bilimleri Dersine Yönelik Arduino Temelli Robotik Kodlama Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi”, Doktora Tezi, **Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Kayseri.
- GÖKREM, L.; BOZUKLU, M. (2016) “Nesnelerin interneti Yapılan Çalışmalarda Mevcut Durum”, **Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi**, Sayı 13, ss. 47-68.
- GÜNDÜZ, M. Z.; R. DAŞ (2018) "Nesnelerin İnterneti: Gelişimi, Bileşenleri, Uygulama Alanları", **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, Cilt 24, Sayı 2, ss. 327-335.
- HAKVERDİ, F. (2021) "Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım, Doktora Tezi", **Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Konya.
- HOLLIER, S. ve diğerleri (2021) Internet of Things (IoT) Education: Implications for Students with Disabilities Curtin University. Oct. 2017. https://www.ncsehe.edu.au/wp-content/uploads/2018/08/2017-IoT-Report-FINAL-20171020_Accessible.pdf Erişim Tarihi 26/12/2021.

- HWANG, G.J., (2014) “Definition, Framework and Research Issues of Smart Learning Environments-A Context-Aware Ubiquitous Learning Perspective”. **Smart Learning Environments**, Vol. 11, ss. 1–14.
- JAİR, A. M. B. S.; ve diğeri (2018) "**Internet of Things From Research and Innovation to Market Deployment**", Aalborg, River Publishers.
- JOSHITA, R. S. M.; L. AROCKIAM (2016) "Security in IoT Environment: a Survey", **International Journal of Information Technology and Mechanical Engineering**, Vol. 2, No.7, ss. 1-8.
- KARABULUT Z. E. (2018) “Mobil Sistemler Üzerinde, Biyometrik, NFC ve Konum Bilgilerini Kullanarak Kişi Tanıma” Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**. İstanbul.
- KARACASU, B.; L. TOKER, S. KORUKOĞLU (2009) "Zigbee-IEEE 802.15.4 Standartı Temelli Kablosuz Algılayıcı Ağları", XIV. **Türkiye'de İnternet Konferansı Bildirileri**, 12-13 Aralık, İstanbul, ss. 41-48.
- KERİM K. (2016) “Kişisel verilerin korunması ve 6698 Sayılı Kanun”, Yüksek Lisans Tezi, **Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Erzurum.
- KHALİL, E. A.; S. ÖZDEMİR (2018) "Nesnelerin İnternetine Genel Bir Bakış: Kavram, Özellikler, Zorluklar ve Fırsatlar", **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, Cilt 24, Sayı 2, ss. 311-326.
- KHAN, R. K. (2012) "Geleceğin İnterneti: Nesnelerin İnterneti Mimarisi Olası Uygulamalar ve Temel Zorluklar", **2012 Bilgi Teknolojisinin Sınırları Üzerine 10. Uluslararası Konferans**, ss. 257-260.
- KILIÇ, K. (2018) "Energy Efficient Routing With Directional Antennas in Wireless Sensor Networks", Yüksek Lisans Tezi, **Ortadoğu Teknik Üniversitesi**, K1brıs.
- KOPER, R., (2014) Conditions For Effective Smart Learning Environments. **Smart Learning Environments**, Vol 11, ss. 1–17.
- KOZLOV, D. V. (2012) "Security and Privacy Threats in IoT Architectures", **Bodynets**, ss. 256-262.

- KUMAR, N. ve diğerleri (2018) **Use of Smart Glasses in Education-A Study", 2018 2nd International Conference on I-SMAC** (IoT in Social Mobile Analytics and Cloud) (I-SMAC)I-SMAC (IoT in Social Mobile Analytics and Cloud) (ISMAC) 2018 2nd International Conference.
- LIBELIUM (2021) <https://www.libelium.com/libeliumworld/iot-technology-helping-to-create-smart-university-campuses/> Erişim Tarihi: 26/12/2021.
- LIN, J. Y. (2017) "A Survey on Internet of Things: Architecture, Enabling Technologies, Security and Privacy, and Applications", **IEEE Internet of Things Journal**, Cilt 4, Sayı 5, ss. 1125-1142.
- MADAKAM, S. ve diğerleri (2015). Internet of Things (IoT): A literature review, **Journal of Computer and Communications**, Vol. 3, No. 05, ss. 164.
- MIRCEA, M.; M. STOICA, B. GHILIC-MICU (2021) "Investigating the Impact of the Internet of Things in Higher Education Environment", **IEEE Access**, Volume 9, ss. 33396-33409.
- MIORANDI, D.; ve diğerleri (2021) "Internet of Things: Vision, Applications and Research Challenges", **Ad Hoc Networks**, Vol. 10, No. 7, ss. 1497-1516.
- MOHANTY, D., (2019) "Smart Learning Using IoT," **Intern. Research J. of Eng. And Tech.** Volume 6, No. 6, ss. 1032–1037.
- NURSAÇAN, İ. Ç. (2019) "Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Sağlık İşletmelerinde Kullanımı: Akıllı Hastane Örneği", Yüksek Lisans Tezi, **Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Erzurum.
- OĞUZHAN, T. A.; F. KIANI (2021) "Nesnelerin İnterneti (IOT) ve Kablosuz Algılayıcı Ağların Güvenliğine Yapılan Saldırıların Tespit Edilmesi ve Önlenmesi", **Politeknik Dergisi**, Cilt 24, Sayı 1, ss. 219-235.
- OĞUZ, F. E.; E. D. BOLAT (2021) Nesnelerin İnterneti Tabanlı Akıllı Uzaktan Hasta Sağlık Takip ve Uyarı Sistemi, **Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, Cilt 4, Sayı 1, ss. 14-21.

- OLABISI, S. B.; DAVID, A. A. (2013) "Digital Smart Pen: A Portable Media With Endless Benefits", **International Journal Of Computer Applications**, Vol 74, Cilt 14, ss. 28-30.
- ÖZDEMİR (2004) "Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği: Sağlık Sektöründe Uygulama", Doktora Tezi, **Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Erzurum.
- ÖZDEMİR, A.; N. NURSAÇAN, İ.C. NURSACAN (2018) "2014-2018 Yılları Arasında Nesnelerin İnterneti (IoT) Üzerine Bir Literatür Taraması", **Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi**, Cilt 1, Sayı 2, ss.1-22.
- ÖZDENİZCİ, B., ve diğ. (2011) "Yakın Alan İletişimi Teknolojisi", **Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi**, Cilt 4, Sayı 1, ss.1-8.
- ÖZER, C. S. (2020) "İletişim Seçeneklerinden Nesnelerin İnterneti NOSYON", **Uluslararası Toplum Ve Kültür Çalışmaları Dergisi**, Cilt 5, ss. 89-101.
- PATTI, A. L.; VINCE GARLAND, K. (2015) "Smartpen Applications For Meeting The Needs Of Students With Learning Disabilities İn Inclusive Classrooms", **Journal of Special Education Technology**, Vol. 30, Cilt 4, ss. 238-244.
- RAIKAR, M.; ve diğerleri (2018) "Upsurge of IoT (Internet of Things) in Engineering Education: A Case Study. In 2018. International Conference on Advances in Computing", **Communications and Informatics**, ss. 191-197.
- REHMAN, A. U.; S. U. REHMAN (2016) "Security and Privacy Issues in IoT", **International Journal of Communication Networks and Information Security**, Vol. 8, No. 3, ss. 147-157.
- SAVOV, T. ve diğerleri (2019) Smart Classroom, Internet of Things and Personalized Teaching. Proc. CBUIC, **Prague, Czech Republic**.
- SETHI, P.; S. R. SARANGI (2017) "Internet of things: Architectures, Protocols, and Applications", **Journal of Electrical and Computer Engineering**, Vol. 2017, ss. 1-26.

- SEVİM, E. (2018) “Denetim Süreçlerinde NFC Teknolojisinin Kullanımı ve Bir Mobil Uygulama Çözümü” Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.
- SİNGH, P. K.; ve diğerleri (2012) “Electronic Technology Participation in Teaching and Learning Process An Advanced Mode of Education Dissemination”, **International Journal of Managment, IT and Engineering**, Vol 2, No 5, ss. 105-109.
- SHİN, S.; ve diğerleri (2016) “Study on Active Smart Training Solutions based on Wireless Context-Aware Technology”, **Advanced Science and Technology Letters**, Vol. 139, ss. 187-190.
- SCOTT, K.; R. BENLAMRI (2010) “Context-Aware Services For Smart Learning Spaces. Learning Technologies”, **IEEE Transactions**, Vol 33, SS. 214–227.
- SMARTPEN (2022) <https://us.livescribe.com/collections/smartpens/products/echo-2%E2%84%A2-smartpen> Erişim Tarihi: 10/09/2022.
- TAN, O.; ve diğerleri (2009) "Hasta Takip Sistemlerinde RFID Uygulaması", XI. **Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri**, 10-13 Şubat, Şanlıurfa, ss. 99-105.
- TAŞ, O.; F. KIANI (2021) "Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Kablosuz Algılayıcı Ağların Güvenliğine Yapılan Saldırıların Tespit Edilmesi ve Önlenmesi", **Politeknik Dergisi**, Cilt 24, Sayı 1, ss. 219-235.
- TEWARI A.; B. B. GUPTA (2020) “Security, Privacy And Trust Of Different Layers İn Internet-Of-Things (Iots) Framework”, **Future Generation Computer Systems**, Volume 108, ss. 909-920.
- ULUDAĞ M. H.; A. UÇAR (2018) Nesnelerin İnterneti (IoT) ile Akıllı Sınıf ve Öğrenci Takip Sistemi Tasarımı, **Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi**, Cilt 9, Sayı 2, ss. 591-600.
- USKOV, V. ve diğerleri (2018) Smart Universities: Concepts, Systems, and Technologies Champ, Switzerland: **Springer International Publishing**.

- XHELADINI, A.; S. DENİZ SAYGILI; F. DIKBIYIK (2017) **An IoT-based Smart Exam Application**, IEEE EUROCON 2017-17th International Conference on Smart Technologies.
- XIE, W. ve diğerleri (2001) "Smart Classroom – an Intelligent Environment for Tele-Education," **Proc. PCM**, Beijing, China, ss. 662-668.
- YALÇINKAYA, B.; M. O. CİBARİOĞLU (2019) "Nesnelerin İnternetine Genel Yaklaşımlar: Bilgi Yönetiminde Nesnelerin İnterneti", **Arşiv Dünyası**, Cilt 6, Sayı 1, ss. 1-15.
- YANG, Y.; ve diğerleri (2017) "A Survey On Security And Privacy Issues in Internet-of-Things", **IEEE Nesnelerin İnterneti Dergisi**, Vol. 4, No. 5, ss. 1250-1258.
- YILDIRIM, M.; U. DEMİROĞLU, B. ŞENOL (2021) "IoT, IoT Çekirdek Bileşenleri, IoT Katmanları ve Saldırı Türlerinin Derinlemesine İncelenmesi", **Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi**, Cilt 2, Sayı 8, ss. 665-669.
- YOUSUF, T.; ve diğerleri (2015) "Internet of Things (IoT) Security: Current Status, Challenges And Prospective Measures", **10th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions**, Vol. 5, No. 4, ss. 608-616.
- YÜKSEL, M. E.; A. H. ZAİM (2009) "Otomatik Nesne Tanımlama, Takibi ve Yönetiminde RFID'nin Yeni Nesil Kablosuz İletişim Teknolojileri ile Dosya Kullanımı", **XI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri**, 10-13 Şubat, Şanlıurfa, ss. 111-120.
- ZHAMANOV, A. ve diğerleri (2017). **IoT smart campus review and implementation of IoT applications into education process of university**, 2017 13th International Conference on Electronics Computer and Computation (ICECCO).
- ZHANG, B.; ve diğerleri (2011) "Security architecture on the trusting internet of things", **Journal of Electronic Science and Technology**, Vol. 9, No. 4, ss. 364-367.
- ZHU Z. T.; M. H. YU; P. RIEZEBOS (2016) "A Research Framework of Smart Education," **Smart Learn. Environ**, Vol. 4, ss. 1-17.