



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN  
ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ESP32 MODÜLÜ DESTEKLİ YAKINLIK  
TABANLI HİBRİT YOKLAMA SİSTEMİ**

**Meryem SERTTAŞOĞLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Ocak-2025  
KONYA  
Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Meryem SERTTAŞOĞLU tarafından hazırlanan “ESP32 Modülü Destekli Yakınlık Tabanlı Hibrit Yoklama Sistemi” adlı tez çalışması 07/01/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Özlem ERDAŞ ÇİÇEK

.....

#### Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Merve ACILAR

.....

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Fatma Zehra SOLAK

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../20.. Gün ve ..... Sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Havvanur UÇBEYİAY  
FBE Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Meryem SERTTAŞOĞLU

07/01/2025

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

## ESP32 MODÜLÜ DESTEKLİ YAKINLIK TABANLI HİBRİT YOKLAMA SİSTEMİ

Meryem SERTTAŞOĞLU

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Merve ACILAR

2025, 66 Sayfa

#### Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Özlem ERDAŞ ÇİÇEK  
Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Merve ACILAR  
Dr. Öğr. Üyesi Fatma Zehra SOLAK

Dijital yoklama, genellikle eğitim alanında öğrencilerin derse katılım kontrolünü belirlemek, devamsızlıklarını izlemek ve gerekli durumlarda öğrencilerin devam durumlarını raporlamak amacıyla kullanılan teknolojik bir çözümdür. Dijital çağa geçiş ile teknolojinin kullanımı her alanda olduğu gibi eğitim alanında da önemli etkiyi ve değişikliği beraberinde getirmiştir. Geleneksel yöntemler kullanılarak kâğıt tabanlı alınan yoklama yerine, dijital teknolojilere dayalı yoklama alma yöntemlerinin kullanılmaya başlanması bir dizi avantaj sunmaktadır. Bu sayede, zaman ve kâğıt tasarrufunun sağlanması, iş gücü kaybının önüne geçilmesi, eğitimde kalite ve verimliliğin yükselmesi, verilerin dijital ortamda doğru ve güvenli bir şekilde depolanması ve gerekli durumlarda da raporlanması mümkün olmaktadır.

Bu tez çalışmasında, öğrencilerin devam takibini hızlı ve doğru bir şekilde sağlamak amacıyla bir dijital yoklama sistemi tasarlanmıştır. Geliştirilen sistem, doğru katılım verisi elde etmek, kâğıt tüketimini azaltmak ve zaman tasarrufu sağlamak amacıyla hem web hem de mobil platformlarda çalışabilen üç çeşit dijital yoklama alma yöntemi barındırmaktadır. Bu yöntemler, QR Kod, Yoklama Kodu (PIN) ve ESP32 modülü ile yoklama alma yöntemleridir. Hem mobil hem de web platformlarının kullanılması, öğrencilerin katılım durumlarının takip edilmesi ve akademisyenlerin, yoklama verilerini kolay bir şekilde yönetmesini mümkün kılmıştır. Akademisyen, ders seçimi yaparak, seçilen derse ait yoklama alma yöntemini belirleyerek web tabanlı platformda yoklamayı başlatmaktadır. Öğrenci ise, mobil tabanlı platformu kullanarak akademisyen tarafından belirlenen yönteme uygun bir şekilde yoklamasını vermektedir. QR kod ile yoklama alma yöntemi için, cihazların kamera ile kodu tarama özelliği kullanılmıştır. Bu yöntem ek alternatif bir yöntem olan ve ekrana yansıtılan yoklama kodunun öğrenci tarafından sisteme manuel olarak girilmesiyle, öğrencinin yoklama listesine dahil edilmesi uygulamada kullanılan diğer etkili yöntemlerden bir tanesidir. ESP32'nin Wi-Fi ve düşük enerji tüketen Bluetooth Low Energy (BLE) özelliklerinden faydalanılarak, sinyal tabanlı yoklama alma yöntemi de sisteme entegre edilmiş ve böylece sistemin kullanılabilirliği artırılmıştır. Wi-fi ve bluetooth aracılığıyla yoklama alma yöntemi için, cihazlarda bu özelliklerin açık olması ve öğrencinin sinyal alanı içerisinde bulunması yeterlidir. Sinyal ile yoklama alma işleminde Öğrencinin yoklama vermesi için, diğer yöntemler de olduğu gibi QR Kod taratmak veya PIN kodu girmek gibi bir işlem yapması gerekmemektedir. Bilinen literatürde ESP32 modülü kullanılarak gerçekleştirilen bir yoklama sistemi bulunmamaktadır ve bu tez çalışması, ilk kez ele alınarak önerilmiş ve sunulmuştur. Sistem, çok katmanlı mimari kullanılarak ve belirli katmanlara ayrılarak tasarlanmıştır. Bu katmanlı tasarım, her katmanın kendi süreçlerini bağımsız olarak yürütmesiyle uygulamanın net bir sorumluluk dağılımına sahip olmasını sağlamıştır.

LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) altyapısının var oluşu, sağladığı esneklik ve standartlara uyumluluğu sayesinde kurum sistemlerine entegrasyon sürecini kolaylaştırmaktadır. Sistem, kullanıcının kimlik doğrulama ve yetkilendirme işlemini veri tabanı ve LDAP üzerinden merkezi bir alandan gerçekleştirecek şekilde tasarlanmıştır. Kimlik doğrulama işleminin ardından kullanıcının sahip olduğu rol tanımına uygun rol paneli erişime açılır. Böylece kullanıcı, rol tanımına uygun olan görev ve yetkilere göre sisteme erişim sağlamaktadır.

Önerilen sistemde ESP32 modülü ile elde edilen sinyal verilerin analiz edilmesi için, sinyal değer aralıklarına göre renklendirme işlemi yapılmıştır. Belirlenen renk değerleri aralığında yer alan öğrenciler, sinyal uyumluluğuna sahip olarak değerlendirilmiş, renk değerleri dışında kalanlar ise farklı bir renklerle ifade edilmiştir. Bu kapsamda, 90 öğrenci ile yapılan test sonucunda, 0 ile- 70 değer aralığında yer alarak mavi ile renklendirilmiş olan öğrenci sayısı 55, - 70 ve - 90 aralığında yer alarak turuncu ile renklendirilen öğrenci sayısı 27, belirtilen aralıkların dışında ve - 90 sinyal değerinin üzerinde olan, kırmızı ile renklendirilmiş ve uyarı durumu oluşturmuş öğrenci sayısı 8 olarak tespit edilmiştir. Ölçülen sinyal değerleri, dersliğin fiziksel ve geometrik özelliklerinden kaynaklanan etkiler doğrultusunda değişkenlik göstermektedir. Sistemin doğruluğunun ve performansının ölçülmesi amacıyla yapılan deneysel çalışma neticesinde, sistemin doğruluk oranı, hız ve kullanıcı memnuniyeti gibi performans kriterleri açısından beklentileri karşıladığı gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bluetooth Düşük Enerji, Dijital Yoklama, ESP32 Modülü, Online Yoklama Sistemi, QR Kod.

## **ABSTRACT**

## **MS THESIS**

# **PROXIMITY-BASED HYBRID ATTENDANCE SYSTEM SUPPORT WITH ESP32 MODULE**

**Meryem SERTTAŞOĞLU**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
IN COMPUTER ENGINEERING**

**Advisor: Asst. Prof.Dr. Ayşe Merve ACILAR**

**2025, 66 Pages**

**Jury**

**Asst. Prof. Dr. Özlem ERDAŞ ÇİÇEK**

**Asst. Prof. Dr. Ayşe Merve ACILAR**

**Asst. Prof. Dr. Fatma Zehra SOLAK**

Digital attendance is a technological solution generally used in education to determine student attendance control, monitor their absences, and report their attendance when necessary. Education has been significantly impacted and changed, as has every other field, by the shift to the digital age and the use of technology. There are several benefits to using digital technology-based attendance-taking techniques rather than traditional paper-based methods. This allows for accurate and secure data storage in a digital environment, the prevention of labor loss, the improvement of educational quality and efficiency, the saving of time and paper, and the reporting of data when needed.

In this thesis, a digital attendance system was created to precisely and swiftly track students' attendance. Three different digital attendance techniques are included in the developed system, which can be used on web and mobile platforms to collect precise attendance data, cut down on paper use, and save time. These techniques include attendance using the ESP32 module, attendance codes (PIN), and QR codes. Both web and mobile platforms have made it feasible for academics to handle attendance data with ease and for students to monitor their attendance. The academician starts the attendance on the web-based platform by selecting a course and determining the attendance method for the selected course. The student begins the online attendance process by choosing a course and figuring out the attendance method for that course. Using the camera-equipped devices' code scanning capability, the QR code attendance method was implemented. An alternate technique that works well in practice is adding the student to the attendance list by manually entering the attendance code that appears on the screen into the system. Utilizing the Bluetooth Low Energy (BLE) and Wi-Fi capabilities of the ESP32, the signal-based attendance technique has been incorporated into the system, improving its usability. The student only needs to be in the signal area and have Wi-Fi and Bluetooth enabled on their devices to take attendance via these technologies. When using signal-based attendance taking, students can submit their attendance without having to enter a PIN or scan a QR code, unlike other methods. This thesis study has been suggested and presented for the first time, and no attendance system uses the ESP32 module in the body of existing literature. A multi-layered architecture was used to design the system, which was then separated into distinct layers. Each layer carried out its procedures independently thanks to the application's layered design, which guaranteed a clear separation of duties.

The LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) infrastructure's flexibility and standard compliance make it easier to integrate into corporate systems. The system is made to use LDAP and a database to handle user authorization and authentication from a central location. The role panel that corresponds to the user's role definition is displayed following the authentication procedure. As a result, the user uses the system by the responsibilities and permissions specified in the role definition.

A coloring procedure was carried out based on the ranges of signal values to analyze the signal data acquired using the ESP32 module in the suggested system. Different colors represented students who fell outside of the designated color range, while those who fell within the range were assessed as having signal compatibility. In this case, the test with 90 students showed that 55 students were in the range of 0 to -70 and were colored in blue, 27 students were in the range of -70 and -90 and were colored in orange, and 8 students were outside the designated ranges and above the -90 signal value, colored in red and created a warning status. The classroom's geometrical and physical characteristics influence the measured signal values. As a consequence of the experimental investigation carried out to assess the system's accuracy and performance, it was found that the system fulfilled the requirements concerning performance metrics like accuracy rate, speed, and user satisfaction.

**Keywords:** Bluetooth Low Energy, Digital Attendance, ESP32 Module, Online Attendance System, QR Code.



## ÖNSÖZ

Tezimin her aşamasında bana yardımcı olan değerli tez danışmanım Dr.Öğr. Üyesi Ayşe Merve ACILAR'a, desteğinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Meryem SERTTAŞOĞLU  
KONYA-2025



# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>viii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>ix</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Tezin Amacı ve Literatüre Katkısı.....	2
1.2. Tezin Organizasyonu .....	3
<b>2. LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>4</b>
<b>3. ESP32 MODÜLÜ DESTEKLİ YAKINLIK TABANLI HİBRİT YOKLAMA SİSTEMİ</b> .....	<b>7</b>
3.1. Proje Katmanları ve Kullanılan Teknolojiler.....	12
3.1.1. Varlıklar (Entities) Katmanı .....	13
3.1.2. Veri Erişim (Data Access) Katmanı .....	13
3.1.3. Veri Transfer Nesnesi (Data Transfer Object) Katmanı.....	15
3.1.4. İş (Business) Katmanı .....	15
3.1.5. Ortak (Common) Katmanı .....	18
3.1.6. Uygulama Programlama Arabirimi (API) Katmanı.....	19
3.1.7. Kullanıcı Arayüzü (UI) Katmanı .....	19
3.2. İlişkisel Veri Tabanı.....	20
3.2.1. Kullanıcı Yönetim Sistemi Diyagramı .....	20
3.2.1.1. AspNetUsers Tablosu .....	21
3.2.1.2. AspNetUserLogins Tablosu.....	22
3.2.1.3. AspNetUserClaims Tablosu .....	22
3.2.1.4. AspNetUserRoles Tablosu.....	22
3.2.1.5. AspNetRoles Tablosu .....	22
3.2.1.6. AspNetRolesClaims Tablosu.....	23
3.2.1.7. AspNetUserTokens Tablosu .....	23
3.2.1.8. Departments Tablosu .....	23
3.2.1.9. Faculties Tablosu .....	23
3.2.2. Ders Programı Yönetim Sistemi Diyagramı.....	24
3.2.2.1. Periods Tablosu .....	26
3.2.2.2. Lectures Tablosu.....	26
3.2.2.3. Syllabus Tablosu.....	26
3.2.2.4. Seasons Tablosu.....	27

3.2.2.5. Faculties Tablosu .....	27
3.2.2.6. Departments Tablosu .....	27
3.2.2.7. Classrooms Tablosu .....	27
3.2.2.8. AspNetUsers Tablosu .....	28
3.2.2.9. StudentSyllabuses Tablosu .....	28
3.3. Yoklama Alma Yöntemleri.....	28
3.3.1. QR Kod Teknolojisi.....	29
3.3.2. Yoklama Kodu (PIN).....	29
3.3.3. ESP32 Modülü (Sinyal).....	29
3.4. Web Uygulaması .....	30
3.4.1. Kullanıcı Giriş İşlemleri .....	31
3.4.1.1. Kullanıcı Girişi .....	31
3.4.1.2. Active Directory (AD) ile Kullanıcı Doğrulama İşlemleri.....	33
3.4.1.3. Şifre Sıfırlama Sayfası .....	33
3.4.1.4. Kullanıcı Özellikleri (Claims) .....	34
3.4.1.5. Log Kayıtlarının Tutulması .....	34
3.4.2. Rol Tanımlamaları .....	35
3.4.2.1. Yetkili (Admin) Rol Yapısı .....	36
3.4.2.2. Sekreter Rol Yapısı .....	36
3.4.2.3. Akademisyen Rol Yapısı .....	36
3.4.2.4. Öğrenci Rol Yapısı .....	37
3.4.3. Rol Panelleri .....	37
3.4.3.1. Admin Paneli .....	37
3.4.3.2. Sekreter Paneli .....	41
3.4.3.3. Akademisyen Paneli .....	41
3.4.3.4. Öğrenci Paneli .....	41
3.5. Mobil Uygulaması .....	42
3.5.1. ESP32 Modülü.....	43
3.5.2. Öğrenci Yoklama İşlemi.....	44
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....</b>	<b>48</b>
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>58</b>
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>62</b>
6.1 Sonuçlar .....	62
6.2 Öneriler .....	63
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>64</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Kısaltmalar

AD:	Aktif Dizin ( <b>A</b> ctive <b>D</b> irectory)
API:	Uygulama Programlama Arabirimi ( <b>A</b> pplication <b>P</b> rogramming <b>I</b> nterface)
BLE:	Düşük Enerjili Bluetooth ( <b>B</b> luetooth <b>L</b> ow <b>E</b> nergy)
CRUD:	Oluşturma Okuma Düzeltme Silme ( <b>C</b> reate <b>R</b> ead <b>U</b> ppdate <b>D</b> elele)
ESP32:	Elektronik Stabillle Programı ( <b>E</b> lectronic <b>S</b> tability <b>P</b> rogram)
FK:	Yabancı Anahtar ( <b>F</b> oreign <b>K</b> ey)
GPS:	Küresel Pozisyon Sistemi ( <b>G</b> lobal <b>P</b> osition <b>S</b> ystem)
GUI:	Grafik Kullanıcı Arayüzü ( <b>G</b> raphical <b>U</b> ser <b>I</b> nterface)
HTML:	Hiper Metin İşaretleme Dili ( <b>H</b> yper <b>T</b> ext <b>M</b> arkup <b>L</b> anguage)
IDE:	Entegre Geliştirme Ortamı ( <b>I</b> ntegrated <b>D</b> evelopment <b>E</b> nvironment)
JWT:	JSON Ağ Belirleçleri ( <b>J</b> SON <b>W</b> eb <b>T</b> okens)
KVKK:	Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ( <b>P</b> ersonal <b>D</b> ata <b>P</b> rotect <b>A</b> uthority)
LDAP:	Hafif Dizin Erişim Protokolü ( <b>L</b> ightweight <b>W</b> eight <b>A</b> ccess <b>P</b> rotocol)
MAC:	Medya Erişim Kontrolü ( <b>M</b> edia <b>A</b> ccess <b>C</b> ontrol)
MVC:	Model – Görünüm – Denetleyici ( <b>M</b> odel – <b>V</b> iew – <b>C</b> ontroller)
NFC:	Yakın Alan İletişimi ( <b>N</b> ear <b>F</b> ield <b>C</b> ommunication)
ORM:	Nesne İlişkisel Haritalaması ( <b>O</b> bject <b>R</b> elational <b>M</b> apping)
PK:	Birincil Anahtar ( <b>P</b> rimary <b>K</b> ey)
RFID:	Radyo Frekanslı Tanımlaması ( <b>R</b> adio <b>F</b> requency <b>I</b> dentification)
RSSI:	Alınan İşaret Güç Göstergesi ( <b>R</b> eceived <b>S</b> ignal <b>S</b> trength <b>I</b> ndicator)
SMTP:	Basit Posta Aktarım Protokolü ( <b>S</b> imple <b>M</b> ail <b>T</b> ransfer <b>P</b> rotocol)
TCP:	İletim Kontrol Protokolü ( <b>T</b> ransmission <b>C</b> ontrol <b>P</b> rotocol)
USB:	Evrensel Seri Veri Yolu ( <b>U</b> niversal <b>S</b> erial <b>B</b> us)
UI:	Kullanıcı Arayüzü ( <b>U</b> ser <b>I</b> nterface)
UUID:	Evrensel Benzersiz Tanımlayıcı ( <b>U</b> niversally <b>U</b> nique <b>I</b> dentifier)
QR:	Hızlı Yanıt ( <b>Q</b> uick <b>R</b> esponse)

## 1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi, kurumların ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş dijital uygulamaların geliştirilmesine ve bu uygulamaların hayatımızın önemli bir parçası haline gelmesine olanak tanımıştır. Kuruma özel çalışma biçimi göz önünde bulundurularak özelleştirilmiş uygulamaların geliştirilmesi ve kullanımı verimliliği olumlu yönde etkilemiş, bireylerin yaşam pratiğini iyileştirerek günlük yaşamlarını daha etkin bir şekilde yönetmelerine yardımcı olmuştur. Bu durum kurumların dijital platformda aktif bir şekilde var olmasını gerektirmiş böylece, teknoloji destekli uygulamaların kullanımı ve dijital çağa ayak uydurmak artık bir ayrıcalık olmaktan çıkarak, bir zorunluluk halini almıştır. Teknoloji'nin hemen hemen her alanda yaygınlaşması eğitim alanını da etkilemiş ve eğitim kurumlarında da önemli dönüşümlere tanıklık etmemizi sağlamıştır. Böylece eğitim alanında teknoloji kullanımına ve altyapı hazırlıklarına yönelik yapılan yatırımlar her geçen gün artmaktadır ( Koral Gümüsoğlu (2017).

Dijital çağa hazırlığın önemli aşamalarından bir tanesi olarak görünen gerekli altyapının oluşturulması, eğitim kurumların değişimlere hızlı ve etkili bir şekilde uyum sağlamalarına da olanak tanımaktadır. Altyapının varoluşu, eğitim kurumlarının iş yapış şekillerini kökten değiştirmiş ve yenilikçi bir anlayışla bireyleri dijital çağa hazırlamıştır (Saykılı, 2019). Mevcut altyapıya uygun uygulamaların geliştirilmesi, kullanılan uygulamaların da performansını artırmakta ayrıca geleneksel yöntemlere bağlılığın aşılmasında ve eğitim kurumlarının çağdaş eğitim yöntemine geçişi konusunda kritik bir rol oynamaktadır. Bu durumda modern eğitim süreçlerini desteklemek, öğrencileri çağın gereksinimlerine uygun platformların kullanımına hazır hale getirmek için eğitim kurumlarında, teknolojik alt yapının oluşturulması son derece önemli bir aşamadır (Haleem ve ark., 2022).

Eğitim kurumlarında zorunlu olan ve geleneksel yöntemler kullanılarak kâğıt tabanlı yoklama alma işleminin yerine, dijital dönüşüm ile online yoklama alma yöntemleri kullanılması cazip hale gelmektedir. Özellikle eğitim kurumlarında zorunlu olarak alınan yoklamaların geleneksel yöntemlerle sürdürülmesi, eğitimci ve öğrenci için zaman kaybı ve iş gücü kaybına sebebiyet vermektedir. Ayrıca öğrencinin bir başkasının yerine imza atma durumu bu yöntemin diğer olumsuz yönlerindedir (Arif ve ark., 2018). Eğitim ve öğretim kurumlarında kullanılan mevcut geleneksel yöntemlerin yerine geliştirilen dijital sistemler ile bu alanda yaşanan zaman kaybını ve iş gücü kaybını ortadan kaldırma eğilimindedir. Özellikle yakınlık tabanlı ve hibrit yöntemlerin tercih

edilmesi kullanıcı doğrulama süreçlerinde hem öğrencinin fiziksel varlığının güvenilir bir şekilde hızlı ve kolay tespit edilmesini sağlayarak hem de farklı teknolojilerin entegrasyonu ile sistemin doğruluk ve verimliliğini önemli ölçüde olumlu etkilemektedir.

Böylece dijital ve yakınlık tabanlı yoklama, manuel olarak alınan yoklama işlemlerine göre daha hızlı, güvenli bir şekilde devam bilgilerini depolamak ve raporlamak için etkili bir yöntem haline gelmiştir. Böylece dijital yoklama ile eğitimci, öğrencinin devam durumunu hızlı, pratik ve güvenli bir şekilde takip edebilir ve dilediğinde raporlayabilir duruma gelmiştir.

### 1.1. Tezin Amacı ve Literatüre Katkısı

Eğitim kurumlarında yoklama alma işlemi, zaman alıcı ve zahmetli bir süreçtir. Bu durum öğrenci ve eğitimcinin verimliliğini azaltarak, iş gücü kaybına ve kağıt israfına neden olmaktadır. Bu tez çalışmasında, geleneksel yöntemlerde yaşanan hatalar, zaman kayıpları ve güvenlik açıkları gibi olumsuz durumları ortadan kaldırmak için üç farklı yoklama alma yöntemi önerilmiştir. Geliştirilmiş olan web ve mobil tabanlı dijital yoklama sisteminde, ESP32 modülü, QR kod ve yoklama kodu kullanılarak yoklamaya ait işlemler hızlı ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu üç yöntemin dışında gerekli durumlarda, yoklamaya manuel olarak müdahale edilebilecek bir mekanizma geliştirilmiştir. Bu mekanizma, sistemde meydana gelebilecek olası hataların düzeltilmesi ve eksik kayıtların sisteme eklenmesini sağlamıştır. Ayrıca, akademisyen tarafından sistemde yer alan geçmiş yoklama kayıtlarına erişim sağlanabilecek, excel formatında indirilebilecek ve detaylı bir şekilde incelenebilecektir. Böylece uygulama, yaşanabilecek olumsuz durumların ortadan kaldırılmasına yönelik etkili bir çözüm sunmaktadır.

Literatürde dijital yoklamanın hayata geçirilmesi amacıyla birden fazla yöntem ve yaklaşımlar üzerine pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar, dijital yoklama süreçlerinin etkinliğini arttırmaya yönelik, farklı teknolojik çözümler sunmuştur.

Yapılan literatür analizlerine ilişkin sonuçlar neticesinde;

- Dijital yoklamada QR Kod teknolojisine alternatif bir yöntem olarak kullanılan yoklama kodunun, daha önce bilinen bir çalışmada ve uygulamada kullanılmadığı gözlemlenmiştir.
- Hafif Dizin Erişim Protokolü (Lightweight Directory Access Protocol-LDAP), merkezi kimlik doğrulama ve yetkilendirme süreçlerinde yaygın

olarak kullanılmasına rağmen, mevcut bilinen literatürde dijital yoklama alanında dizin hizmetlerine yönelik kullanımına rastlanmamıştır.

- ESP32 Modülü kullanılarak yoklama alma işlemlerinin gerçekleştirildiği ve Wi- Fi özelliğın aktif olmadığı durumlarda, alternatif olarak bluetooth özelliğının kullanıldığı bir uygulamaya, bilinen literatürde rastlanmamıştır.
- N – Katmanlı mimari ve SOLID (Single Responsibility, Open / Closed, Liskov Substation, Interface Segregation, Dependency Inversion) prensiplerinin kullanımına dayalı yakınlık tabanlı uygulamalara, bilinen mevcut literatürde rastlanmamıştır.

## 1.2. Tezin Organizasyonu

Bu tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. *Giriş* bölümünde tezin konusu ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. Ayrıca tezin amacı ve literatüre katkısına da bu başlık altında yer verilmiştir. *Literatür Taraması* bölümünde geleneksel yöntemlerde yaşanan olumsuz durumların ortadan kaldırılması amacıyla çeşitli yoklama alma yöntemleri ile ilgili yapılmış olan çalışmalardan bahsedilmiştir. *Materyal ve Yöntem* başlığı altında bu çalışmada kullanılan mimari yapısı, uygulamada kullanılan her iki platformun işlevselliği ve kullanım senaryoları ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Proje katmanları, rol tanımları ve görevleri ile ilişkisel veri tabanı tasarımı detaylandırılmıştır. *Araştırma Konusu ve Tartışma* başlığı altında, çalışmada gerçekleştirilen testler ile dijital yoklama alma yöntemlerinin performansına ilişkin test sonuçları ayrıntılı ele alınmıştır. Sonuçlar ve Öneriler kısmında uygulamanın kullanımına ilişkin genel çıkarımlar ele alınmış uygulamayı diğer uygulamalardan ayıran temel özellikler detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Bu başlık altında yer alan Öneriler alanında uygulamanın geliştirilmesi ve daha etkin kullanımına ilişkin öneriler sunulmuştur.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Eğitim alanında, öğrenci devam durumlarının takip edilmesi amacıyla birçok farklı yöntem ve teknolojiye dayalı uygulamalar geliştirilmiştir. Kâğıt üzerinde alınan yoklamaların düzenli olarak girilmemesi, tutulmaması veya manuel olarak girilen yoklamaların hatalı girilmesi öğrenci mağduriyetine sebep olabilmektedir. Bu gibi yaşanan mağduriyetleri ortadan kaldırmak için farklı yöntemler kullanılarak geliştirilen uygulamalarla ilgili birçok çalışma mevcuttur. Literatürde kâğıt israfını ve iş gücü kaybını önlemek amacıyla geliştirilmiş yoklama sistemlerine dair literatür taraması bu kısımda sunulmaktadır.

Jamil (2011), öğretim elemanının cep telefonuna entegre edilen ve yoklama sonrası elde edilen verileri, basılı yoklama formuna dönüştüren otomatik bir devam kayıt sistemi üzerinde çalışmıştır. Program için ihtiyaç duyulan öğrenci cep telefonlarının Ortak erişim yönetimi (MAC) adresleri ve kimlik numaraları daha önceden kaydedildiği Berkeley DB veri tabanından okunarak, öğrencinin yoklamaya dahil edilmesini sağlamıştır. Berkeley DB veri tabanına kayıtlı olan ve Bluetooth özelliği açık olan her öğrenci sorguya yanıt vererek otomatik olarak yoklamaya dahil olduğunu ve ardından otomatik olarak veri tabanı tarafından derlenen rapora aktarıldığını göstermiştir (Jamil ,2011).

Masalha ve Hirzallah (2014), öğrenci katılımını teyit etmek için öğrencilerin akıllı telefonlarıyla QR Kodunu tarayarak yoklama verme işlemini gerçekleştirmelerini sağlayacak çalışma yürütmüştür. Kimlik doğrulama sürecinde çift faktörlü doğrulama yaklaşımını benimsemiştir. Ayrıca sistem öğrencilerin yüz görüntülerini de alarak kimlik doğrulamasını daha etkili hale getirmiştir. Küresel konumlama sistemi (GPS) teknolojisi kullanılarak ders sırasında öğrencilerin fiziksel konumunun kaydedilmesi ile öğrencinin farklı bir alandan yoklama vermesini önlemesi için etkili bir yöntem olarak nitelendirilmiştir. Çalışma sonucunda özellikle GPS teknolojisinin kullanılmasının yanı sıra yüz tanıma sisteminin kullanılmasının öğrencilerin sahte yoklama vermesinin önüne geçildiği konusunda başarılı olduğunu göstermiştir (Masalha ve Hirzallah ,2014).

Mademikhanov ve arkadaşları (2021), Bluetooth teknolojisini kullanarak otomatik devam kontrolü sağlayan bir sistem geliştirmiştir. Sistem, öğrencilerin akıllı telefonları ile sınıf içinde yerleştirilen Beacon cihazları aracılığıyla devam durumlarını otomatik olarak kaydetmeyi amaçlamıştır. Ayrıca, öğrencilerin dersin başında ve sonunda check-in yapmalarını gerektirmektedir. Biyometrik doğrulama, sistemin güvenlik

aşaması olarak kullanılmış olup, öğrencilerin kendi akıllı telefonlarını kullanarak yüz tanıma ve parmak izi alma adımlarını içermektedir. Eğitimcinin, ders sonunda öğrencilere soru sorarak dersi değerlendirmesi ve anlık geri bildirim alması desteklenmektedir. Sistemin zayıf yönü, IOS'un Bluetooth fiziksel adreslerini gizlemesi ile öğrencilerin hile yapmasının önünü açmaktadır (Mademikhanov ve ark., 2021).

Özcan ve arkadaşları (2018) ,mobil cihazlar için Radio frekansı ile tanımlama (RFID) ve Bluetooth düşük enerji teknolojisi ile öğrenci yoklama sistemi üzerinde detaylı bir çalışma yürütmüştür. RFID okuyucu anten, RFID etiketiyle iletişim kurmaktan sorumlu RF elektronik modülü ve bir denetleyici elektronik modül olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. RFID okuyucusunun etikete radyo enerjisi göndermesi ile etiketin yanıtını dinlemekte ve etiketin bu enerjiyi algılayıp seri numarasını okuyucuya geri döndürmesi sağlanmıştır. Ayrıca BLE (Bluetooth Low Energy) kullanılarak kablosuz cihaza veri transferi sağlanmıştır. Akıllı mobil cihazlar için geliştirilen uygulamada RFID özellikli kimlik kartlarıyla öğrenci numarası arasında eşleştirmelerin yapılarak öğrenciye ait öğrenci numaralarının veri tabanına kaydedilmesi sağlanmıştır. Yoklama verilerinin sunucuya aktarılması işlemi “.cs” uzantılı dosyanın e-posta veya kablosuz ağlar kullanılarak sunucu bilgisayara aktarılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda uygulama, öğrenci bazında istatistiksel verilere erişim sağlamayı ve yoklama durumu hakkında detaylı istatistikler sunmayı başarmıştır (Özcan ve ark.,2018).

Nuhi ve arkadaşları (2020), her ders ve öğrenci için özel olarak tasarlanmış QR kodlar üreten, öğrencilerin kamera aracılığıyla kodu tarayıp yoklamasını vermesini sağlayan bir sistem geliştirmiştir. Geliştirilen sistemin geleneksel yöntemlere göre daha güvenilir olduğu, hızlı ve verimli bir çözüm sunduğu, ayrıca öğrenci katılımını artırarak eğitim sürecini iyileştirdiği sonucuna varılmıştır. Uygulamada kullanılan yöntemin, teknik aksaklıkların yaşanması ihtimaline karşı ek alternatif bir yöntem sunmaması sistemin eksik yönlerindedir (Nuhi ve ark., 2020).

Patel ve arkadaşları (2019), eğitim enstitülerinde öğrencilerin katılımını otomatikleştirmek üzere kablosuz parmak izi katılım sistemi tasarlamışlardır. Sistemin çalışma prensibi kayıt, katılım, eşleştirme, onay ve raporlama şeklinde ayarlanmıştır. Uygulamada öğrencilerin parmak izlerini okuyarak tanıma işlemlerini gerçekleştiren, bu verileri sisteme ileterek kayıt altına alan parmak izi modülü kullanılmıştır. Bu verilerin modülden güvenli ve hızlı bir şekilde alınmasını ve iletilmesini sağlayan Zigbee vericisi kullanılmıştır. Kablosuz iletişimde Zigbee teknolojisi kullanımı ile parmak izi tabanlı katılım sisteminin kablosuz iletişim gereksinimleri ve güvenlik aşamaları karşılanmış

olmaktadır. Test aşamasında uygulamanın hızlı çalıştığı, raporlar oluşturduğu gözlemlenmiş öğrencilerden elde edilen verilere göre uygulamanın güvenli olduğu savunulmuştur (Patel ve ark.,2019).

Baykara ve arkadaşları (2024), Yakın alan iletişimi (NFC) teknolojisi kullanılarak gerçek zamanlı akıllı mobil yoklama sistemi geliştirmişlerdir. Uygulamada, kullanıcı NFC tagları ile etkileşime geçerek Google servisler aracılığıyla konum odaklı katılım yapabilmektedir. Öğrencinin yoklama alım sırasında konumu ve NFC taglarına olan mesafesi yoklama işleminin gerçekleştirilmesi, sistem üzerine katılımın doğru bir şekilde kaydedilmesi aşaması için önem teşkil etmektedir. Sistem, öğrencinin katılımlarını veri tabanında saklamakta ve verileri raporlama işlemlerinde kullanmaktadır. Çalışmadaki temel amaç RFID teknolojisi yerine daha ucuz maliyetli olan NFC teknolojinin kullanılmasıdır (Baykara ve ark.,2024).

### **3. ESP32 MODÜLÜ DESTEKLİ YAKINLIK TABANLI HİBRİT YOKLAMA SİSTEMİ**

Bu tez çalışmasında önerilen yakınlık tabanlı dijital yoklama sistemi eğitim kurumlarında, web ve mobil olmak üzere iki platformda çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Sistemde yakınlık tabanlı ve hibrit yoklama yöntemi tercih edilmesinin başlıca nedeni kullanıcı doğrulama süreçlerinde, fiziksel varlığın tespit edilmesi ve farklı teknolojilerin entegrasyonu ile sistemin teknik aksaklıklar yaşanması durumunda, ek alternatif çözümlerinin devreye girmesinin sağlanması ile sistem performansının artırılmasıdır.

Her iki platformda, akademik ve öğrenci rollerinin farklı özelliklere sahip görevleri bulunmaktadır. Akademisyen rolüne sahip kullanıcılar yoklama alma işlemlerinden sorumlu iken, öğrenci rolüne sahip kullanıcılar da yoklama verme işlemlerinden sorumludur. Yoklama alma işlemi gerçekleştirilirken birden fazla yöntemin eşzamanlı olarak başlatılması mümkündür. Bu durum, yoklama süreçlerinde esneklik sağlamaktadır. Web uygulaması aracılığıyla gerçekleştirilen yoklama alma sürecinin aşamaları detaylı bir şekilde Şekil 3.1'de sunulmuştur. Öğrencilerin isimleri ve soyisimleri kişisel verilerin korunmasını sağlamak amacıyla yıldızlarla kapatılarak maskelenmiştir.

Ders Programı Bilgisi

Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
<b>Web Programming</b> Saat: 08:00 - 10:45 Ders Kodu: 1400111008 Derslik Adı: 1A01-Sınıf Derslik Kodu: 1A01 Grup: 1	<b>Programming I</b> Saat: 08:00 - 09:45 Ders Kodu: 1400111009 Derslik Adı: 1B01-Anfı Derslik Kodu: 1B01 Grup: 1	<b>İngilizce I</b> Saat: 09:00 - 10:45 Ders Kodu: ENGI Derslik Adı: 1B01-Anfı Derslik Kodu: 1B01 Grup: 1 <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold; margin-top: 5px;">YOKLAMA BAŞLAT</div>		<b>Database Systems</b> Saat: 15:00 - 16:45 Ders Kodu: 1400111009 Derslik Adı: 1C01-Lab Derslik Kodu: 1C01 Grup: 2		

Yoklama Başlatma Paneli

Ders Adı: İngilizce I

Saat: 09:00 - 10:45

Ders Kodu: ENGI

Derslik Adı: 1B01-Anfı

Derslik Kodu: 1B01

Grup: 1

KAPAT / AÇ

Sinyal ile Yoklama

QR Kod ile Yoklama

Pin Kod ile Yoklama

Ders Saati Seçiniz  
 ✓ 1.Ders: 09:00 - 09:45  
 2.Ders: 10:00 - 10:45

YOKLAMA BAŞLAT

KAPAT

Yoklama Başlatma Paneli

✓


Yoklama işlemi başlatılıyor...

OK

YOKLAMA BAŞLAT

KAPAT

Ders Programı Bilgisi : Çarşamba / 09:00-10:45 / İngilizce I / 1B01-Anfı / Sec. 1



1B01-Anfı

Profil	Adı Soyadı	Öğrenci Numarası	Durum
	B**** B****	2*****	<input type="checkbox"/>
	A*** H*** G****	2*****	<input type="checkbox"/>
	A**** A****	2*****	<input type="checkbox"/>
	R**** A****	2*****	<input type="checkbox"/>
	A**** A****	2*****	<input type="checkbox"/>
	A**** M****	2*****	<input type="checkbox"/>
	A**** S****	2*****	<input type="checkbox"/>
	A**** N**** K****	2*****	<input type="checkbox"/>
	H*** A****	2*****	<input type="checkbox"/>
	A**** S**** J****	2*****	<input type="checkbox"/>
	A*** Ç****	2*****	<input type="checkbox"/>

**Şekil 3.1.** Akademisyen Yoklama Alma İşlemi

Yoklama verme işlemi, mobil uygulama aracılığıyla öğrenci tarafından sağlanmaktadır. Öğrenci, mobil uygulama ile sisteme giriş yaparak, akademisyen tarafından mobil uygulama aracılığı ile belirli bir yöntemle bağlı olarak başlatılan yoklamaya göre yoklamasını vermektedir. Şekil 3.2'de, öğrencinin mobil uygulama aracılığıyla sisteme giriş yaparak, akademisyen tarafından belirlenen yöntem doğrultusunda başlatılan yoklamaya katıldığı sürecin görseli sunulmaktadır.

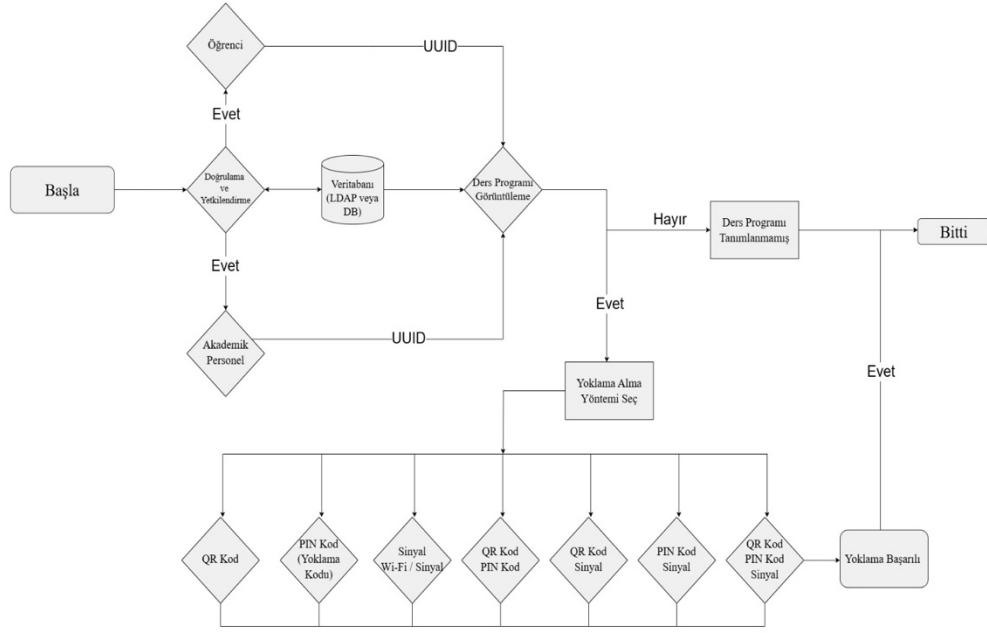


**Şekil 3.2.** Mobil Uygulama Aracılığıyla Yoklam Verme İşlemi

Şekil 3.2 (a)'da sisteme giriş ekranı yer almaktadır. Öğrenci rolüne sahip kullanıcı giriş ekranına kullanıcı adı ve şifresiyle giriş yaparak sisteme erişim sağlayabilmektedir. Böylece sistemde yoklama işlemine dair bütün işlemleri gerçekleştirebilmektedir. Yoklama alma işleminin gerçekleştirilmesi aşamasında önemli bir yere sahip olan ders programı görüntüleme işlemide Şekil 3.2(b) 'de gösterilmiştir. Akademisyen tarafından belirlenen yöntemlere göre yoklama alma yöntemleri Şekil 3.2(c)' de sunulmuştur. Öğrenci bu yöntemlerden birini seçerek yoklamasını verebilecek şekilde tasarlanmıştır. Yoklama yönteminin seçilmesinin ardından ilgili derse ait ders saati seçilerek yoklama verme işlemi gerçekleştirilir. İlgili derse ait ders saatlerinin görselleri Şekil 3.2(d)' de sunulmuştur.

Dijital yoklama sisteminin süreç akışı ise, Şekil 3.3'te yer alan Yoklama Sistemi akış diyagramında detaylı bir şekilde sunulmuştur. Kullanıcı belirli bir rol tanımı ile sisteme giriş yapabilmektedir. Kullanıcıların sisteme girişi aşamasında kimlik doğrulaması yapılmaktadır. Sistem, veri tabanı veya LDAP aracılığıyla kullanıcının kimlik bilgilerini doğrulamaktadır. Doğrulama işleminin ardından, kullanıcının rol tanımına ait olan rol paneli açılır. Kullanıcı Akademik personel ise ders programı üzerinden yoklama alma yöntemi belirleyerek yoklamayı web uygulama aracılığıyla başlatır. Öğrenci rolüne sahip kullanıcı ise mobil uygulama aracılığıyla akademisyenin belirlemiş olduğu yöntemlere bağlı olarak yoklamasını verir.

Uygulamanın, belirlenen yöntemler doğrultusunda farklı rollere göre çalışma prensipleri ve teknikleri, Web ve Mobil Uygulaması başlıkları altında ayrıntılı olarak incelenmiştir. Her iki platformun da rollere dayalı işleyişi, sistemin genel performansı ve kullanıcı deneyimine katkıları detaylı bir biçimde belirtilen başlıklar altında işlenmiştir.



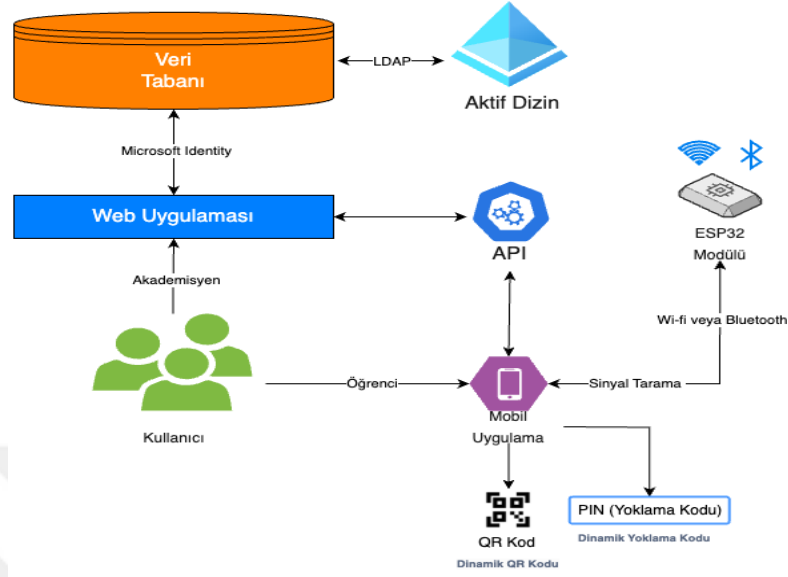
Şekil 3.3. Yoklama Sistemi

Uygulamada, kullanıcı kimlik doğrulama işlemi microsoft identity entegrasyonu ile sağlanmaktadır. LDAP protokolü de veri tabanı ve aktif dizin arasındaki iletişimi sağlamaktadır. LDAP protokolünün sistem altyapısında kullanılması, dijital yoklama uygulamasının kurum altyapısına entegrasyonunu kolaylaştırarak, kurumsal kimliğe hızlı ve sorunsuz bir şekilde uyum sağlamasına olanak tanımaktadır.

Uygulamada kullanılan Application Programming Interface (API) katmanı, web ve mobil uygulaması arasındaki veri alışverişini sağlayarak, sistemin temel iletişim altyapısını barındırmaktadır.

Yoklama verileri ve kullanıcı bilgileri, veri tabanında depolanmaktadır. Kimlik doğrulama işleminin ardından kullanıcı rolüne göre platformların kullanımı yoklama işlemleri için farklılık göstermektedir. Yoklama işlemi, web uygulaması üzerinden, akademik yetkiye sahip kullanıcılar tarafından ilgili ders programına ait dersin yoklamasının başlatılması suretiyle gerçekleştirilmektedir. Yoklama verme işlemi de öğrenci tarafından mobil uygulama aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Yoklama işlemleri QR kod, yoklama kodu ve ESP32 modülü kullanılarak üç farklı yöntem ile gerçekleştirilmiştir. Her bir yöntem diğer bir yönteme alternatif bir yöntem olarak sistemde etkin bir şekilde kullanılmıştır. ESP32 ile yoklama alma işlemi üzerine literatürde bilinen bir çalışmaya rastlanmamış olup, bu yöntem özgün bir yaklaşım olarak önerilen yakınlık tabanlı hibrit yoklama sisteminde geliştirilmiş ve uygulanmıştır.

Geliştirilen yoklama sistemin çalışma mantığının akış diyagramı Şekil 3.4 'de sunulmuştur.



Şekil 3.4. Sistem Çalışma Mantığı Akış Diyagramı

Web uygulaması geliştirmeye yönelik ASP.NET Core Model- View-Controller (MVC) mimari deseni tercih edilmiş, yazılım dili olarak da C# kullanılmıştır. Veri depolama alanı olarak da ilişkisel veri tabanı Microsoft SQL Server kullanılmıştır. Proje, .NET geliştiricileri için özel olarak tasarlanmış olan geliştirme ortamı JetBrains Rider tercih edilmiştir.

Dijital Yoklama sistemi, N- katmanlı mimari yaklaşımı ile tasarlanmış ve SOLID prensipleri esas alınarak geliştirilmiştir. Sistem, mantıksal katmanlara ayrılarak her katman kendi sorumluluğunu yerine getirecek ve katmanlar arası bağımlılıkları en aza indirecek şekilde tasarlanmıştır. Yazılımın katmanlara bölünmesi ve her bir katmanın kendi sorumluluklarını yerine getirmesi sistemin sürdürülebilirliğini ve modülerliğini artırmaktadır. Ayrıca proje için, kod bakımı kolay, ölçeklenebilir genişletilebilir bir sistem sunmaktadır. Projelerde sıklıkla kullanılan ve yazılımın daha sağlam, esnek ve sürdürülebilir olmasını sağlayan SOLID prensipleri (Single Responsibility, Open /Closed Principle, Liskov Substation, Interface Segregation, Dependency Inversion) kurallarının baş harflerinden oluşmaktadır (Madasu ve ark., 2015). Prensiplerin kullanılmasıyla proje büyüdükçe, projede hataların izlenmesi ve düzeltilmesi kolaylaşmıştır. Ayrıca SOLID kullanımı projeye yeni işlevlerin eklenmesi mevcut işlemlerin bozulmadan

yapılabilmesini mümkün kılmıştır. SOLID prensiplerinden yaygın olarak kullanılan Single Responsibility bir classın tek bir sorumluluğu olmalıdır bir class birden fazla iş yapamaz kuralını uygulamaktadır. OpenClosed özelliği ile de nesnelere değişime kapalı ama gelişmeye açık gelişmeyi de Interface aracılığıyla gerçekleştirilmektedir kuralını içermektedir.

Novell kütüphanesi kullanılarak LDAP protokolü aracılığıyla, kullanıcı hesapların belirlenen Active Directory (AD) dizin içerisine kaydedilmesi, hesap bilgilerinin güncellenmesi ve şifre kontrollerinin Active Directory sunucusuyla senkronize çalışması sağlanmıştır. Proje, Web Platform ve Mobil platform olmak üzere iki ayrı platformdan oluşmaktadır. Ayrıca Uygulama Admin, Sekreter, Akademisyen ve öğrenci rolü olarak dört ayrı rol barındırmaktadır. Sisteme erişim sağlandığında her bir rolün ayrı sorumlulukları vardır.

### **3.1. Proje Katmanları ve Kullanılan Teknolojiler**

Tez çalışmasında uygulama, N katmanlı mimari tasarım modeli ile tasarlanmış olup böylece her katmanın birbirinden bağımsız olarak iş süreçlerini yürütmesi sağlanmıştır. N katmanlı mimari, bir yazılım projesinin farklı işlevsel katmanlarını bağımsız katmanlar halinde organize ederek her katmanın birbirinden bağımsız çalışmasına olanak tanıyan tasarım modelidir. Bu mimari deseninin tercih edilmesinin sebebi bakım süreçlerinin kolay yürütülmesi ve projenin sürdürülebilir olmasını sağlamaktır. Proje Katmanlara ayrılarak tasarlanmıştır. Varlıklar (Entities), Veri Erişim (Data Access), Veri Transfer Nesneleri (DTO), Business (İş Katmanı), Common (Ortak), API ve Kullanıcı Arayüzü (UI) katmanı olarak yedi katmandan oluşmaktadır. Bu katmanlar birbirleriyle referans yoluyla bağlıdır. Yazılım geliştirme sürecinde proje mimarisini organize etmek ve kodu daha yönetilebilir hale getirmek için bu yöntem kullanılmıştır.

UI Katmanı İş, Veri Transfer Nesneleri ve Ortak katmanını referans almaktadır. API Katmanı İş, Veri Transfer Nesneleri ve Ortak katmanını, İş Katmanı ise Veri Erişim, Veri Transfer Objeleri ve Ortak katmanını, Veri Erişim Katmanında Varlıklar katmanını referans almaktadır. Kullanıcı Arayüzü (UI) üzerinde, Model- View- Controller kullanılmış ve angularjs işlemleri UI katmanında uygulanmıştır. Ayrıca UI tarafında, giriş ve üyelik işlemleri için Microsoft Identity kütüphanesi kullanılarak yetkilendirme ve rol işlemleri gerçekleştirilmiştir. Kullanıcı tarafına güvenlik ve performans gözetilerek,

Bağımlılık Enjeksiyonu (Dependency Injection) yapısına uygun şekilde İş katmanında işlenen istek ve yanıtlar UI katmanına DTO kullanılarak çift yönlü veri transferi sağlayacak şekilde yapılandırılmıştır.

Arayüz tasarımı için Material Dashboard kullanılarak, Bootstrap 5 ve Basamaklı Biçim Sayfaları (Cascading Style Sheet, bilinen kısa adıyla CSS) ile arayüz tasarımı desteklenmiştir. Form elementlerinde dinamik yapılar için Angular.js ve jQuery ile scriptler yazılmıştır. Veri listeleme işlemlerinde veri tablosu olarak DataTables jQuery kütüphanesinden faydalanılmıştır. Ayrıca geliştirilen uygulamanın görünümünü tutarlı bir şekilde korumak amacıyla, layout sayfası oluşturulmuştur. Sayfa, uygulamanın genel yapısını ve tasarımını belirlemektedir. Böylece, uygulamanın tasarlanmasını ve geliştirilmesini kolaylaştırarak, her sayfa için ayrı ayrı tasarım yapılması gerekmemektedir. Diğer sayfalar, bu layout sayfasının içeriğini genişletecek ve istenen içeriği ekleyecek şekilde render edecektir.

### **3.1.1. Varlıklar (Entities) Katmanı**

Varlık, veri tabanında tablo olarak yapılandırılan ve sistemdeki gerçek dünya nesnelerini ifade eden öğelerdir. Sistemde ilişkisel veri tabanı göz önünde bulundurularak veri bütünlüğünün sağlanması amacıyla, kullanılan her bir tablonun benzersiz bir şekilde tanımlanan birincil anahtarı (Primary Key- PK), niteliği ve özelliğinin yer aldığı alan olarak kullanılmıştır. Varlık özellikleri veri tabanı tablosunda sütun olarak listelenerek gösterilmektedir. Örneğin Şekil 3.5 'de Kullanıcı Yönetim Diyagramında yer alan AspNetRoles tablosunun içeriğinde yer alan İd benzersiz bir şekilde tanımlanmış birincil anahtarı, Name, NormalizedName, CocurrencyStamp ise nitelik ve özelliklerini ifade etmektedir.

### **3.1.2. Veri Erişim (Data Access) Katmanı**

Veri erişim katmanı üzerinde Object Relational Map (ORM) yapısı olarak, Entity Framework Code First yaklaşımı ile Migration işlemleri gerçekleştirilmektedir. Migration işlemleri, veri tabanı şemasındaki değişikliklerin kodlanması ve yapılan değişikliklerin veri tabanına aktarılması için kullanılmaktadır. Code First yaklaşımı ile, veri tabanı şemalarını C# sınıfları üzerinden tanımlanmasına ve veri tabanının bu tanımlamalara göre oluşturulup güncellenmesi sağlanmıştır. Migration işlemleri, Entities

katmanında bulunan varlık sınıflarından referans almaktadır. Entities sınıflarına bağlı, veri tabanı varlık özelliklerinin yapılandırıldığı konfigürasyon işlemleri de bu katmanda yer almaktadır. Context alanında ise entities ve konfigürasyonlarının tanımlanma işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Generic repository interface, veri tabanı işlemlerini ekleme, silme, güncelleme gibi gerçekleştiren soyut yapılar içerir. Kodun tekrar kullanılabilirliğini sağlayarak, tüm servislerin generic repository kullanarak veri tabanı işlemlerini gerçekleştirmesini sağlar.

Unit of Work yapısı, veri tabanı işlemlerindeki değişiklikleri takip etmek, bir dizi işlemi asenkron olarak veri tabanına işlemek ve işlemleri geri almak için kullanılır. Bu sayede projede veri tabanı işlemlerinde performans artışı sağlanmış olur.

Business Katmanı kendi bünyesinde 7 bileşenden oluşmaktadır. Dependency Resolvers, Extensions, Interfaces, Mapping, Resources, Services, ValidationsRules bileşenleri olarak ayrılmaktadır.

Configuration Bileşeni, Entities sınıflarına bağlı veri tabanı varlık özelliklerinin yapılandırıldığı konfigürasyon işlemleri bu katmanda yer almaktadır. Yapılandırmalar Entity Framework Core tarafından veri tabanı oluşturma işlemlerinde kullanılmaktadır.

Context Bileşeni, Entities ve konfigürasyonlarının tanımlama işlemleri Context dosyası içerisinde yer alan MSContext.cs kaynak dosyası içerisinde yapılmıştır. Contexts uygulamada kullanılacak olan veri tabanı tablolarını ve ilişkilerini temsil etmektedir. Entity Framework Core aracılığıyla veri tabanı işlemlerini gerçekleştirmektedir.

Interfaces Bileşeni IRepository.cs kaynak dosyası içerisinde farklı varlık sınıflarının depo işlemlerini gerçekleştirme somut depo sınıfları tarafından uygulanır. Böylece veri tabanı işlemleri tek bir yerden yönetilebilmektedir.

Migration Bileşeni, Veri katmanı üzerinde ORM yapısı olarak Entity Framework Code First yaklaşımı ile Migration işlemleri gerçekleştirilmektedir. Migration işlemleri veri tabanı şemasındaki değişikliklerin kodlanması ve yapılan değişikliklerin veri tabanına aktarılması için kullanılmaktadır. Entities katmanında bulunan varlık sınıflarından konfigürasyonlarından referans almaktadır. Migration işlemleri ile veri tabanı şeması kod tarafında yönetilir ve proje üzerinde yapılan değişiklikler kolayca veri tabanına aktarılır. Migration, veri tabanı yapısındaki değişikliklerin yönetilmesi ve sürdürülmesi açısından önemlidir. Yapılan her değişiklik sonrası Add- Migration komutu kullanılarak migration sınıfı oluşturulmuş olunur. Bu sınıf, yapılan değişikliklerin veri tabanına yansıtılmasını sağlayan SQL komutları içermektedir. Update Database komutu

ile değişiklikler veri tabanında uygulanmasına yardımcı olur. Repositories Bileşeni, veri tabanı erişim katmanı olarak kullanılmaktadır.

Uygulamada kullanılan Generic repository interface, veri tabanı işlemlerini Create, Read, Update, Delete (CRUD) gerçekleştiren soyut yapılar içerir. Soyutlama yöntemi ile, iş mantığı ve erişim katmanı arasında bağımlılık en aza indirilir. Kodun tekrar kullanılabilirliğini sağlayarak, tüm servislerin generic repository kullanarak veri tabanı işlemlerini gerçekleştirmesini sağlar. Bu işlem için Ireporistory <T> adında bir arayüz oluşturularak veri tabanında yer alan temel CRUD işlemlerini içerecek yapılar oluşturulmuştur. Oluşturulan arayüz sınıfı Entity Framework DbContext nesnesi ile çalışır şekilde yapılandırılmıştır. Bu arayüzler sadece entity tabanlı sınıflar için geçerli olacak şekilde tanımlanmıştır. Böylece tüm CRUD işlemleri genel bir şekilde tanımlanır ve her varlık sınıfı için tekrar kod yazmaya gerek kalmaz. Bu yöntem merkezi bir erişim noktası sağlayarak kod tekrarını önlemek amacıyla kullanılmıştır.

Unit of Work Bileşeni, veri tabanı işlemlerindeki değişiklikleri takip etmek, bir dizi işlemi asenkron olarak veri tabanına işlemek ve yapılan işlemleri geri almak için kullanılmıştır. Bir grup işlemi tek bir işlem gibi ele alır ve veri tabanı işlemlerinin gerçekleştirilmesini sağlar. Bu sayede projede veri tabanı işlemlerinde performans artışı sağlanmış olur.

### **3.1.3. Veri Transfer Nesnesi (Data Transfer Object) Katmanı**

DTO katmanında yer alan sınıflar veri transferi için esneklik, sürdürülebilirlik ve verileri ayrıştırmayı sağlayarak bir sınıftan veya katmandan diğerine istenilen verileri taşıyarak performans artışı sağlayan varlık sınıflarıdır. Genellikle farklı katmanlar arasında veri aktarımını kolaylaştırmak amacıyla kullanılmıştır.

### **3.1.4. İş (Business) Katmanı**

İş Katmanı bünyesinde, servisler bulunmaktadır. İş parçacığı görevlerini yerine getirmek için kullanılan servisler, asenkron işlemlere yanıt verecek şekilde sınıf yapıları bu katmanda oluşturulmuştur. İş katmanı, veri tabanı işlemleri için veri erişim katmanında bulunan generic repository sınıfına bağlıdır. Mapper kütüphanesi kullanılarak istenilen dto sınıflarındaki verileri entities yapılarına aktarırken, aynı şekilde

entities yapılarını da istenilen dto sınıflarındaki verilere haritalandırma ile aktarma işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Dependency injection, veri tabanı bağlantı (DBContext) yapılandırılması, otomatik haritalandırma ve doğrulama işlemlerine ait tanımlamalar da iş katmanında yapılandırılarak program.cs tarafındaki bağımlılıklar sağlanmıştır. Bağımlılık enjeksiyonu, genişletilebilir ve tek yapı üzerinden enjekte edilecek bağımlılıkları yönetmeyi sağlamaktadır.

Kaynaklar (Resources) kısmında ise çoklu dil seçeneği ile yerel (Türkçe) ve global (İngilizce) dil seçeneği sunulması için yapılandırmalar mevcuttur. Proje, istenildiği takdirde genişletilebilir dil seçeneği yapılandırılabilir şekilde tasarlanmıştır.

İş katmanı, kendi bünyesinde 7 bileşenden oluşmaktadır. Dependency Resolvers, Extensions, Interfaces, Mapping, Resources, Services, ValidationsRules bileşenleri olarak ayrılmaktadır. Dependency Resolvers Bileşeni, Bileşende Microsoft dosyası oluşturulmuş ve Microsoft dosyası içerisinde DependencyExtension.cs uzantılı kaynak kod dosyası oluşturulmuştur. Kaynak dosyasına ASP.NET Core uygulamasında kullanılacak olan veri transfer nesnelere ve etki alanı nesnelere içeren dosyalar tanımlanmıştır. Her bir Veri Transfer Nesnesi genellikle belirli bir işleme veya veri türüne odaklanarak sadece ilgili verileri içermektedir. Bu durum, veri taşınmasını etkinleştirir ve gereksiz veri aktarımını önlemek için etkili bir yöntem olarak kullanılmıştır. Etki alanı nesnelere veri tabanı tablolarını ve uygulamanın ana veri yapısını temsil etmektedir. Bu nesnelere, veri erişim katmanı ile etkileşim kurarak genellikle iş birimi deseni ile ortak bir şekilde çalışmaktadır. Bileşen ASP.NET Core hizmetlere bağımlılıkların eklenmesini sağlayan genişletme sınıfını içermektedir. Bu işlem için genişletme sınıfı "IServiceCollection" arabirimini genişleterek "AddDependencies" adında bir yöntem sağlamaktadır. Bu yöntem, uygulamanın hizmetlerini yapılandırmak için kullanılmaktadır. ASP.NET Core uygulamasında veri tabanı bağlantısı ve loglama ayarları bu alanda yapılandırılarak uygulamanın veri tabanı ile etkileşimi sağlanmaktadır.

Uygulamada kullanıcı kimlik doğrulaması ve yetkilendirme işlemlerini yerine getirmek amacıyla Identity Framework yapılandırmasını içeren yapılar kullanılmıştır. Kullanıcının kimlik doğrulamasını yönetmek, oluşturulan roller ile ilişkilendirmek ve kimlik doğrulama işlemleri sırasında kullanılabilir belirteçlerin kullanılmasını sağlamak amacıyla Framework yapılandırılması işlemleri bu alanda gerçekleştirilmektedir. Ayrıca AutoMapper kütüphanesi kullanılarak nesnelere arasında dönüşümlerin gerçekleştirilmesi için yapılandırmalar tanımlamalar bu bileşende

tanımlanmaktadır. AutoMapper, bir nesnenin özelliklerini başka bir nesnenin özelliklerine eşleştirmek için sistemde kullanılmaktadır. Eşleştirme işlemi farklı nesne tipleri arasında dönüşümlerin otomatik olarak yönetilmesi ve kod tekrarının önlenmesi için kullanılmaktadır. Servis ve bağımlılıkların yapılandırılması bu bileşende gerçekleştirilmektedir. Servisler uygulamanın iş mantığını ve veri erişimini temsil eden bağımlılıkları temsil etmektedir. Her bir servis “AddScoped” metodu kullanılarak eklenmiştir. Bu işlem her bir istek için ayrı bir context oluşturulmasını sağlar ve hizmetlerin doğru bir şekilde ölçeklenmesini sağlamaktadır. Eklenen servisler, uygulamanın, farklı katmanlar arasında veri akışını yönetmesini sağlamaktadır.

FluentValidation kütüphanesi kullanılarak DTO doğrulaması için gerekli olan doğrulayıcıların (Validator) sınıflarının yapılandırılması ve eklenmesi işlemleri de bu bileşende yapılmıştır. Her bir DTO türü için doğrulayıcı bir sınıf oluşturulmuş ve ilgili T- DTO türü ile ilişkilendirilmiştir. Yapılandırma işlemi gelen verilerin doğrulanması ve uygun olmayan verilerin işlenmesini önlemektedir. Özellikle kullanıcı girişi yapılırken doğru ve güvenilir verilerin girilmesi önemlidir. Bu yapılandırma ile uygulamanın güvenliği ve veri bütünlüğü sağlanmış olmaktadır. Uygulamadaki kimlik doğrulaması için kullanılan çerezlerin yapılandırılması bu bileşende gerçekleştirilmiştir. Çerezler, kullanıcı oturumlarının yönetilmesi ve kimlik doğrulama bilgilerinin saklanması amacıyla tarayıcıda depolanan küçük metin dosyalarını ifade etmektedir. “ConfigureApplicationCookie” metodu, kimlik doğrulama çerezlerinin yapılandırılması işlemini gerçekleştirmektedir. Çerezlerin HTTPS üzerinden iletilmesi zorunlu kılınmış ve bu işlem çerezlerin güvenliğini artırıp hassas bilgilerin çerezler aracılığı ile iletilmesi önlenmiştir. Projede “MSCookie” adında bir çerez ismi kullanılmıştır. Çerezlerin son kullanım süreleri 60 gün olarak belirtilmiştir. Kullanıcı oturumu belirlenen süre boyunca bu çerezi kullanabilecektir. Bu yapılandırma işlemi kullanıcının oturumları güvenli bir şekilde yönetilmesine ve kimlik doğrulama işlemlerinin güvenli bir ortamda gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır.

Extensions bileşeni, içerisinde, “ValidationResultExtensions.cs” uzantılı kaynak kod dosyası oluşturulmuştur. Kaynak kod dosyası FluentValidation kütüphanesinden gelen doğrulama sonuçlarını özelleştirip hata nesnelere dönüştüren bir genişletme yöntemi, extension method içermektedir. Bu yöntem FluentValidation kütüphanesinden gelen ValidationResult nesnesini, uygulama içerisinde daha uygun bir şekilde kullanılacak CustomValidation nesnelere dönüştürmektedir. Bu bileşende kullanılan genişletme yöntemleri, FluentValidation’dan gelen doğrulama hatalarını

uygulama içerisinde daha kolay yönetilebilen ve işlenebilen özel hata nesnelere dönüştürmek için kullanılmıştır.

Interfaces bileşeni, ilgili işlemleri bir servis sınıfı aracılığıyla soyutlamak ve modüler hale getirmek için kullanılmaktadır. Böylece iş mantığı katmanı daha okunabilir, test edilebilir ve bakımı kolay bir hale gelmektedir.

Mapping Bileşeni, AutoMapper kütüphanesi kullanılarak veri transfer nesnelere ile varlık tabloları arasında dönüşümleri kolaylaştırmak için kullanılmaktadır. AutoMapper bir nesne haritalama kütüphanesidir. Bir türün özelliklerini başka bir türün özelliklerine eşlemek için kullanılmıştır. Mapping Bileşeni ise, AutoMapper kütüphanesi kullanılarak veri transfer nesnelere ile varlık tabloları arasında dönüşümleri kolaylaştırmak için kullanılmaktadır. AutoMapper bir nesne haritalama kütüphanesidir. Bir türün özelliklerini başka bir türün özelliklerine eşlemek için kullanılmıştır.

Resources Bileşeni, uygulamada çoklu dil seçeneği sunan kaynak dosyaları eklenerek farklı dillerle ilgili metinlerin depolandığı ve uygulamanın bu metinlere dinamik olarak erişebileceği alanlar oluşturabildiği katmandır.

Services Bileşeni, uygulamanın iş mantığının yer aldığı ve iş kurallarının uygulandığı, veri tabanı işlemleri ile kullanıcı arayüzünün arasındaki köprü görevini gören bileşendir.

### **3.1.5. Ortak (Common) Katmanı**

Common katmanında, DTO veya Entities için yapılandırılan özel doğrulama (custom validation) işlemlerindeki hata mesajlarını geriye döndürmek amacıyla bir response sınıfı bulunmaktadır. Bu sınıf generic bir yapıya sahiptir. Kullanıcı kayıt işlemi sırasında gerçekleşen bir validasyon hatası ile, doğrulanması zorunlu olan fakat özellik tanımlamaları doğrulanmayan veri setleri ile ilgili hata mesajlarını veya belirleyeceğimiz işlem mesajlarını kullanıcıya iletme üzere DTO veri setleriyle birlikte UI katmanına döndürülmesi işlemleri bu alanda gerçekleştirilmektedir. İstek sonucunda döndürülecek yanıt nesnelere bu katmanda bulunmaktadır. İstemcilere işlem sonuçlarını anlamaları için bir standart sağlayıp iletişimi kolaylaştırmaktadır.

### 3.1.6. Uygulama Programlama Arabirimi (API) Katmanı

API katmanı, sunucu ve istemci tarafındaki veri akışını sağlamak üzere tasarlanmış sınıfları içerir. Özellikle giriş işlemleri, kullanıcı verilerinin farklı bir kaynaktan kontrol edilmesi ve farklı yazılım bileşenleri arasında kullanım gerekliliğine uygun şekilde üçüncü taraf yazılımlar ile haberleşmenin sağlanmasına olanak tanıyan katmandır. Bu katman, mobil uygulama ile haberleşmeyi sağlayan servisleri içermektedir.

Uygulamada API katmanı ayrı bir proje olarak oluşturulmaktadır. Bu işlem için Add-New- Project seçerek API katmanı oluşturulmuştur. Ardından API Controller oluşturulmuştur. API katmanında Account Controller, Attendance Controller, SignalDeviceRegisterController ve StudentSyllabussesAttendanceController bileşenleri oluşturulmuştur.

Giriş işlemleri, AccountController aracılığıyla gerçekleştirilmiş olup, girişin başarılı olması durumunda kullanıcıya claim içeren bir JWT (JSON Web Token) üretilmektedir. Üretilen bu token, mobil uygulamaya iletilmektedir. Mobil uygulama, bu token'ı kontrol ederek kullanıcı bilgilerini doğrulamakta ve ilgili işlevlerin güvenli bir şekilde yerine getirilmesini sağlamaktadır. JWT Token, kullanıcı adı ve şifre bilgileri tekrar girilmeden, sistemdeki diğer Controller bileşenlerine güvenli bir şekilde erişim sağlanmasına olanak tanır (Ahmed & Mahmood,2019). Bu mekanizma, API güvenliğinin korunmasını ve yetkisiz erişimlerin engellenmesini desteklemektedir.

### 3.1.7. Kullanıcı Arayüzü (UI) Katmanı

UI katmanı, kullanıcının uygulama ile etkileşime girdiği katman olarak kullanılmaktadır. Katmanda kullanıcı arayüzü şablonu olarak Google tarafından geliştirilen Material Dashboard tercih edilmiştir. Farklı cihazlarda düzgün şekilde çalışabilmesi amacıyla responsive design teknikleri kullanılmıştır. Kullanıcının rahat bir şekilde sistemde gezinmesini sağlamak amacıyla, kolay anlaşılır ve erişilebilir düzgün bir arayüz oluşturulmuştur. Aynı zamanda kullanıcının yaptığı işlemler hakkında geri bildirim almak için kullanılan önemli katmanlardan bir tanesidir.

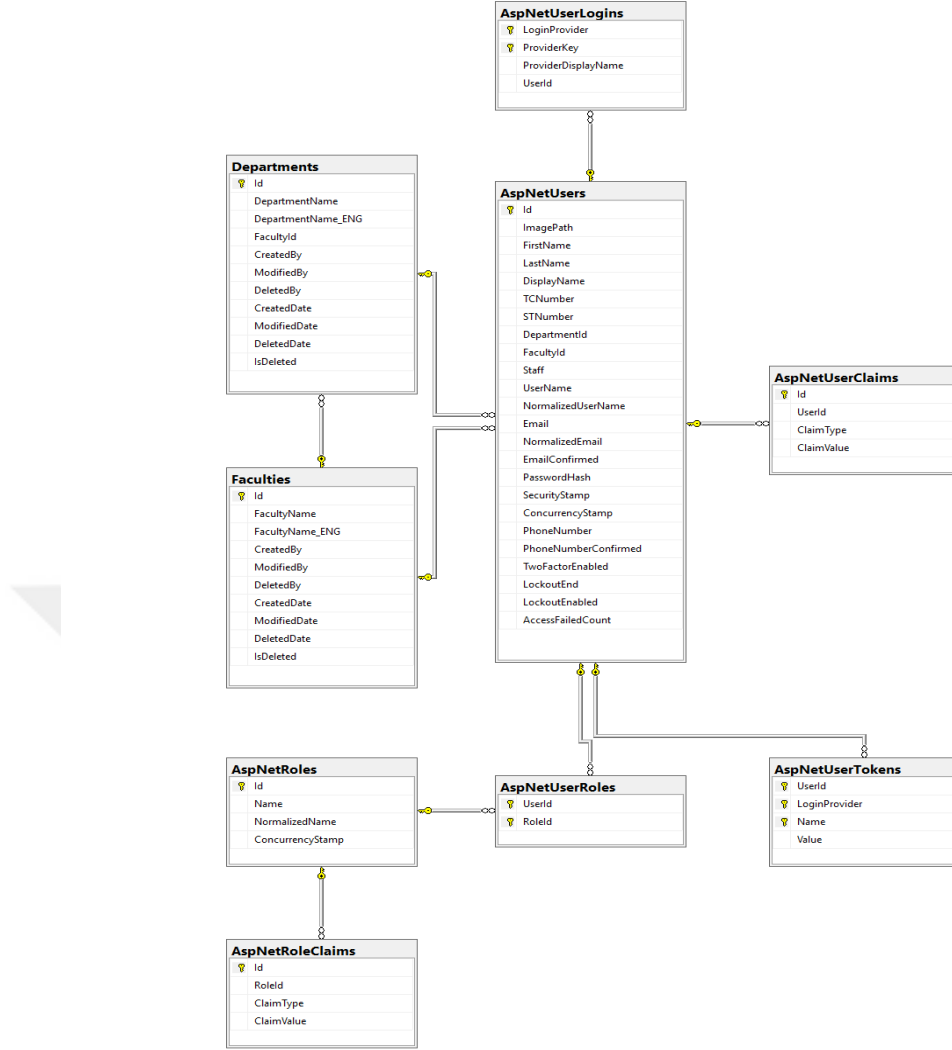
### **3.2. İlişkisel Veri Tabanı**

İlişkisel veri tabanı, projede kullanılan verilerin tablo (ilişki) yapısı içinde saklandığı ve yönetildiği alan olarak veri tabanı modeli olarak kullanıldığı alandır (Ricardo, 2003). Veriler satır ve sütunlar halinde düzenlenmiş tablolarda tutulmuştur. Veri tabanında kullanılan her tablo belirli bir veri türünü temsil etmektedir. Tabloda kullanılan her satır ise bu verilerin bir örneğini içermektedir.

Birincil anahtar (primary key) ve ikincil anahtar (foreign key) kullanılarak tablolar arasında ilişkiler kurulmuştur. Birincil anahtarlar her satırın benzersiz bir şekilde tanımlanmasını sağlamış ikincil anahtar ise tablodaki satırlar arasında ilişkilendirme işlemlerini gerçekleştirmeyi sağlamıştır. Tablolar arasında veri tutarlılığının sağlanması amacıyla bire- bir, bir -çok çok- çok ilişkiler kurulmuştur.

#### **3.2.1. Kullanıcı Yönetim Sistemi Diyagramı**

Kullanıcı yönetimini temsil eden veri tabanı yapısı ASP. NET Microsoft Identity framework'ü temel alarak, kullanıcı bilgilerini, rollerini ve yetkilendirme işlemlerini yöneten tablolar içermektedir. ASP.NET Microsoft Identity Framework, kimlik doğrulama ve yetkilendirme işlemlerini yönetmek için kullanılan bir yönetim sistemidir.



Şekil 3.5. Kullanıcı Yönetim Sistemi Diyagramı

### 3.2.1.1. AspNetUsers Tablosu

AspNetUsers tablosu, sistemdeki kullanıcıların kimlik doğrulama sürecinde ihtiyaç duyulan temel bilgilerinin depolandığı alan olarak oluşturulmuştur. Tablo, kullanıcı adı, soyadı, e- posta adresleri, parola hash bilgileri, güvenlik damgaları ve iki faktörlü kimlik doğrulama gibi verileri içermektedir. Ayrıca kullanıcının ait olduğu fakülte ve bölüm bilgilerini belirleyen FacultyId, DepartmentId gibi alanlar da bu tabloda yer almaktadır. Sistemin ihtiyacına göre ayrıca ek bilgilerde özelleştirilebilir alanlar aracılığıyla bu tabloda tutulabilir. Özelleştirilmiş alanlar sayesinde sistem kolayca yönetilebilir hale gelmektedir.

AspNetUsers ve AspNetUserClaims tablosu arasında her bir kullanıcıya birden fazla özellik atanabildiği için bire- çok ilişki vardır. AspNetUsers, AspNetUserRoles ve AspNetRoles tabloları arasında her kullanıcı birden fazla role sahip olabilir ve her rol birden fazla kullanıcıya sahip olabilir mantığıyla oluşturulduğu için çoktan – çoğa ilişki bulunmaktadır.

### **3.2.1.2. AspNetUserLogins Tablosu**

AspNetUserLogins tablosu, kullanıcının sisteme giriş yapabilmesini sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.

### **3.2.1.3. AspNetUserClaims Tablosu**

AspNetClaims tablosu, ASP.NET Core Identitynin bir parçası olarak, kullanıcının sahip olduğu belirli verileri saklamaktadır. Esnek bir kimlik yönetimi sağlama ve kullanıcılara ilişkin ek bilgileri yönetme imkânı sağlamaktadır.

Sistemde, kullanıcıya ait bilgilerin gereksiz yere sürekli sorgulanmasını önlemek amacıyla claim yapısı kullanılmıştır. Claims tablosu, kullanıcının kimliğine ve özelliklerine dair bilgilerinin tanımlandığı bir yapıdır. Kullanıcının oturum açma sırasında oluşturulan cookie' ler claim'ler ile ilişkilendirilmiş ve bu durumda kullanıcının özelliklerine hızlı bir şekilde erişilebilmesini sağlamıştır. Böylece kullanıcı bilgilerine erişim sağlamak için AspNetUsers tablosuna sürekli sorgu atmak yerine cookie de mevcut olan claim nesnelere kullanılarak bu işlem kolay bir şekilde yapılabilmektedir.

### **3.2.1.4. AspNetUserRoles Tablosu**

AspNetUserRoles tablosu, kullanıcının belirli rollerle eşleştirildiği tablo olarak sistemde kullanılmaktadır. AspNetUsers ve AspNetRoles tabloları arasında bir kullanıcı birden fazla role sahip olabilir ve bir rol birden fazla kullanıcıya atanabilir ilişkisi kurulmuştur. Bu ilişki türü bire- bir ve çoktan – çoğa ilişki olarak tabloda öne çıkmaktadır.

### **3.2.1.5. AspNetRoles Tablosu**

AspNetRoles tablosu, sistemdeki rollerin adlarını ve diğer bilgileri saklamaktadır. Rollerin yetkilendirme süreçlerinde kullanıldığı alan olarak sistemde öne çıkan tablodur.

AspNetRoles ve AspNetRoleClaims arasındaki ilişki bir rolün özelliklerini belirtmek için claim yaklaşımı kullanılabilir birden fazla satır ile ilişkilendirilebildiği için bire- çok ilişki olarak tanımlanmaktadır. Örneğin bir rol özellikleri üzerinden gidersek;

- ClaimType: Claim'in türünü tanımlar (örneğin, "Admin")
- ClaimValue: Claim'in değerini ifade eder (örneğin, "Read")
- ClaimValue: Claim'in değerini ifade eder (örneğin, "Write")
- ClaimValue: Claim'in değerini ifade eder (örneğin, "Update")
- ClaimValue: Claim'in değerini ifade eder (örneğin, "Delete")

#### **3.2.1.6. AspNetRolesClaims Tablosu**

Tablo, ASP.NET Core Identity framework'ünde roller ile ilişkili belirli hak ve izinleri yönetmek için kullanılan bir yapı sunmaktadır. Her bir ayrı role atanan belirli bir özelliği atama işlemi bu tablo aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.

#### **3.2.1.7. AspNetUserTokens Tablosu**

AspNetUserTokens tablosu, kullanıcıların belirli görevler ya da işlemler için alabileceği belirli token bilgilerini depolayan tablodur. Token oturum açma, hesap doğrulama süreçlerinde ve şifre sıfırlama işlemlerinde kullanılmaktadır.

#### **3.2.1.8. Departments Tablosu**

Departments tablosu, kullanıcıların bölüm bilgilerinin depolandığı tablodur. Kullanıcıların bölümlerle ilişkilendirildiği tablo olarak sistemde kullanılmaktadır.

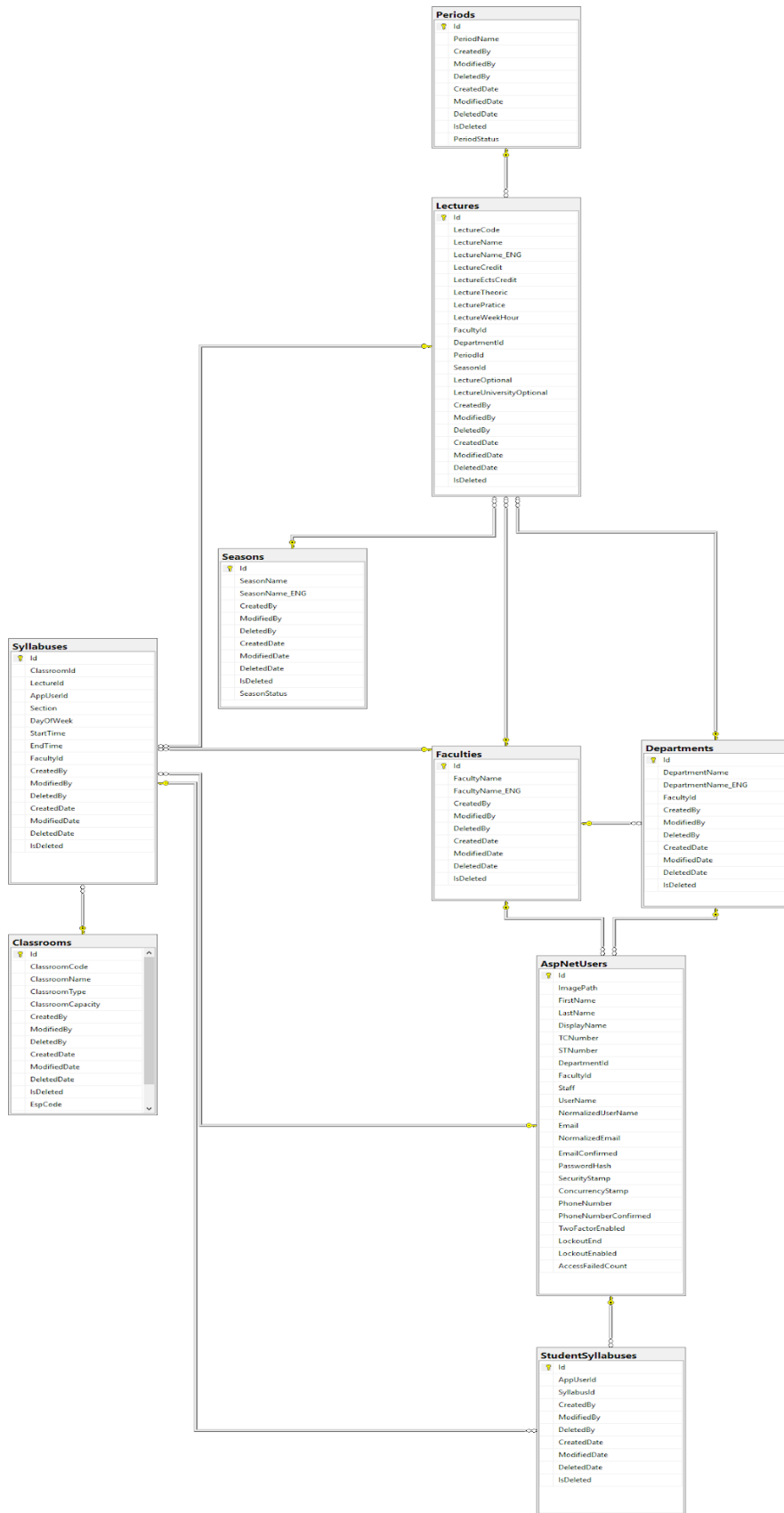
#### **3.2.1.9. Faculties Tablosu**

Faculties tablosu, üniversitenin fakültelerine ait bilgilerinin depolandığı ve kullanıcıların görev yaptıkları fakültelerin belirlendiği tablodur. Bir fakültenin birden fazla bölümü olabilir. Faculties tablosu ile Department tablosu arasında bire- çok ilişki bulunmaktadır.

### 3.2.2. Ders Programı Yönetim Sistemi Diyagramı

Yoklama sisteminin, sezon ve dönem bilgisine bağlı olarak ders yönetiminin yapılabilmesi diyagramdaki veri modeli ile sağlanmıştır. Ayrıca derse bağlı sınıfların ve kullanıcıların ilişkisel veri bütünlüğü içerisinde depolanmasını sağlamaktadır.





Şekil 3.6. Ders Programı Yönetim Sistemi Diyagramı

### 3.2.2.1. Periods Tablosu

Periods tablosu, akademik dönem bilgilerini içeren tablo olarak sistemde yer almaktadır. Dönem bilgisi yıl olarak tanımlanmıştır. Örneğin 2024- 2025 Diğer tablolarda yer alan PeriodId ile ilişkilendirilmiştir. Özellikle dersler tablosu ile bire- çok ilişkilendirilmiştir. Her ders bir dönem için açılabilir. Her ders bir dönem ile ilişkilendirilmiştir. Bu ilişki sonucunda her dersin, belirli bir dönem içinde verilmesi sağlanmıştır.

### 3.2.2.2. Lectures Tablosu

Lectures tablosu, sistemde mevcut olan ders bilgilerini içermektedir. Tablo, ders kodu, adı, kredi değeri, teorik ve uygulama saatleri gibi bilgileri içeren bir yapıya sahiptir. Ayrıca, ilgili fakülte ve bölüme ait FacultyId ve DepartmentId gibi yabancı anahtarlarla tanımlanmış önemli veriler de içermektedir. Dersin hangi dönem ve sezonda okutulduğunu gösteren bilgiler de Lectures tablosuna eklenmiştir. Bu durumda her ders bir fakülteye ait ve her bir fakültenin altında farklı türde dersler olabilir. Bir dersin aynı anda birden fazla fakülteye atanmayacak şekilde, derslerin belirli bir fakülte bünyesinde açılması sağlanmıştır. Fakat, üniversite seçmeli dersler için bu şart geçerli değildir. Her dersin yalnızca bir fakülteye ait olduğu ve bir fakültenin altında farklı dersler olabileceği bir ilişki kurulmuştur.

Lectures ile Department tablosunun arasında ise bire- çok ilişki bulunmaktadır. Periods ve Seasons tablosuyla bire- çok ilişki vardır. Bu ilişki ile her ders belirli bir sezonda verilmektedir. Lectures ve Syllabus arasında ise bire- çok ilişki vardır. Bir dersin birden fazla ders programı olabilir aynı zamanda aynı ders farklı zaman dilimlerinde ya da farklı sınıflarda okutuluyor olabilir. Bu ilişki durumu ile, bir dersin birden fazla dersi içeren programlar kapsamında farklı bölümlerde ya da saatlerde okutulmasını sağlamaktadır.

### 3.2.2.3. Syllabus Tablosu

Syllabus tablosu, derslerin programlanmasıyla ilgili bilgileri içermektedir. Syllabus tablosu, LectureId ile Lectures tablosuna, sınıf bilgilerini içeren ClassroomId ile

Classrooms tablosu ile ilişkilendirilmiştir. Syllabus ve Classrooms arasında her ders programının belirli bir sınıfta yapılması kuralı sonucunda bire- çok ilişki söz konusudur.

#### **3.2.2.4. Seasons Tablosu**

Sezonlara ait bilgilerin içeren tablodur. Sistemde güz, bahar ve yaz dönemi olmak üzere 3 sezon kullanılmaktadır. Her sezon, SeasonName ve SeasonName\_ENG gibi alanlarla tanımlanarak sezon isimlerinin Türkçe ve İngilizce olarak sistemde kullanılması mümkün hale gelmiştir. Seasons tablosu ile Lectures tablosu arasında bire- bir ilişki kurulmuş olup her ders bir sezonla ilişkilendirilmiştir.

#### **3.2.2.5. Faculties Tablosu**

Faculties tablosu, sistemde fakülte bilgilerini içeren alanları içermektedir. Dersler ve bölümler bu fakültelelere bağlı olacak şekilde yapılandırılmıştır. Faculties tablosu, Lectures ve Departments tabloları arasında bire- çok ilişki kurulmuş olup her fakültenin birden fazla bölümü ve birden fazla dersi olabilecek şekilde yapılandırılmıştır. Faculties ve Departments arasında bire- çok ilişki vardır. Bu durumda Her fakülte birden fazla bölüme sahip ve bu ilişki sonucunda her bir bölümün yalnızca bir fakülteye bağlı olduğu durum söz konusudur.

#### **3.2.2.6. Departments Tablosu**

Fakülteye bağlı bölümlerin bilgilerini içeren tablo olarak oluşturulmuştur. Departments tablosu Faculties tablosu ile bire- çok ilişkili olacak şekilde yapılandırılmıştır. Bu ilişki sonucunda her bölüm bir fakülteye ait olacak şekilde ilişkileri kurulmuştur. Ayrıca bir bölümün birden çok dersi olabilmektedir. Bu durumda Departments tablosu ile Lectures tablosu ile arasında bire- çok ilişki kurulmuştur.

#### **3.2.2.7. Classrooms Tablosu**

Sistemde, sınıf bilgilerini içeren tablodur. Classrooms tablosunun özelliği ESP32 Modülünün UUID, Wi-Fi ve MAC adresi ve sınıfın sinyal bilgileri yer almaktadır.

Sınıflar, Syllabus tablosu ile bire- çok şeklinde ilişkilendirilmiştir. Bir derslikte ayrı zaman dilimlerinde birden fazla ders işlenebilecek şekilde sistem yapılandırılmıştır.

### **3.2.2.8. AspNetUsers Tablosu**

AspNetUsers tablosu, sistemde mevcut olan kullanıcıların bilgilerini içermektedir. FacultyId ve DepartmentId alanlarıyla kullanıcıların hangi fakülte ve bölüme ait oldukları belirlenmiştir. AspNetUsers tablosu ile StudentSyllabuses tablosu arasında bire- çok ilişki kurulmuştur. Bu ilişki sonucunda bir öğrenci birden fazla derse kayıtlı olabilir şekilde yapılandırılmıştır. Ayrıca bir derse de birden fazla öğrenci kaydolabilir şekilde bir ilişki söz konusudur.

### **3.2.2.9. StudentSyllabuses Tablosu**

StudentSyllabuses tablosu, öğrencilerin kayıtlı oldukları ders programlarını içermektedir. AspNetUsers tablosu ile öğrenciler ve Syllabuses tablosu ile ders programları arasında bağlantı kurulmuştur. AspNetUsers ve StudentSyllabuses tabloları arasında bire- çok ilişki kurulmuştur. Her bir öğrencinin birden fazla derse kayıtlı olması durumu bu ilişkiyi açıklamaktadır.

## **3.3. Yoklama Alma Yöntemleri**

Uygulama, üç farklı yöntem aracılığıyla yoklama alınabilecek şekilde tasarlanmıştır. Her bir yöntem farklı özellikler sunarak yoklama alma işleminin hızlı ve kolay bir şekilde alınabilmesini sağlamaktadır. Yoklama alma işleminde kullanılan her bir yöntem, birbirinden bağımsız olarak ya da tüm yöntemlerin bir arada kullanılacağı şekilde yapılandırılmıştır.

QR Kod, Yoklama Kodu (PIN), ESP32 Wi-Fi modülü her biri birbirinden bağımsız olarak başlatılabilmektedir. Ayrıca, fiziksel koşullar ve teknik aksaklıklar göz önünde bulundurularak yöntemler, çeşitli kombinasyonlar halinde kullanılacak şekilde yapılandırılmıştır. QR Kod ve Yoklama Kodu, QR kod ve ESP32 Wi-Fi modülü, Yoklama Kodu ve ESP32 Wi-Fi modülü veya tüm yöntemlerin bir arada kullanılması yoluyla yoklama alma işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca bu yöntemlerin yanı sıra yoklama, akademisyen tarafından manuel olarak da eklenebilecek şekilde yapılandırılmıştır.

### 3.3.1. QR Kod Teknolojisi

QR kod teknolojisi ile yoklama alma işlemi, uygulamada etkin bir şekilde kullanılan yöntemlerden biridir. QR kod un statik ve dinamik olmak üzere iki farklı çeşidi bulunmaktadır (Liew ve Tan, 2021). Uygulamada dinamik QR kod çeşidi tercih edilmiştir. Kullanılan dinamik kod özelliği sayesinde öğrencinin, belirlenen süre içerisinde yenilenen kodu kopyalayıp başka bir öğrenciye göndermesi zorlaştırılmıştır. Günümüzde kullanılan tüm akıllı cihazlarda QR kod tarama özelliği mevcuttur. Cihazlardaki bu özellik, öğrencinin yoklamasını hızlı bir şekilde verebilmesini sağlamaktadır. Projeksiyon cihazı aracılığıyla ekrana yansıtılan QR kod, dinamik olarak her 15 saniyede bir yenilenecek şekilde tasarlanmıştır. QR kodun belirlenen süre içerisinde sürekli yenilenmesi uygulama için güvenlik önlemlerinin bir parçası olarak sistemde uygulanmaktadır.

### 3.3.2. Yoklama Kodu (PIN)

Yoklama kodu, uygulamada diğer yöntemlere ek alternatif bir yöntem olarak tasarlanmıştır. Olası teknik aksaklıkların ortaya çıkması sonucu ve giderilmesi sürecinde yaşanabilecek zaman kaybını ortadan kaldırmak amacıyla bu yöntem uygulamaya eklenmiştir. Öğrencilerin kamerasının bozuk olması, ya da cihazlarda Wi-Fi ve bluetooth özelliklerinin çalışmaması ihtimaline karşı uygulamada müdahale seçeneği olarak da kullanılmaktadır. Yoklama kodu, QR kod teknolojisine benzer bir mantık ile çalışmakta olup, her 15 saniyede bir yenilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu adım sistemde güvenlik adımı olarak kabul edilmekte ve öğrencinin yoklama kodunu kopyalayıp başka bir öğrenciye servis etmesi engellenmiştir. Akademisyen tarafından ekrana yansıtılan yoklama kodunun, öğrenci tarafından mobil uygulama aracılığıyla belirtilen alana girmesi ile öğrenci yoklamaya dahil olabilmektedir.

### 3.3.3. ESP32 Modülü (Sinyal)

ESP32 Wi-Fi modülü aracılığıyla yoklama alma işlemlerinde, ilk defa öğrenci oturum açtığı anda cihaz bilgileri otomatik olarak veri tabanına kaydedilmektedir. Her cihazın Universally Unique Identifier (UUID), üretici ve model bilgisi, öğrencinin benzersiz kimlik numarası ile eşleştirilerek sistemde tutulmaktadır. Öğrencinin başka bir

cihazdan oturum açmasını önlemek amacıyla birincil olarak UUID kontrol edilmektedir. Bu işlem uygulama için, önemli bir güvenlik aşaması olarak sistemde uygulanmaktadır. Sistemde, her ders ve derslik için belirli bir ESP32 modülü'nün Media Access Control adresi veri tabanına önceden kaydedilmiştir. Sinyal değerinin belirlenmesi için kablosuz haberleşme sistemlerinde bir cihazın aldığı sinyalin gücünü ifade eden bir ölçüm birimi olan Received Signal Strength Indicator (RSSI) kullanılmıştır.

RSSI değerleri kullanılarak cihazlar arası mesafe hesaplanır. Bu değerler desibel-miliwat cinsinden ifade edilir ve negatif değerler alır. (Sophia ve ark., 2021). Bu değerler değerlendirildiğinde sıfıra yakın olan değerler güçlü sinyali işaret ederken sıfırdan uzak olarak ölçülen sinyaller zayıf sinyal olarak kabul edilmektedir. Sinyal değerlerinin ölçülebilmesi amacıyla öğrenci mobil uygulama üzerinden giriş yapar ve akademisyen tarafından başlatılan derse ait yoklamayı vermesi istenir. Bu işlem için sınıfta bulunan sinyal alanı içerisinde bulunmak zorundadır. Öğrenci, yoklaması akademisyen tarafından başlatılan dersi seçerek ve yoklama ver butonuna tıklayarak sinyal yayını için bekler. ESP32 modülünün yayını aracılığıyla cihazla eşleşme sağlanırsa, öğrenci yoklaması otomatik olarak alınır ve veri tabanına kaydedilir. Wi-fi ağına erişim sağlanmadığı takdirde sistem otomatik olarak modülün Bluetooth özelliği devreye girmektedir. İlk defa bluetooth özelliği ile yoklama verecek olan öğrencinin cihazından bluetooth bağlantısı için izin isteğinde bulunulur ve ilgili cihaza "Lütfen Bluetooth' u etkinleştirin" mesajı gönderilir. Bluetooth özelliği aktif olduğu anda öğrenci otomatik olarak yoklama dahil edilir.

Sinyal üst sınırı dersliklerin fiziksel koşulları göz önünde bulundurularak değişiklik göstermektedir. Belirlenen sinyal eşiğinin altında olan yoklamalar için üç farklı renk kullanılmıştır. Belirlenen değer aralığında bulunan öğrenciler için mavi renk, yakın mesafeler için turuncu renk, belirlenen değer aralığı dışında kalan öğrenciler için ise kırmızı renk kullanılmıştır. Yoklama vermek için öğrencinin ekstra bir işlem yapmasına gerek yoktur. Bu durum zaman tasarrufu sağlayarak akademisyen ve öğrenci için avantaj sağlamaktadır. Geliştirilen uygulama sayesinde yoklama alma işlemi hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirilmiş olur.

### 3.4. Web Uygulaması

Yoklama ile alakalı alan olan web uygulaması, genellikle akademisyen tarafından etkin bir şekilde kullanılacak şekilde yapılandırılmıştır. Akademisyen, kullanıcı adı ve

şifresi ile uygulamaya giriş yaparak ders programını görüntüleyebilir o ilgili saatteki dersine ait yoklamasını başlatabilir. Olası yaşanabilecek olumsuz durumların önüne geçmek amacıyla üç farklı yöntem kullanarak yoklama almayı sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Telefon kamerasının çalışmaması, bluetooth ve Wi-Fi ağına bağlanma gibi sorunlarını ya da telefon şarjının bitmesi gibi teknik aksaklıklara karşı çeşitli alternatif yöntemler sunulmaktadır. Kullanılan yöntemlerden bir tanesi QR kod ile yoklama alma işlemidir. Bu yöntem hem öğrencilerin hem akademisyenlerin işini kolaylaştırarak zaman kaybını önlemeyi hedeflemektedir. Diğer bir alternatif yöntem olarak kullanılan yoklama kodu, öğrenci için teknik aksaklıkların yaşandığı durumlarda devreye alınabilecek bir seçenek olarak uygulamada kullanılmaktadır. Yoklama alma işleminde kullanılan diğer yöntem ise ESP32 Wi-Fi modülü aracılığıyla yoklama alınmasıdır. Bu yöntem, öğrencilerin akıllı cihazlarıyla otomatik olarak ağa bağlanmasını sağlayarak yoklama işleminin hızlı ve otomatik olarak gerçekleştirilebilmesini sağlamaktadır.

Web Uygulaması, geniş kapsamlı özellikler sunarak dört farklı rol ile sisteme erişim imkânı sağlamaktadır. Sistemde tanımlanan her bir rolün kendine özgü sorumlulukları bulunmaktadır. Uygulama her rol için ayrı işlevler ve özelliklerle donatılmış paneller sunmaktadır. Rol tanımları ve her bir role ilişkin özelliklerin yer aldığı görevler Şekil 3.8 'de görselleştirilmiş, detaylı açıklamaları ise Bölüm 3.4.4' te sunulmuştur.

### **3.4.1. Kullanıcı Giriş İşlemleri**

#### **3.4.1.1. Kullanıcı Girişi**

Kullanıcıların kimlik doğrulama işlemleri için Microsoft Identity kütüphanesinden yararlanılarak kullanıcı yönetimiyle ilgili servisler oluşturulmuştur. Microsoft Identity kütüphanesi, .NET uygulamalarında kullanıcı yönetimi alanında geliştirilen kütüphanelerden oluşur (Jøsang ve Pope, 2005). Bu kütüphaneler üzerinden kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap yönetimi işlemleri kolayca gerçekleştirilebilir. Ayrıca güvenlik tarafında standartlara uygun şekilde yapılandırılmış hazır hizmetler sunar.

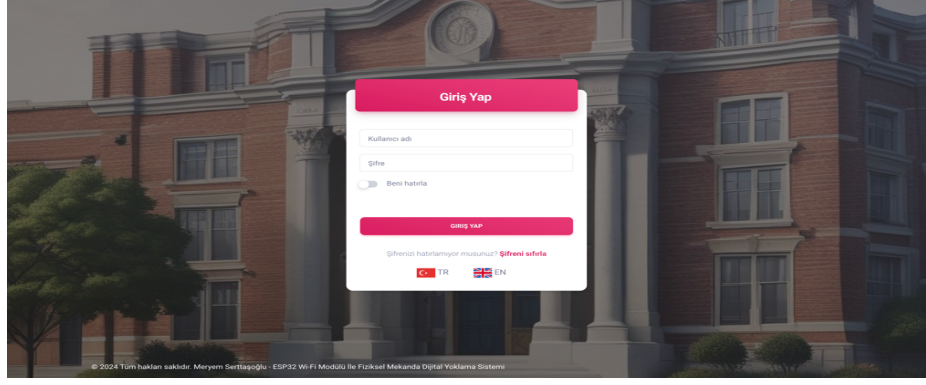
Varlık yapıları her sınıf içerisinde manipüle edilerek sisteme uygun hale getirilmiştir. Microsoft Identity kütüphanesi ASP.NETUsers varlık şemasında bulunan UserName, NormalizedUserName, E-mail, NormalizedEmail, EmailConfirmed,

PasswordHash, SecurityStamp, ConcurrencyStamp, PhoneNumber, PhoneNumberConfirmed, TwoFactorEnabled, LockoutEnd, LockoutEnabled, AccessFailedCount varlıklarını bize sunarken ek olarak planlanan sistemin gereksinimlerine göre bu varlıkları manipüle ederek genişletilen alanlarda şunlardır;

Id, ImagePath, FirstName, LastName, DisplayName, TCNumber, STNumber, FacultyId (FK), DepartmentId (FK), Staff, varlıkları eklenerek sisteme uygun hale getirilmiştir.

UI katmanında bulunan giriş sayfasında kullanılan önemli parametreler ise kullanıcı adı ve şifredir. Kullanıcı girişini yönetmek için ek olarak e- posta doğrulamasının gerçekleştirilmiş olması ve kullanıcının hatalı girişi sonucu hesabının belirtilen süre içerisinde kilitli olmaması gibi parametrelerde kullanılmaktadır. Kullanıcının seçimine bağlı olarak “Beni hatırla” seçeneği mevcuttur. Bu seçeneğin aktif olduğu süre boyunca, giriş yapılan sistemden “Çıkış Yap” butonuna tıklayana kadar veya kullanıcı tarayıcısındaki çerezlerin silinmesi ile bu seçenek devre dışı kalır. Kullanıcı e- posta doğrulama işlemlerinin güvenli ve sorunsuz bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için, kişisel e- posta hesapları yerine profesyonel bir e- posta dağıtım servisi üzerinden SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) ayarlarının yapılması gerekmektedir. Kişisel e- posta adresleriyle gönderilen doğrulama işlemleri, genellikle spam ve güvenlik filtrelerine takılabileceğinden, doğrulama mesajlarının kullanıcıya ulaşmasında aksaklıklara neden olmaktadır.

Kullanıcı bilgileri içerisinde yer alan telefon numarasının doğrulanabilmesi için ise SMS entegrasyonu zorunludur. Bu entegrasyon, genellikle kurumlar arası iş birliği sağlanan bir SMS sağlayıcı firma ile yapılan sözleşme doğrultusunda gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Sistem, bu entegrasyonun gerektirdiği altyapıyı desteklemekte olup, entegrasyon sürecinin tamamlanması için belirli adımların izlenmesi gerekir. Bu adımlar, sağlayıcı firmayla gerekli sözleşmenin yapılması, API erişim bilgileri ile sisteme entegrasyonun tamamlanması ve SMS doğrulama süreçlerinin test edilmesini içermektedir. Bu sayede, telefon numarası doğrulama işlemleri güvenli ve etkin bir şekilde yürütülebilir.



Şekil 3.7. Giriş Sayfası

### 3.4.1.2. Active Directory (AD) ile Kullanıcı Doğrulama İşlemleri

Kimlik bilgileri, geliştirilen uygulamanın özelliklerine göre hangi alanlara ve kaynaklara erişebileceğini belirler (Qadeer ve ark.,2009). Bu işlemler merkezi kullanıcı yönetimini sağlayan LDAP protokolü aracılığıyla gerçekleştirilebilmektedir. Uygulamada LDAP Novell kütüphanesi kullanılarak LDAP uyumlu dizin servisi ile merkezi kullanıcı yönetimi ve kimlik doğrulama sağlanır. Kullanıcı sisteme giriş yapmak amacıyla kullanıcı adı ve şifresiyle AD 'e LDAP isteği gönderir. Böylece mevcut dizindeki kullanıcı bilgilerine erişim sağlar. Adı ve şifre bilgileri gibi kimlik bilgileri AD 'de doğrulanır. Kimlik doğrulaması başarılı olması durumunda Active Directory kullanıcıyı doğrular ve uygulama üzerinden kimlik doğrulamanın başarılı bir şekilde gerçekleştiği bilgisi verilir. Kimlik doğrulamasının başarılı olması sonucunda uygulama kullanıcının niteliklerine göre hangi kaynaklara erişebileceğini belirler. Aynı zamanda Active Directory üzerinde kullanıcı oluşturma ve kullanıcı bilgilerini sisteme geriye çekme işlemleri gerçekleştirilir.

### 3.4.1.3. Şifre Sıfırlama Sayfası

Sistemde E- posta işlemleri için yaygın olarak kullanılan SMTP iletişim protokolü kullanılmıştır. SMTP protokolü metin tabanlı bir protokoldür ve komutlar aracılığıyla bağlantı yönelimli olarak çalışmaktadır (Riabov, 2005). Uygulama ve e-posta alıcı arasındaki veri akışını ve iletişimi sağlamak amacıyla, TCP (Transmission Control Protocol) bağlantısı kullanılmıştır. Kullanıcılar hesap şifrelerini unuttukları takdirde, “şifreni sıfırla” linkine tıklar ardından “şifremi unuttum” sayfasına yönlendirilirler. Bu

sayfa, kullanıcı adı ve e-posta adresi bilgilerin istendiği bir form içerir. Kullanıcı bu bilgileri doldurduktan sonra, sistemde kayıtlı olan kullanıcı adı ve e-posta adresi doğrulanır. Doğrulama işlemi başarılı ise, kullanıcıya e- posta yoluyla bir tek kullanımlık şifre sıfırlama linki gönderilir.

Kullanıcı, e- posta adresine gelen ilgili linke tıkladığında, yeni bir şifre oluşturma sayfasına yönlendirilir. Bu sayfa, kullanıcının yeni bir şifre oluşturabilmesi için gerekli olan alanları içerir. Kullanıcı yeni şifresini oluşturduktan sonra, hesabına erişim sağlamak için bu yeni şifreyi kullanabilir. Şifre sıfırlama işlemi sırasında sistem verilen kullanıcı kimliğine göre kullanıcı arar. Eğer kullanıcı bulunmazsa, kullanıcıya geri bildirim mesajı döner. Ayrıca şifrenin güvenlik kontrolünü sağlayan bir fonksiyon kullanılmıştır. Eğer şifre belirlenen güvenlik kriterlerini karşılamazsa hata türünde bir yanıt döner. Şifre sıfırlama işlemi başarılı bir şekilde gerçekleştirilirse, başarılı türünde bir yanıt döndürülür. Başarısız olması durumunda kullanıcıya yine başarısız türünde yanıt dönmektedir. Sistem kullanıcı kimliklerini ve doğrulama token'larını kullanarak kullanıcının şifresini değiştirebilmesine olanak tanımaktadır.

#### **3.4.1.4. Kullanıcı Özellikleri (Claims)**

Kullanıcılar sistemde oluşturulurken her bir kullanıcı için ek bir tabloda cookie üzerinde doğrudan erişilmesi istenilen kullanıcıların özellikleri tutulmaktadır. Bu özellikler, kullanıcının kimliği, adı-soyadı, e-posta adresi gibi bilgileri içerir. Ayrıca, kullanıcının sahip olduğu roller (Akademisyen, Öğrenci, Sekreter, Admin) gibi yetkilendirme bilgileri de bu özellikler arasındadır. Kullanıcıya ait tablodaki bilgi değişiklikleri doğrudan claims tablosu üzerinde değiştirilir ve güncellenir. Bu sayede, kullanıcı bilgileri ve yetkilendirmeleri anlık olarak güncel kalır. Örneğin, bir kullanıcının ismi veya rolü değiştiğinde, bu değişiklik claims tablosuna yansır ve kullanıcıların bu bilgilere erişimi, güncel verilere dayanır.

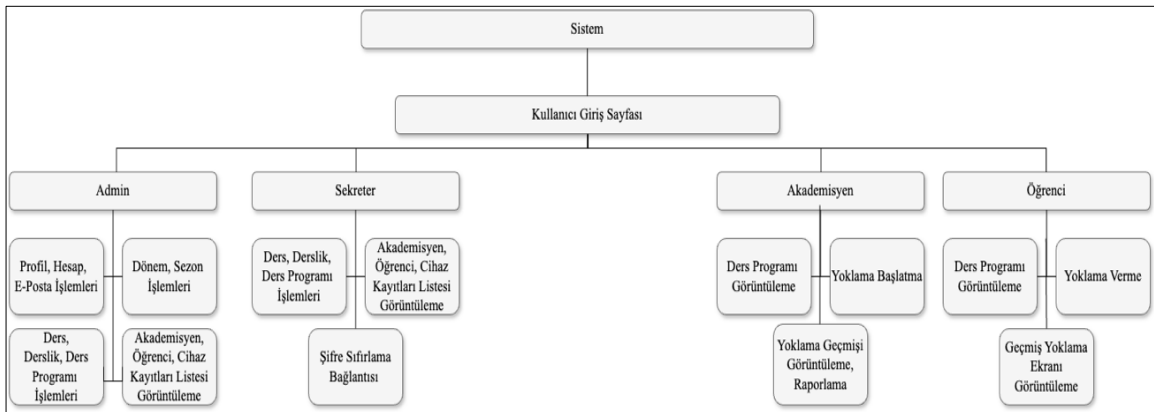
#### **3.4.1.5. Log Kayıtlarının Tutulması**

Sistem içerisinde, özellikle giriş işlemleri ve CRUD işlemlerini içeren alanlarda, Serilog kütüphanesi kullanılarak kapsamlı bir loglama altyapısı oluşturulmuştur. Serilog, .NET tabanlı uygulamalarda günlükleme kütüphanesi olarak kullanılmaktadır (Santik,2023). Sistemin farklı katmanlarında meydana gelen olayların, detaylı bir şekilde

kaydedilmesini sağlayarak, izlenebilirlik ve hata tespitini kolaylaştırmaktadır. Bu durum sorunların hızlıca tespit edilip çözülebilmesi için önemli bir adım olarak kullanılmaktadır.

### 3.4.2. Rol Tanımlamaları

Rol tabanlı erişim kontrol mekanizmaları sayesinde, kullanıcı sisteme kaydolduğu anda belirli görev ve sorumlulukları daha önceden tanımlanmış şekilde yetkilendirilir. Her rol ihtiyaç duyduğu yetkilerle sınırlandırılmıştır. Kullanıcıların giriş işlemlerini gerçekleştirdikleri, Microsoft Identity kütüphanesine bağlı “AspNetRoles” adında varlık tablosu içerisinde rol yapısı mevcuttur. Bu rol yapısı, her kullanıcının birden fazla role sahip olabileceği ve bir rolün birden fazla kullanıcıya atanabileceği çoktan-çoğa ilişki türünü temsil eder. “AspNetUserRoles” içerisindeki varlıklar bunun için mevcuttur. Sistemdeki rol yapısı Admin, Sekreter, Akademisyen ve Öğrenci olmak üzere dört farklı rol grubuna ayrılmıştır. Her kullanıcı, sisteme tek bir rol yapısıyla bağlıdır. Bu rol yapısı kullanıcının hesap yetkilerini ve erişim düzeyini belirler. Örneğin, bir kullanıcıya Akademik rolü atanmış ise, bu kullanıcı akademik işlemlere erişebilir ve belirli ayrıcalıklara sahip olabilir. Benzer şekilde, sistemde Öğrenci, Sekreter ve Admin rolleri de farklı yetkilere sahiptir ve kullanıcılara belirli görevleri yerine getirme imkânı tanır. Her bir role ilişkin yetki ve görevler, Şekil 3.8 Rol Yetki Tablosu üzerinde ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Rol Yetki Tablosu

### **3.4.2.1. Yetkili (Admin) Rol Yapısı**

Admin rolü, sistemin yönetimini üstlenen ve tüm yetkilere sahip olan kullanıcı rolüdür. Bu rol, sisteme kayıtlı kullanıcıların oluşturulması, gerekli durumda bilgilerinin düzenlenmesi gibi işlemleri gerçekleştirir. Ayrıca, kullanıcılara doğrudan yeni şifre linki gönderimi, gerekli durumlarda kullanıcının sisteme girişini engelleme gibi işlemleri yapabilir. Sistemdeki log kayıtlarını görüntüleyebilir ve sistemin genel yönetiminden sorumludur. Admin rolü, sistem üzerinde geniş bir yetkiye sahiptir ve sistemdeki tüm süreçlerin etkin bir şekilde yönetilmesinden sorumludur. Hesap ve rol işlemleri, dönem ve sezon işlemleri, derslik işlemleri, ders işlemleri, ders programına eğitimci atama, yeni kişi oluşturma, silme, güncelleme, LDAP ayarları, e-posta ayarları gibi işlemlerden sorumludur.

### **3.4.2.2. Sekreter Rol Yapısı**

Sekreter admine göre, daha az yetkilere sahiptir. Bu role sahip kullanıcı, derslerin düzenlenmesi ve yönetilmesi süreçlerinde aktif rol alır ve ders programının düzenli bir şekilde oluşturulmasını sağlar. Özellikle, sistemdeki akademisyen ve öğrencilerin ders programlarını oluşturur ve yönetir. Ders ve derslik gibi bilgilerin sisteme tanımlanmasını sağlar. Bu rol, akademik ve öğrenci kullanıcıların derslerle ilgili gereksinimlerini karşılamak için önemli bir aracı konumundadır.

### **3.4.2.3. Akademisyen Rol Yapısı**

Akademik role sahip kullanıcılar, sistemde kendi üzerine atanmış ders programını görüntüleyebilir ve bağlı oldukları derslere ait yoklama işlemlerini gerçekleştirebilirler. Bu rol, kullanıcılara akademik işlevleri yerine getirme yetkisi verir ve derslerle ilgili yönetim görevlerini yerine getirmelerine olanak tanır. Web uygulaması üzerinden ders programına ait yoklama işlemlerini gerçekleştirebilir ayrıca yoklama raporu görüntüleme operasyonlarını gerçekleştirebilmektedir. Öğrencinin yoklamayı vermesine yönelik teknik aksaklıkların önüne geçebilmek için akademisyen yoklamaya manuel olarak müdahale edebilir ve öğrenciyi yoklamaya dahil edebilecektir.

### 3.4.2.4. Öğrenci Rol Yapısı

Öğrenci rolüne sahip kullanıcılar, sistemde ders programını görüntüleyebilir ve mobil uygulama üzerinden akademisyen tarafından başlatılan yoklamaya dahil olabilir. Aynı zamanda geçmiş yoklama kayıtlarına da erişebilirler. Özellikle web uygulamasında ders programını görüntüleme ve ders programına ait yoklama verme işlemlerinden sorumlu olacaktır.

### 3.4.3. Rol Panelleri

#### 3.4.3.1. Admin Paneli

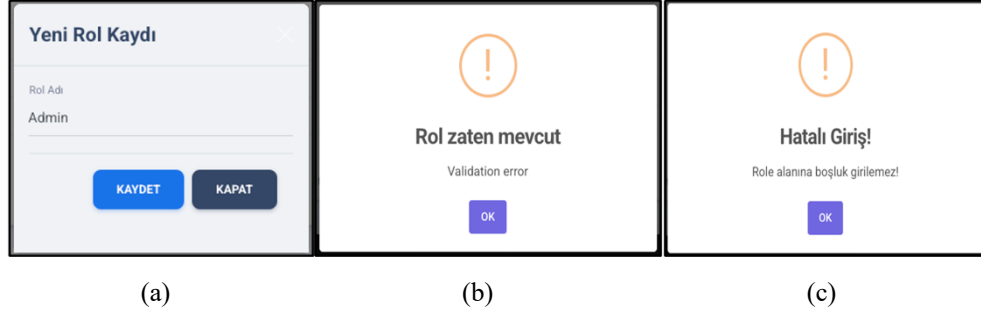
Admin Panelinin Profiller sayfasında, yönetici kullanıcısı, Admin rolü yetkisine sahip olan geniş yetkili bir kullanım olarak tasarlanmıştır. Bu rol, profiller sayfasında geniş yetkilere sahip olan tek kullanıcı rolüdür.

Profiller sayfasında Rol istatistikleri yer almaktadır ve temel dört rol için (Admin, Sekreter, Akademik, Öğrenci) mevcut toplam kullanıcı sayılarını göstermektedir. Ayrıca rol tablosuna ilişkin ayrıntılı bilgiler ile kullanıcı tablosu Admin tarafından detaylı bir şekilde görüntülenip yönetilebilmektedir. Admin paneline dair ayrıntılı açıklamalar ise Şekil 3.9 'da sunulmuştur.

The screenshot displays the Admin Panel interface. On the left is a dark sidebar with the user's name 'Meryem SERTTAŞOĞLU' and a menu with options like 'ADMIN PANELİ', 'SEKRETER PANELİ', 'Öğrenci Listesi', and 'Çihaz Kayıtları'. The main content area is titled 'Profil Bilgileri' and shows four role statistics: Yönetici (2), Sekreter (1), Akademik (3), and Öğrenci (257). Below this is a 'Rol Tablosu' with a search bar and a table listing roles: Academic, Admin, Secretary, and Student. The bottom section is 'Kullanıcı Tablosu', which has a search bar and a list of users with their names, email addresses, and roles, each with a 'DETAY' button.

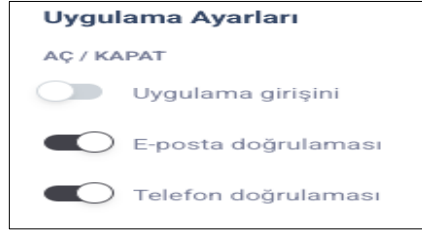
Şekil 3.9. Admin Paneli

Sisteme yeni rol eklenirken, sistemin alt yapısına uygun bir rol tanımlaması yapılması gerekmektedir. Rol tanımlama işlemine ilişkin tüm aksiyonlar, Şekil 3.10 'da detaylı bir şekilde gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Admin Paneli

Yönetici, sisteme yeni bir rol ekleme yetkisine sahiptir. Fakat rol tanımlama işlemi belirli kurallar çerçevesinde gerçekleştirilebilmektedir. Şekil 3.10 (b)' görseli sunulan mevcut olan bir rol sisteme tekrar eklenemez şekilde yapılandırılmıştır. Bir diğer kural ise, bu işlem sırasında boşluk karakteri geçersiz olarak kabul edilmektedir. Bu işlemin gerçekleştirilmesi durumunda Şekil 3.10 (b)' da gösterildiği gibi sistem kullanıcıya hata mesajı iletir ve kullanıcının işleme devam etmesini engeller. Ayrıca, Yönetici, sisteme yeni kullanıcılar ekleyebilir ve sistemde mevcut olan kullanıcı bilgilerini güncelleyebilir. Ekle formu üzerinden gerekli bilgiler doldurularak kullanıcı ekleme işlemi gerçekleştirilir. Yeni kullanıcının rol kimliği kullanıcının aynı zamanda kadrosu olacak şekilde yapılandırılmıştır. Sistemde her kullanıcı için kullanıcı adı benzersiz olmalıdır. Bu nedenle, aynı kullanıcı adıyla iki kez kayıt yapılamayacaktır. Kullanıcı adı, kullanıcıların sistemdeki kimliklerini belirler ve her ad yalnızca bir kullanıcıya özgü olmalıdır. Ayrıca, yönetici kullanıcıları pasif hale getirebilir ve sistemden silme işlemlerini gerçekleştirebilir. Şifresini unutan kullanıcılara şifre sıfırlama maili gönderme yetkisine sahiptir. Bunun yanı sıra uygulama ayarları bölümünden kullanıcının uygulamaya girişini kapatarak sisteme giriş yapmasını engelleyebilmektedir. Uygulama Ayarları ile Kullanıcı Girişini Engelleme görseli Şekil 3.11'de sunulmuştur.



Şekil 3.11. Kullanıcı Uygulama Ayarları Paneli

Yönetici, sistem içerisinde tanımlanacak fakülte bilgilerini yönetebilir. Fakültelerin Türkçe ve İngilizce adlarıyla sisteme tanımlanması gerekmektedir ve her bir fakülte tanımı, diğerlerinden benzersiz olmalıdır. Bu adlar, fakültenin sistemdeki tanımlamasını yapmak için kullanılmaktadır. Aynı fakültenin birden fazla tanımı yapılamamaktadır. Fakülte tanımları, bölüm, kullanıcı ve ders gibi diğer bilgilerle ilişkilidir. Her fakülte birden fazla bölümü, kullanıcıyı ve dersi içerebilir.

Fakülte tanımlama işlemi sırasında bu unsurlar dikkate alınır ve sistemde doğru ve eksiksiz bir şekilde fakülteleri tanımlama işlemleri yapılır. Bu kurallar dikkate alındığında, fakülte bilgileri tutulurken, tutarlılık ve benzersizlik sağlanmış olur. Ayrıca yetkili, fakülteye bağlı bölümlerin tanımlayabilir. Bu işlem gerçekleştirilirken her bölüm, sistemde benzersiz bir şekilde tanımlanmalı ve ilgili fakülteye bağlı olmalıdır.

Bölüm tanımlama işlemi sırasında ilgili bölümün hangi fakülteye bağlı olduğu seçilmelidir. Her bölüm, yalnızca bir fakülteye bağlı olabilir. Her bölüm tanımı diğerlerinden farklı bir şekilde benzersiz olmalıdır. Aynı fakültede birden fazla aynı isme sahip bölüm tanımlanamaz. Bölüm tanımları, dersler ve kullanıcı bilgileriyle ilişkilidir. Her bölüm birden fazla dersi ve kullanıcıyı içerebilir. Her bölüm için Türkçe ve İngilizce adlar belirlenir. Bu adlar, bölümün sistemdeki tanımlamasını yapmak için kullanılır.

Yönetici, bölüm tanımlama işlemi sırasında belirli unsurları dikkate alarak doğru ve eksiksiz bir şekilde bölümleri tanımlamalıdır. Bu sayede sistem, bölüm bilgilerini tutarken tutarlılık ve benzersizlik sağlar. Role sahip olan kullanıcı, dönem ve sezon işlemlerinin yürütülmesini sağlayan alanda yetki sahibidir. Dönem ve sezonun ne zaman başlayıp ne zaman sona ereceğini belirleyebilir aynı zamanda mevcut sezon ve dönemlerin tarihlerini, açıklamalarını ve adlarını güncelleme yetkisine sahiptir. Yeni dönem ve sezonu aktifleştirme ve pasifleştirme işlemlerini gerçekleştirerek ilgili sezon ve dönemdeki verileri rahatlıkla kontrol altına alabilmektedir. Bu role sahip kullanıcı ayrıca, dersliklerin yönetilmesini sağlamaktadır. Her derslik için benzersiz bir derslik kodu, derslik adı, derslik tipi, derslik kapasitesi, derslik ESP32 modülü kodu ve her bir

dersliğin derslik sinyal aralık değerlerinin belirlenmesi işlemleri admin rolüne sahip kullanıcı tarafından yapılmaktadır. Ayrıca yönetici, sistemde tanımlı olan fakülte ve bölüme ait ders ekleme işlemlerinde de sorumludur. Eklenecek derse uygun ders kodu, ders adı, ders kredisi, dersin İngilizce adı, dersin Akts' si, ilgili dersin haftalık ders saati, ders dönemi ve sezonu belirtilerek ders oluşturabilmektedir. Ders seçimi aşamasında sistem ilgili dersi, teorik ders, pratik ders, bölüm seçmeli veya üniversite seçmeli olarak kategorilendirilmiştir.

Mevcut altyapı üzerinden derslerin belirli kategorilere göre düzenlenmesi, ders yönetiminin sistematik bir şekilde yürütülmesine olanak tanımıştır. Aynı zamanda ders oluşturma aşamasında, ilgili kategorileri belirleyerek ders oluşturabilmektedir. Sistem üzerinden akademisyene ders atama işlemini gerçekleştirerek, derslerin yürütülmesi sürecini organize edebilmektedir. Bu işlem, her dersin yetkin akademisyen tarafından verilmesini sağlamaktadır. Akademisyene ders atama işlemi gerçekleştirilirken, derslik bilgisi, ders bilgisi, akademisyen bilgisi, dersin haftanın hangi gün ve saatinde başlayıp biteceği belirtilerek oluşturulmaktadır. Ayrıca, ilgili dersin sınıf kapasitesini aşması durumunda, üzerinde olması sınıfı gruplara ayrılması gerekmektedir. Bu durum, sistemde grup seçme alanının belirtilmesini mecbur kılmaktadır.

Admin, akademisyene ve öğrenciye ait profilleri görüntüleyebilme yetkisine sahiptir. İlgili profilin üzerine kayıtlı olan dersler, derslerin gün ve saati ve derslik bilgileri detaylı bir şekilde görüntülenebilmektedir. Ayrıca, sistemde kayıtlı olan cihazların detaylarını da görüntüleyebilmektedir. Cihazların ID, kullanıcı ID, UUID (Universally Unique Identifier), üretici firması, model ve sisteme kayıt tarihini listeleyebilmektedir. Sisteme kayıtlı olan cihaz listesi detaylı bir şekilde Şekil 3.12 ' de detaylı bir şekilde sunulmuştur.

ID	KULLANICI ID	UUID	ÜRETİCİ	MODEL	KAYIT TARİHİ	İŞLEM
30	209cfc6a-b169-45af-7101-08dcdcb76ff0	7F078A58-F861-459E-BB3A-BD9D91285253	iPhone	iPhone15,5	2024-10-15T11:52:29.1900571	SİL
31	a9025844-d0a2-46bf-15b7-08dcdcb76ff0	F27184E1-DFF5-400B-91AC-CAE8AC8A0E9	iPhone	iPhone14,5	2024-10-15T11:53:22.7412218	SİL
32	cafeec74-5b02-4683-15a9-08dcdcb76ff0	C9F86DA0-EE22-4DDA-8F72-DCD2A06DDA3E	iPhone	iPhone14,7	2024-10-15T11:53:23.7393673	SİL
33	8a485200-bf57-457b-15bb-08dcdcb76ff0	C1714D34-CAE2-47F1-8074-0FE21D4DA601	iPhone	iPhone14,2	2024-10-15T11:53:34.4118009	SİL
34	6e848f72-6815-4b75-15be-08dcdcb76ff0	64B16185-5995-4C5A-AF1A-976E5B745CDF	iPhone	iPhone14,5	2024-10-15T11:54:01.7161894	SİL
35	b0a2a391-374d-4b92-70f9-08dcdcb76ff0	53910367-CB55-4302-8327-75F50DA624D7	iPhone	iPhone13,2	2024-10-15T11:54:40.8716672	SİL

134 Kayıttan 1 - 10 Kayıt Gösteriliyor.

Şekil 3.12. Cihaz Kayıt Listesi

### 3.4.3.2. Sekreter Paneli

Sekreter, admime göre daha az yetkilere sahip olup sistemde yetkin bir roldür. Sisteme derslik ekleme işini yapabilir ve eklenen derslik detaylarını görüntüleyip üzerinde değişiklik yapabilir şekilde yapılandırılmıştır. Derslik ekleme işlemini gerçekleştirirken derslik kodu, derslik adı, derslik tipi, derslik kapasitesi, dersliğe ait ESP32 modülü kodu, derslik ESP32 Wi-Fi modülünün sahip olduğu UUID ve derslik için belirlenmiş sinyal değerini sisteme girebilmektedir. Ayrıca ilgi rol, fakülte bazlı ve bölüm bazlı yeni ders oluşturma yetkisine sahiptir. Bu yetkilere ek olarak, akademisyen üzerine ders ataması yapıp kişiye özel ders programı oluşturabilir. Oluşturulan ders programının derslik bilgisi, ders bilgisi dersin hangi akademisyen tarafından verildiği, dersin hangi gruba ait olduğu, dersin haftanın hangi günü yapıldığı ayrıca başlangıç bitiş zamanı ve o derse kayıtlı olan öğrencileri sistem üzerinden detaylı bir şekilde görüntüleyebilmektedir. Aynı zamanda akademisyenin ders programını ve sistemde kayıtlı olan öğrenci listesini görüntüleyebilir kullanıcıya ait ders programlarına erişim sağlayabilmektedir.

### 3.4.3.3. Akademisyen Paneli

Akademisyen rolüne sahip kullanıcı, kendi ders programını görüntüleyebilir ve derse ait yoklamayı farklı yöntemler kullanarak başlatabilir şekilde yapılandırılmıştır. Sistemde belirtilen gün ve saate ait ders programını görüntülemesinin ardından, “yoklamayı başlat” butonuna tıklayarak sistemde yoklamayı başlatmış olur. Ardından yoklama alma yöntemleri belirlenir ve ilgili dersin saati seçilerek yoklama başlatılmış olur. Ayrıca, geçmiş yoklama kayıtlarına erişebilir, sistem üzerinden manuel olarak yoklamaya müdahale edebilir gerekli görülen durumlarda bu yöntem ile öğrenciyi yoklama listesine dahil edebilir. Geçmiş yoklama kaydını görüntüleyerek excel formatında indirip raporlayabilmektedir.

### 3.4.3.4. Öğrenci Paneli

Öğrenci, web uygulaması üzerinden sisteme giriş yaparak kendisine ait olan ders programını ve geçmiş yoklama kaydını görüntüleyebilmektedir. Geçmiş yoklama ekranında ilgili dersin kodu, ders adı, öğrencinin ait olduğu grup, geçmiş yoklamaya ait

ders saati ve haftanın hangi günü yoklama alındığı ile ilgili bilgiler Şekil 3.13’ de detaylı bir şekilde sunulmuştur.

Yoklama Geçmişi						
DERS KODU	DERS ADI	GRUP	DERSLİK ADI	DERS SAATI	HAFTANIN GÜNÜ	DETAY
1400111008	Web Programming	1	1A01-Sınıf	08:00 - 10:45	Pazartesi	DETAY
1400111009	Programming I	1	1B01-Anfı	08:00 - 09:45	Salı	DETAY
ENGI	İngilizce I	1	1B01-Anfı	09:00 - 10:45	Çarşamba	DETAY

Şekil 3.13. Öğrenci Geçmiş Yoklama Ekranı

Belirli bir öğrenciye ait yoklama geçmişi ekranında ayrıca Detay isiminde buton yer almaktadır. Detay butonuna tıklandığı anda ilgili dersin yoklama verileri ve yoklamanın hangi yöntem ile verildiği bilgisi sistemde yer almaktadır. Ders geçmiş yoklama Detay butonuna ilişkin bilgiler Şekil 3.14 ‘de sunulmuştur.

Programming I - Yoklama Bilgisi				
YOKLAMA TARİHİ	DERS SAATI	KAÇINCI DERS	VERME YÖNTEMİ	DURUM
10.15 Tuesday	11:00-11:45	1	qr code	VAR
10.15 Tuesday	12:00-12:45	2	signal	VAR

Toplam alınan yoklama saati : 2  
 Toplam devamsızlık saati : 0  
 Toplam katılım saati : 2

KAPAT

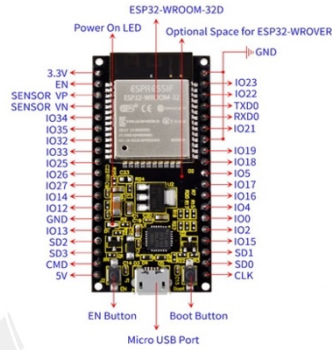
Şekil 3.14. Yoklama Bilgisi Ekranı

### 3.5. Mobil Uygulaması

Mobil uygulama geliştirme aşamasında, Flutter’ın temel programlama dili olarak kullanılan ve Google tarafından geliştirilen modern Dart dili kullanılmıştır (Mamoun ve ark., 2020). Geliştirme ortamı olarak Visual Studio Code tercih edilmiştir. Visual Studio Code, Flutter uygulamalarını geliştirmek için ideal bir Entegre Geliştirme Ortamı (IDE) sunmaktadır.

### 3.5.1. ESP32 Modülü

ESP32- WROOM, Espressif sistem tarafından geliştirilen nesnelerin interneti projelerinde yaygın olarak kullanılan hem BLE hem de Wi-Fi özelliklerini destekleyen düşük maliyetli bir modüldür (Maier et al. (2017)). Düşük maliyetli ve kablosuz iletişim yeteneğine sahip olması nedeniyle, sistemde tercih edilmiştir. ESP32-WROOM modülüne ait görsel Şekil 3.15'te detaylı bir şekilde sunulmuştur.



Şekil 3.15. ESP32 WROOM Modülü

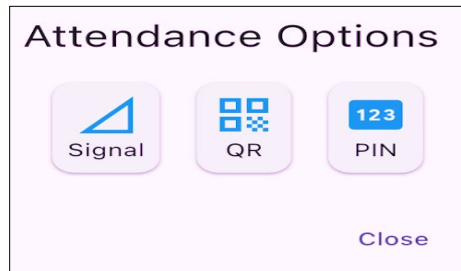
Modül, sinyal ile yoklama alma işleminde kullanılmak üzere ESP32 kurulumu için Arduino IDE kullanılmıştır. ESP32 Dev Module sürücüsünün yüklenmesinin ardından modüle ait kart kurulumu gerçekleştirilmiştir. Gerekli olan kart tanımlayıcıları eklendikten sonra ESP32 seçilerek bağlantılar yapılmıştır. IOS cihazların Wi-Fi özelliğinin kapalı olması durumunda, ESP32 Wi-Fi ile yoklama alma işlemine ek olarak, ESP32 kullanılarak BLE (Bluetooth Low Energy) ile yoklama işlemi için altyapı oluşturulmuştur. IOS işletim sistemine sahip olan cihazlara daha uyumlu olması nedeniyle genellikle BLE standardı tercih edilmektedir. Bu durumda, sistemde bluetooth ile yoklama alınması amacıyla IOS cihazlar için, BLE protokolü kullanılmıştır. BLE teknolojisi, düşük güç tüketimi ve maliyet avantajlarıyla bu proje için ideal bir çözüm sunmuştur (Apoorv ve Mathur, 2016). Wi-fi ve Bluetooth işlevselliğini yönetmek amacıyla, Wi-Fi ve Bluetooth kütüphaneleri kullanılmıştır. Mobil cihazların Wi-Fi sinyalini algılaması için ise Wi-Fi adı (SSID) ve parola bilgileri kod içerisinde tanımlanmıştır. Ardından bluetooth işlevselliği için ESP32'nin bluetoothserial modülü kullanılarak bluetooth yayını yapılandırılmış ve bu işlem için gerekli olan BluetoothSerial kodları yazılarak özellik aktif hale getirilmiş ve sorunsuz bir şekilde bluetooth ve Wi-Fi bağlantıları kurulmuştur.

Wi-Fi ve bluetooth isimleri, sınıf isimleriyle eşleştirilmiş olup, bu isimleri taşıyan cihazların MAC adresleri, sistemde mevcut olan derslik bilgileriyle ilişkilendirilmiştir. Böylece her ESP32 cihazının ait olduğu derslik, sistemde ve veri tabanında kayıt altına alınmıştır. Ders programında yer alan ders ile derslik bilgileri arasında olan bağlantı sayesinde, ESP32 sinyal okuma işlemi sınıflandırılarak daha düzenli bir sinyal okuma süreci sağlanmıştır. Bu düzenleme ile ESP32'nin sinyallerinin sınıflara göre ayrıştırılması mümkün hale gelmiş, ders programlarıyla entegre çalışan bir yapı oluşturulmuştur.

ESP32 modülü'nün bir sunucuya bağlanması sonucunda yoklama bilgisi alınabilir veya verilebilir duruma getirilmiştir. Bu durumda, HTTP GET ve POST istekleriyle öğrencilerin yoklama bilgileri sunucuya gönderilebilecektir. Yoklama bilgileri alındıktan sonra verilerin işlenmesi ve kaydedilmesi amacıyla sunucu tarafında bir veri tabanı oluşturulmuştur. Veriler JSON formatında gönderilip alınabilir şekilde yapılandırılmıştır.

### 3.5.2. Öğrenci Yoklama İşlemi

Mobil uygulama, kullanıcı dostu arayüzü sayesinde öğrenci tarafından etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Kullanılan yöntemlere bağlı olarak yoklama işlemleri, hızlı ve sorunsuz bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Sistem, öğrencinin akademisyen tarafından belirlenen yöntemlerden bir tanesini seçerek yoklamasını verebilecek şekilde yapılandırılmıştır. Öğrencinin, akademisyen tarafından belirlenen yöntemlerden birini seçerek yoklamasını verebileceği şekilde yapılandırılan sistemin görseli Şekil 3.16 'da sunulmuştur.



Şekil 3.16. Yoklama Alma Çeşitleri Ekranı

Mobil Uygulama aracılığıyla, QR kod ile yoklama alma işleminde, öğrenci ilgili dersi seçer. Ardından akademisyen tarafından belirlenen yoklama yöntemlerinden bir tanesi olan QR kod seçeneğini tercih eder. Bu aşamadan sonra, öğrencinin cihaz kamerasında izin isteği ekranı görüntülenir. Öğrenci, kamera erişimine izin verdiği anda

otomatik olarak cihaz kamerası açılır. Ekranı yansıtılmış olan QR kodu taratarak yoklamasını sisteme iletir. Böylece öğrenci, ders yoklamasını başarılı bir şekilde tamamlamış olur. Şekil 3.17 'de, öğrencinin kamera erişimine izin vermesiyle cihaz kamerasının otomatik olarak açıldığı, ekrandaki QR kodun taranmasıyla yoklamanın sisteme iletildiği ve bu işlemin ders yoklamasının başarıyla tamamlanmasını sağladığı süreç sunulmuştur.



Şekil 3.17. QR Kod Yoklama Yöntemi

Şekil 3.17(a)' da yer alan görselde öğrenci QR Kod yöntemi ile yoklamasını vermek istediğinde sisteme ilk defa giriş yapıyorsa öncelikle öğrenci kamera erişim izni ekranına yönlendirilmektedir. Bu işlemin ardından öğrenci akıllı cihaz kamerası aracılığı ile Şekil 3.17 (b)' de gösterilen QR Kodu tarayarak yoklama listesine otomatik olarak dahil olur.

Yoklama Kodu alınırken akademisyen tarafından belirlenen yöntemlerden biri olan yoklama kodu öğrenci tarafından seçilir. Öğrenci Yoklama Kodu ekranına otomatik olarak Şekil 3.18' de yer alan Yoklama Kodu olarak belirtilen alana yönlendirilir. Böylece öğrenci, görüntülenen alana yoklama kodunu manuel olarak tuşlayarak yoklama listesine dahil olur.



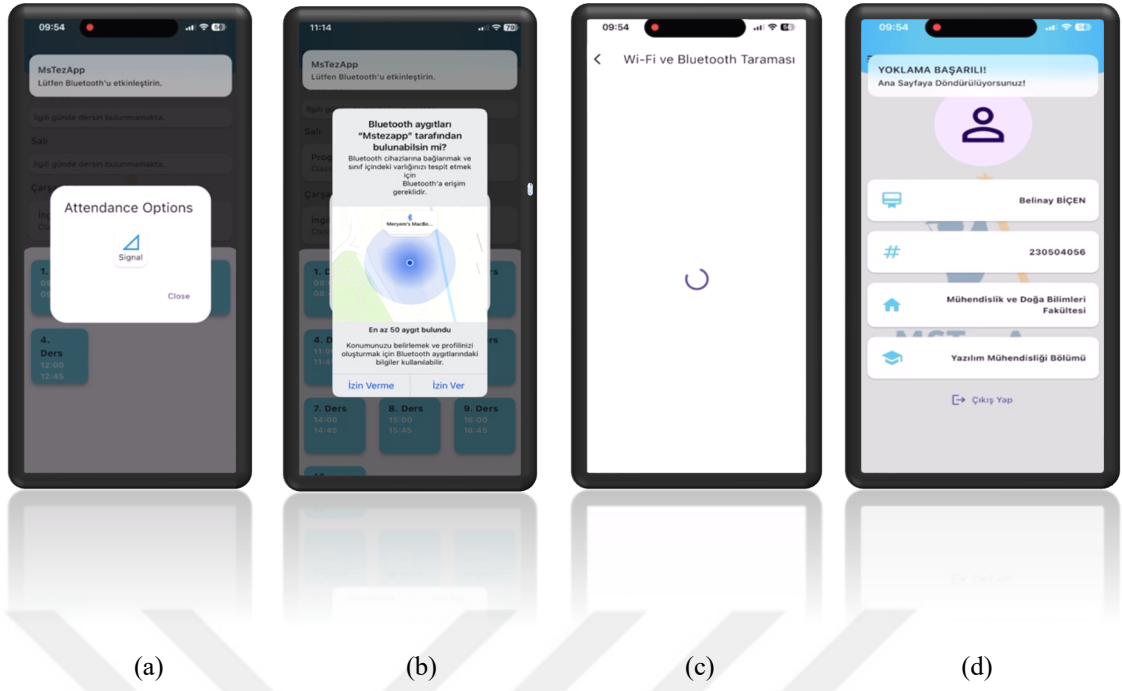
(a)

(b)

**Şekil 3.18.** Yoklama Kodu

Öğrenci Şekil 3.18(a) 'da ve Şekil 3.18(b)' de sunulan yoklama ekranına öğrenci manuel olarak ekrana yansıtılan ve her 15 saniyede bir yenilenen 6 haneli kodu ilgili alana tuşlayarak yoklama listesine otomatik olarak dahil edilmektedir.

Sinyal yöntemiyle yoklama alma işleminde, öğrenci ESP32 tabanlı yoklama yöntemini seçer. Aynı zamanda Wi-Fi bağlantısı aktif olacak şekilde sistemden gelecek olan aksiyonu bekler. Bu süreçte cihazlar, ESP32 modülünün yaydığı sinyali tarar. Sınıf içerisinde bulunan ve ilgili derse kayıtlı olan öğrencilerin cihazları ile eşleşme sağlandığı anda, öğrenci otomatik olarak yoklamaya dahil edilir. Böylece, yoklama işlemi öğrenci müdahalesi gerektirmeden, arka planda otomatik olarak gerçekleştirilmiş olur. Wi- Fi bağlantısı sorunları yaşanması durumunda sistem otomatik olarak ilk bluetooth bağlantısı için izin isteği gönderir. Öğrenci tarafından izin verilmesi durumunda sistem bluetooth sinyali aracılığıyla mevcut olan cihazların yoklamaya dahil edilmesini sağlar. Mobil Uygulama sisteminin işleyişi Şekil 3.19 'da sunulmuştur.



Şekil 3.19. ESP32 Sinyal ile Yoklama Alma

Bu yöntemler dışında akademisyen, öğrenciyi manuel olarak sisteme eklemek suretiyle, öğrenciyi yoklama listesine dahil edebilir. Manuel ekleme işlemi, akademisyen tarafından geçmiş yoklama kaydı listesi görüntülenerek gerçekleştirilmektedir.

Akademisyen tarafından belirlenen sinyal ile yoklama alma işleminde öğrencinin mobil uygulamasında görüntülenen ekran Şekil 3.19(a)'da gösterildiği gibidir. Sinyal ile yoklama alma işleminde, mobil uygulaması aracılığı ile ilk defa oturum açan öğrencinin cihazından Bluetooth erişim izni istenir. Bu işlemin ekran görüntüsü Şekil3.19(b)' de sunulmuştur. Bu işleme izin verildiği anda sistem ESP32 modülü aracılığıyla yayınlanan Wi-Fi ve Bluetooth ağı taraması işlemini gerçekleştirilmektedir. Böylece söz konusu işleme izin verildiğinde, sistem tarafından ESP32 modülü aracılığıyla Wi-Fi ve Bluetooth ağlarının taranması işlemi Şekil 3.19(c) 'de gösterildiği gibi gerçekleştirilir. Öğrenci cihazı tarafından taranan ağlarla eşleşme sağlandığında, sistem öğrenciyi otomatik olarak yoklama listesine dahil eder ve Şekil 3.19(d)' de gösterildiği gibi öğrenciyi "Yoklama Başarılı" mesajı iletilir.

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Bu tez çalışmasında, düşük maliyetli ve minimum depolama alanı kullanılarak eğitim kurumlarında devamsızlık takibini daha verimli hale getiren yakınlık tabanlı bir uygulama önerilmiştir. Sistem, yoklama alma işleminin performansını ölçmek amacıyla üç farklı yöntem ile 90 öğrencinin çalışmaya katılmasıyla dijital yoklama sistemi test edilmiştir. Test aşamasında QR kod, Yoklama kodu ve ESP32 modülü ile yoklama alma yöntemleri ile yoklama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sinyal ile yoklama alma işlemi gerçekleştirilmeden önce 3 farklı dersliğe ESP32 modülü fiziksel olarak yerleştirilmiştir ve bu modüller sistemde tanımlanarak veri tabanına isimlendirilerek kaydedilmiştir.

ESP32 Modülünün sisteme tanımlanmasının ve sinyal ile yoklama alma işleminin gerçekleştirilmesi amacıyla Evrensel Seri Veri Yolu (Universal Serial Bus – USB) kablosu ile prize takılarak etraftaki cihazlar tarafından tanınması ve sinyal yayması sağlanır. ESP32 cihazının sınıfa belirli bir alana yerleştirilmiş görseli Şekil 4.1’ de sunulmuştur.



Şekil 4.1. ESP32 Modülünün Dersliklere Yerleşimi

RSSI değerleri baz alınarak ESP32 modülü ve akıllı cihazlar arasındaki mesafeyi ölçmek amacıyla sinyal değerleri dersliklerde farklı noktalardan ölçümler yapılarak belirlenmiş olup bu değer aralıkları sistem üzerinden dersliklere tanımlanmıştır. Böylece sistem, ESP32 modüllerinin 1A01, 1B01 ve 1C01 dersliklerine tanımlanması ve fiziksel olarak ilgili sınıflara yerleştirilmesiyle farklı dersliklerde yoklama alma işlemini gerçekleştirebilecek esnek bir alt yapı sunmuştur. Sisteme tanımlanan derslik ve her bir dersliğe özel olarak tanımlanmış sinyal değerleri Şekil 4.2 'de sunulmuştur. Derslik kodlarının sistem üzerinden tanımlanması ve yönetilmesi sayesinde, ESP32 modüllerinin Wi-Fi ve bluetooth özelliklerinin kullanımı mümkün hale getirilmiş ve sinyal değerlerine göre yoklama uyarı mekanizmaları devreye girmiştir. Bu altyapının oluşturulmasıyla sistemin geniş uygulama alanlarında kullanılabilmesine olanak tanınmış ve kullanıcıların farklı dersliklerde oturumlarını etkin bir şekilde yönetilebilmesi sağlanmıştır. Bu durumda, sistemin esnekliği ve farklı mekanlarda kullanılabilirliği kanıtlanmıştır.

Derslik Kodu	Derslik Adı	Derslik Türü	Öğrenci Sayısı	MAC Adresi	Diğer Bilgi	Yoklama Alanı	Yoklama Alanı	Detay
1A01	1A01-Smf	Smf	30	E4:65:B8:28:9C:01	4fafc201-1fb5-459e-8fcc-c5c9c322001c	70	90	DETAY
1B01	1B01-Anfi	Anfi	45	A8:42:E3:49:1B:E9	4fafc201-1fb5-459e-8fcc-c5c9c322002c	70	90	DETAY
1C01	1C01-Lab	Lab	60	B4:8A:0A:85:06:C9	4fafc201-1fb5-459e-8fcc-c5c9c322003c	69	75	DETAY

Yıttan 1 - 3 Kayıt Gösteriliyor.

**Şekil 4.2.** Dersliklere ESP32 Modüllerinin Yerleştirilmesi

İlk deneysel çalışma, 1B01 kodlu derslikte gerçekleştirilmiş olup, farklı saatlerde yapılan ölçümlerde öğrenciler, derslik içerisindeki farklı alanlarda sinyal gücü aralıklarına bağlı olarak yoklamalarını vermiştir. Bu durumda farklı fiziksel konumlarda ve sinyal değerlerinde çalışma performansını değerlendirmeye yönelik detaylı veriler sağlanmıştır.

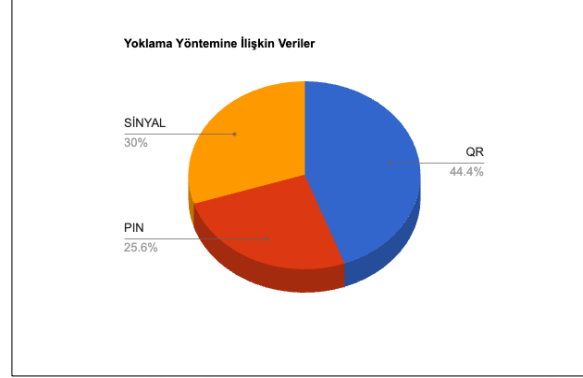
Deneysel çalışmalar sonucunda, her bir yöntemin doğruluk, hız ve kullanıcı memnuniyeti açısından aşağıda raporlanan farklı sonuçlar elde edilmiştir.

- QR kod ile yoklama alma işlemlerinde öğrencilerin mobil cihazları ile QR kodu taraması sonucunda sıkıntılar yaşanmamış ve deneme sonucunda yüksek verimle çalıştığı gözlemlenmiştir.

- Yoklama kodu ile yoklama alma yönteminde, öğrenciler akademisyen tarafından ekrana yansıtılan kodu ekrana girerek yoklamaya dahil edilmiştir. Manuel olarak girilmesi gereken yoklama kodunun öğrenciler tarafından zaman zaman yanlış girildiği gözlemlenmiş olup yoklama almada gecikmeler yaşanmasına neden olmuştur.
- ESP32 modülü ile yoklama alma işleminde ise yoklama sisteminin verimliliği ve doğruluğu incelenmiştir. Android işletim sistemine sahip olan cihazlar izin gerektirmezken IOS işletim sistemine sahip cihazlarda geliştirici sertifikaları ve izinleri gerekmektedir. Test aşamasında IOS işletim sistemine sahip cihazlarında ESP32 modülünün MAC adresini okumadığı gözlemlenmiştir. IOS cihazlarının güvenlik politikası gereği, modülün UUID'si IOS cihazlar tarafından okunamamaktadır. Bu sorunların ortadan kaldırılması amacıyla Apple'ın güvenlik ve gizlilik standartlarına uyumlu bir uygulamanın kullanımı için belirli sertifikaların ve izinlerin alınması gerekmektedir. Bu durum ile ilgili gerekli izinler alınmış olup yoklama sistemi IOS cihazlar tarafından da kullanılabilir duruma getirilmiştir. Zaman zaman Wi-Fi ağında yaşanabilecek teknik sorunlar sebebiyle IOS cihazlarına sahip kullanıcılarının kimlik doğrulama işlemlerini tamamlayamaması yoklama sürecinde aksaklıklara ve gecikmelere yol açmıştır. Yaşanan aksaklıkların giderilmesi amacıyla uygulamaya ek ve alternatif olarak bluetooth aracılığıyla yoklama alma yöntemi de sisteme eklenmiştir. Bu yöntem Android cihazlarda da çalışacak şekilde yapılandırılmıştır. Her iki işletim sistemine sahip olan cihazlarda Wi-Fi ile ilgili problemler yaşandığında sistem otomatik olarak bluetooth özelliği açık olan cihazlar modülün yaydığı sinyali tarayarak alternatif seçeneği değerlendirmektedir.

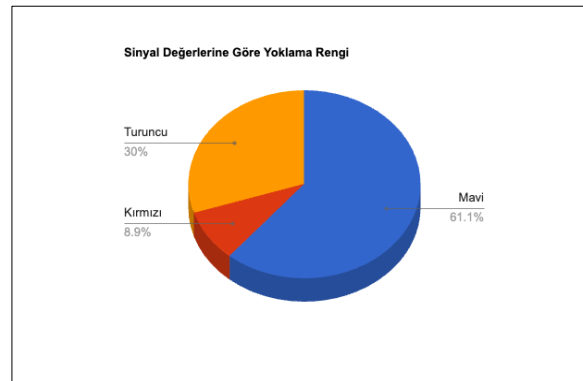
Yapılan test sonucunda, sinyal yöntemi kullanılarak alınan yoklamalar değerlendirildiğinde, sinyal değeri 0 ve -70 arasında olan öğrencilerin renk skalaları doğru sonuçlar vermiştir. Bu değerler dışında alınan yoklamalar ise kırmızı renkler ile sistemde uyarı vermiştir. Dersin birinci saatinde, 90 kişilik bir öğrenci katılımcı grubu ile yapılan testler sonucunda, QR kod ile yoklama veren öğrenci sayısının 40, PIN kodu yöntemiyle ile yoklama veren öğrenci sayısının 23 ve sinyal ile yoklama veren öğrenci sayısının 27 olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda sınıfta bulunan öğrencilerin %44,4 ü QR kod teknolojisini kullanarak yoklama vermeyi tercih etmiş, %25,6 sı ise PIN kodu kullanarak yoklama vermiştir. Sınıfın %30'u ise sinyal ile yoklamasını vererek

uygulamada kullanılan tüm yöntemlerin kullanılabilirliği test edilmiştir. Yoklama yöntemine ilişkin hesaplamalar sonucunda elde edilen yüzdeler dağılımlar, Şekil 4.3'te ayrıntılı olarak sunulmuştur.



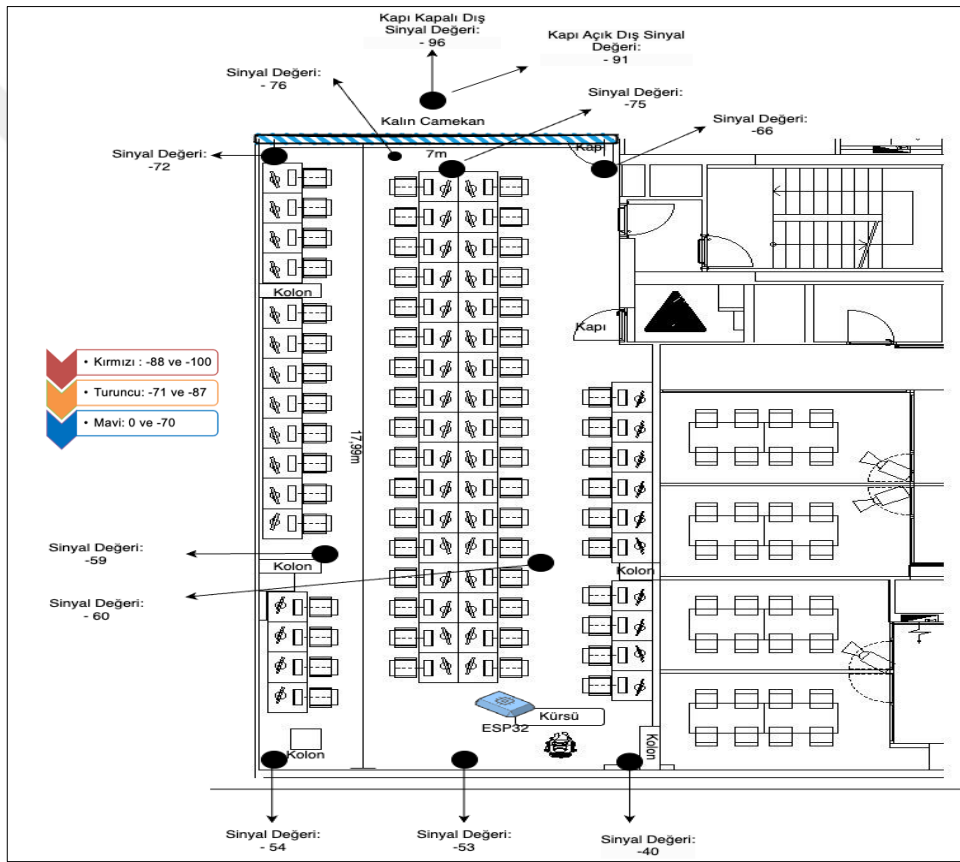
Şekil 4.3. Yoklama Alma Yöntemlerine İlişkin Verileri

Dersin ikinci saatine ait yoklamada ise yalnızca sinyal ile yoklama alma yöntemi kullanılmıştır. Yoklama işlemi sonucunda, geçmiş yoklama kayıtlarından elde edilen verilere dayalı olarak, belirli değer aralıklarına göre öğrencilerin yoklamaları renklendirilmiştir. Bu kapsamda, 0 ile -70 değer aralığında yer alarak mavi ile renklendirilmiş olan öğrenci sayısı 55, -70 ve -90 aralığında yer alarak turuncu ile renklendirilen öğrenci sayısı 27, belirtilen aralıkların dışında ve -90 sinyal değerinin üzerinde olan, kırmızı ile renklendirilmiş ve uyarı durumu oluşturmuş öğrenci sayısı 8 olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda, yoklama verilerine ilişkin yüzdeler oranlar hesaplanmış ve aşağıda yer alan Şekil 4.4'te detaylı şekilde sunulmuştur.



Şekil 4.4. Sinyal Verilerine İlişkin Renklendirme

Her iki saat dilimine yönelik gerçekleştirilen testlere ilişkin derslik krokisi ve sinyal değerleri verileri Şekil 4.5 'de sunulmuştur. Bu dersliğe ait olan sinyal değer aralıkları ve bu değer aralıklarına ilişkin sisteme tanımlanmış renk skalaları ayrıca şekilde belirtilmiştir. Sınıfın uzunluğu ve modülün iç mekâna yerleştirilme konumu sinyal değerlerinde değişikliğe yol açabilmektedir. Bu derslikte yapılan ölçümler neticesinde mavi ile renklendirilip geçmiş yoklama kaydında mavi ile belirtilecek ideal değer aralığı 0 ile - 70, turuncu ile belirtilecek değer aralığı -71 ile - 87, Kırmızı ile belirtilecek ve sistemde uyarı olarak algılanması gereken değer aralığı ise -88 ve - 100 değer aralıklarıdır.



Şekil 4.5. Derslik Krokisi ve Ölçülen Sinyal Değerleri

Sinyal ile yoklama alma işleminin tamamlanmasının ardından, akademisyene ait geçmiş yoklama verilerine ait detaylar geçmiş yoklama verilerine ilişkin ayrıntılar Şekil 4.6' da detaylı bir biçimde sunulmuştur. Bu ekranda yer alan öğrencinin yoklama yöntemine ve yoklamaya ilişkin sinyal değerlerine ait bilgiler detaylandırılmış olup ayrıca sinyal değerlerine göre renklendirilmiş şekilde öğrenciler listelenmiştir.

Öğrenci Numarası	Adı Soyadı	Ders Saati	Kaçıncı Ders	Yoklama Durumu	Kullanılan Servis	Kayıt Tarihi	Yoklama Tarihi
23050841	B***riye I***m E***UNEN	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050404	H***usi S***ed A***OĞMUŞ	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050429	E***a R***GAR	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050811	K***ar A***erman A***AWI	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050206	H***i A***MI	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050509	E***m K***ADAŞ	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
24050805	M***yem B***ül Y***MAZ	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050833	Z***nep T***sem Ç***LİCA	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050529	Y***it U***BAŞ	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
24050805	A***elrahman T***at R***ab A***elrahim	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050709	A***ussamad M***SHUD	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050422	A***m G***EŞ	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050434	A***ad A***M***ammed D***MAS	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050433	A***et Ş***TÜRK	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050432	A***era S***m I***ABLI	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050432	A***a C***KUN	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050432	A***a Y***IT	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050432	A***in K***A	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050432	A***enur I***T	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050432	B***üm T***RAK	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050432	B***gülu H***VERDİOĞLU	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23050432	R***an V***GÜN	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15

Şekil 4.6. Geçmiş Yoklama Kayıtları Ekranı

Geçmiş yoklama kayıtları arşivlenmek üzere akademisyen tarafından görüntülenebilir ve excel formatında indirilebilir. Test sonucunda elde edilen verilere göre, Geçmiş Yoklama Kayıtları Ekranına ait olan Şekil 4.6 ve aynı yoklama listesine ait olan Şekil 4.7 excel formatlı tablodaki öğrencilerin numaraları ile ad ve soyadı bilgileri maskelenmiş şekilde sunulmuştur. Verilerin maskelenmesinin nedeni KVKK (Kişisel Verilerin Korunması Kanunu) kapsamında gizliliğin ihlal edilmesini önlemektir. Ancak, sistemde bu veriler akademisyen tarafından tam olarak görüntülenmektedir.

Öğrenci Numarası	Adı Soyadı	Ders Saati	Kaçıncı Ders	Yoklama Durumu	Kullanılan Servis	Kayıt Tarihi	Yoklama Tarihi
14 2305***22	F***riye I***m E***UNEN	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
15 2305***26	H***usi S***ed A***OĞMUŞ	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
16 2305***35	E***a R***GAR	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
17 2405***19	K***ar A***erman A***AWI	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
18 2405***15	H***i A***MI	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
19 2305***29	E***m K***ADAŞ	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
20 2405***01	M***yem B***ül Y***MAZ	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
21 2305***55	Z***nep T***sem Ç***LİCA	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
22 2305***37	Y***it U***BAŞ	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
23 2305***65	A***elrahman T***at R***ab A***elrahim	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
24 2405***03	A***ussamad M***SHUD	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
25 2305***04	A***m G***EŞ	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
26 2305***82	A***ad A***M***ammed D***MAS	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
27 2305***10	A***et Ş***TÜRK	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
28 2305***32	A***era S***m I***ABLI	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
29 2405***08	A***a C***KUN	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
30 2305***21	A***a Y***IT	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
31 2305***13	A***in K***A	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
32 2305***58	A***enur I***T	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
33 23050***1	B***üm T***RAK	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
34 2305***04	B***gülu H***VERDİOĞLU	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15
35 2305***89	R***an V***GÜN	12:00-12:45	2	Var	Signal	2024-10-15	2024-10-15

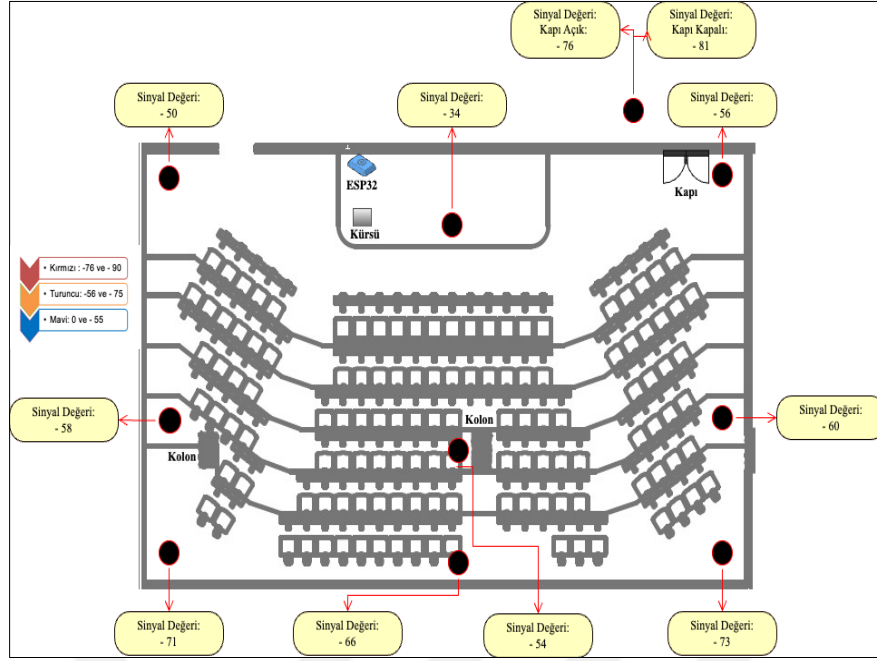
Şekil 4.7. Excel Formatlı Yoklama Geçmiş Ekran

Farklı zaman diliminde ve farklı bir derslikte gerçekleştirilen testler sonucunda, dersliğin krokisi çıkarılarak farklı noktalardan sinyal ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler sırasında derslik boyutları belirlenmiş ve her bir konumdan elde edilen sinyal değerleri tespit edilmiştir. Dersliğe ait ön alan değerlendirildiğinde akademisyen kürsüsünün

arkasına yerleştirilmiş olan ESP32 modülü bulunmaktadır. Kürsünün yakınından ve sınıfın ön orta kısmından yoklama verildiğinde sinyal değeri -34 olarak ölçülmüştür. Sınıfın sol köşesi olan ve modülden 6,44 m uzaklıkta olan alandan yoklama verildiğinde sinyal değeri- 50 olarak sistemde kaydedilmiştir. Sınıfın sol orta köşesinden ve modülden 7,16 m uzaklıkta yer alan noktadan yoklama verildiğinde, sinyal değeri -58 olarak tespit edilmiştir. Sol arka köşede önünde kolon bulunan noktadan yapılan ölçümde sinyal gücü -71, sağ arka köşeden yapılan ölçümde ise, ölçülen değer -73 olarak ölçülmüştür. Dersliğin en arka kısmının orta noktasında gerçekleştirilen ölçümde sinyal gücü -66 olarak belirlenmiştir. Dersliğin orta noktası olan ve kolon bulunan bölgede yapılan yoklama ölçümde sinyal değeri -54, sağ orta alanda yer alan noktadan sinyal gücü değerlendirildiğinde ise sinyal değeri -60 olarak ölçülmüştür. Sağ ön köşede yer alan alandan yoklama verildiğinde sinyal değeri -56 olarak ölçülmüştür. Ayrıca derslik kapısının açık olması durumunda kapının dışında yer alan noktadan ölçüm yapıldığında, sinyal değeri -76, kapının kapalı olması durumunda ise sinyal değeri 81 olarak ölçülmüştür.

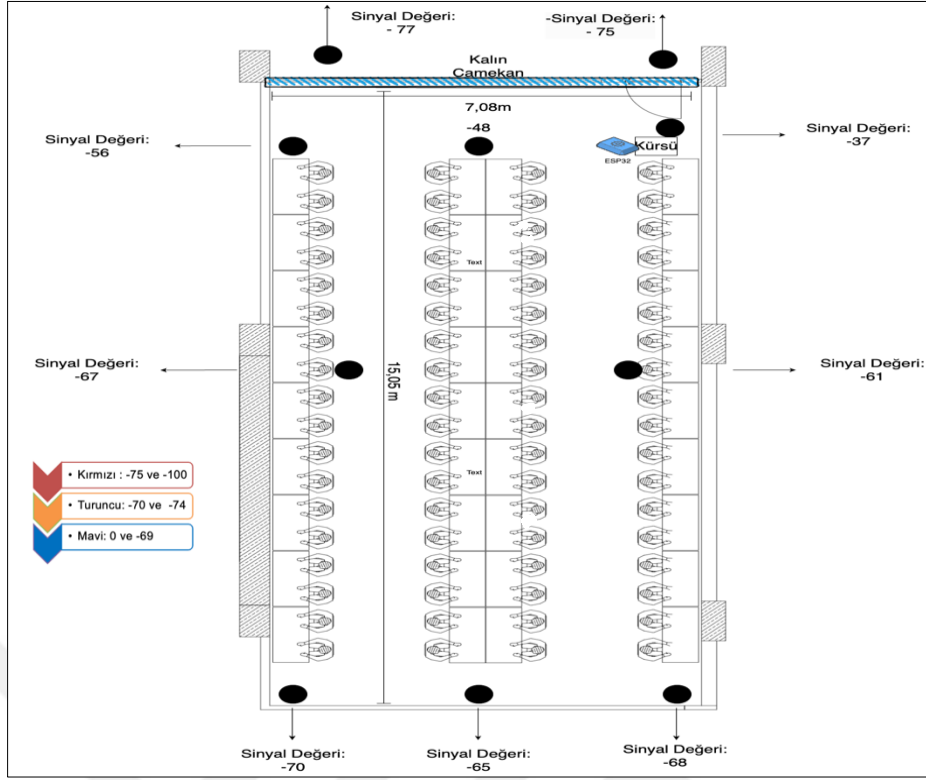
Bu derslik için, sinyal değerlerinin analizi sonucunda elde edilen bulgulara göre, derslik sinyal değerleri 0 ve -55 değer aralığında olan öğrencilerin yoklama verileri mavi, -56 ve -75 değer aralığında olanlar turuncu ve -76 ile -90 aralığında olanlar ise kırmızı renk ile temsil edilebilmektedir. Dersliklerde yer alan kolon, duvar, kapı, kürsü gibi nesnelere sinyal değerlerinin değişkenlik göstermesinde etkili rol oynamakta ve sinyal kesici olarak değerleri olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumda yapılan test işlemleri sonucunda dersliğin yerleşim planı, büyüklüğü ve modülün yerleşim noktası, dersliklerde mevcut olan nesnelere, sinyal değerlerini önemli ölçüde etkilemekte ve sinyal değerlerinde değişkenliklere neden olmaktadır.

Test sonucunda, elde edilen sinyal değerleri aşağıda sunulan Şekil 4.8 'de ayrıntılı bir şekilde gösterilmektedir.



Şekil 4.8. Derslik Krokisi ve Ölçülen Sinyal Değerleri

Farklı zaman diliminde ve derslikte, 12 kişilik öğrenci grubu ile yapılan diğer bir test çalışmasında öğrencilerin yalnızca sinyal ile yoklama alması talep edilmiştir. Böylece bu test aşaması, dersliklerin mimari tasarımının sinyal değerleri üzerinde önemli farklılıklara neden olduğunu ortaya koyarak, sistemde kritik bir test süreci olarak sistemde yer almıştır. Bu derslikte yapılan ve sisteme tanımlanan sinyal değer aralıkları değerlendirildiğinde diğer dersliklerden farklı sonuçlar elde edildiği gözlemlenmiştir. Şekil 4.9’da krokisi yer alan Dersliğe ait yapılan ölçümler neticesinde, mavi ile renklendirilecek sinyal değer aralığı 0 ile – 69, Turuncu ile renklendirilecek olan değer aralığı -70 ile – 74, Kırmızı ile renklendirilecek değer aralığı ise -75 ve -100 değer aralığında olup bu değer aralığına göre öğrenci yoklamaları renklendirilmiştir.



Şekil 4.9. Sinyal Değerlerine Göre Düzenlenmiş Sınıf Krokisi

Bu derslikte yoklama işleminin gerçekleştirilmesinin ardından, veri tabanında yer alan test işlemlerine ilişkin detaylı sinyal değerleri verileri Şekil 4.10' da yer alan tabloda sunulmuştur. Yoklamanın hangi yöntem ile verildiği ve sinyal değerlerine ilişkin veriler veri tabanında StudentAttendance tablosunun içeriğinde detaylı bir şekilde kaydedilmiştir.

AttendanceId	StudentsyllabusId	AttendanceUserService	ModifiedBy	ModifiedDate	AttendanceStatus	Signal	
1	52	282	signal	Muhammed Akıl DÜZKILIÇ	2024-12-02 15:50:41...	1	-55
2	52	286	signal	Yılmaz Batuhan GÜNER	2024-12-02 15:50:45...	1	-68
3	52	289	signal	Emre KALKIŞ	2024-12-02 15:52:53...	1	-65
4	52	291	signal	Emre RÜZGAR	2024-12-02 15:51:21...	1	-66
5	52	293	signal	Berkan YAKAR	2024-12-02 15:50:41...	1	-61
6	52	306	signal	Berkan ÖZKAR	2024-12-02 15:50:43...	1	-58
7	52	308	signal	Yunus Emre AKKURBAN	2024-12-02 15:50:42...	1	-65
8	52	310	signal	Mehmet GÜVENÇİ	2024-12-02 15:50:47...	1	-77
9	52	313	signal	Tayyar KAYA	2024-12-02 15:51:21...	1	-69
10	52	322	signal	Sahit ÖZKAN	2024-12-02 15:51:15...	1	-33
11	52	330	signal	Sevket YEKERİN	2024-12-02 15:50:56...	1	-64
12	52	333	signal	Muhammed Emre HANCI	2024-12-02 15:50:53...	1	-70

Şekil 4.10. Sinyal Değerlerine İlişkin Veri Tabanı Ekranı

Sinyal ile alınan yoklamalar değerlendirildiğinde sistemde belirlenen eşik değerlere uygun bir şekilde çalıştığı ve ilgili uyarı mekanizmalarının güvenilir

olduğunu göstermiştir. Wi-Fi ve Bluetooth teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilen yoklama alma yontemi Android ve IOS kullanıcıları için etkili bir ozum sunmuştur.



## 5. TARTIŞMA

Uygulamanın literatürdeki çalışmalarla karşılaştırılması sonucunda elde edilen bulguların özeti tablo 5.1. de sunulmuştur. Tabloda yer alan “+” işareti, o yöntemin ve özelliğın ilgili çalışmada bulunduğu, “-“ işareti ise bulunmadığını göstermektedir. Tabloya göre Masalha ve Hirzallah, Nuhi ve arkadaşları yakınlık tabanlı hibrit yoklama sisteminde kullanılan yöntem olan QR Kod ile yoklama alma yöntemlerini kullanmıştır. Jamil, Mademikhanov ve arkadaşları, Özcan ve arkadaşları, Patel ve Arkadaşları, Baykara ve arkadaşları ise bu yöntemler dışında olan QR Kod yöntemi ile yoklama alma yöntemlerini kullanmamışlardır. Sinyal ile yoklama alma yönteminin kullanımına ilişkin bir durum var ise tabloda “+” ile ifade edilerek yoklama yöntemleri ve kullanılan sinyal tipi parantez içerisinde belirtilmiştir. Nuhi kendi çalışmasında QR Kod yöntemi dışında bir yöntem kullanmamıştır. Dolayısıyla, çalışmada biyometrik yöntemlerin yer almaması ve çalışmanın önerilen yakınlık tabanlı hibrit yoklama sistemiyle benzer bir durumu temsil etmesi nedeniyle tabloda bu alan “+” ile ifade edilmiştir. Fakat tabloda “-“ ile temsil edilen alanlar biyometrik izin gerektiren ve önerilen çalışma ile ortak bir yöntem içermediğini ifade etmektedir. ESP32 Tabanlı Hibrit Yoklama Sisteminde, BLE ve Wi-Fi teknolojileri kullanılmış ve bu yöntemlere benzer diğer yöntemler de parantez içinde tabloda yer alarak karşılaştırılmıştır.

**Tablo 5.1.** Literatürde Kullanılan Çalışmaların Karşılaştırması

Referans	QR Kod	PIN Kodu	Sinyal	LDAP	Biyometrik Güvenlik İzinleri Gerektirmeyen
Jamil (2011)	-	-	+ (Bluetooth, MAC)	-	+
Masalha ve Hirzallah (2014)	+	-	+ (GPS)	-	-
Mademikhanov ve arkadaşları (2021)	-	-	+ (Bluetooth, Beacon)	-	-
Özcan ve arkadaşları (2018)	-	-	+ (RFID, BLE)	-	+
Nuhi ve Arkadaşları (2020)	+	-	-	-	+
Patel ve arkadaşları (2019)	-	-	+ (Zigbee)	-	-
Baykara ve arkadaşları (2024)	-	-	+ (NFC)	-	+
Tez çalışmasında önerilen ESP32 Modülü Destekli Yakınlık Tabanlı Hibrit Yoklama Sistemi	+	+	+ (BLE, Wi-Fi)	+	+

Jamil(2011), çalışmasında, kullanılan yöntem değerlendirildiğinde bluetooth aracılığıyla öğrencilerin MAC adreslerinin eğitimcinin cep telefonuna aktarılmasıyla öğrencinin varlığının doğrulanması sağlanmıştır. Yöntem, MAC adreslerinin taklit edilmesine ve cihazların geçici olarak farklı ağlar üzerinden bağlantı sağlayarak yoklama sistemini yanıltmasına neden olur. Sistemde bağlantı sorunları yaşanması durumunda yoklama işlemi aksayarak yanlış veya eksik MAC adresi kaydının tutulmasına neden olarak, hata payı artabilir. Bu gibi yaşanacak olumsuz durumları ortadan kaldıracak ek ve alternatif bir yöntemin bulunmaması yoklama verilerinin güvenilirliğini azaltmaktadır.

Masalha ve Hirzallah (2014), çalışmasında kullandıkları QR kod teknolojisi ve GPS tabanlı yoklama sistemi maliyetli bir sistem olup genellikle 5 – 10 metre civarında bir hata payı ile çalışmaktadır. Bu durumda öğrencinin yoklama verilerinin doğruluğunu olumsuz etkileyebilmektedir. Ayrıca GPS teknolojisi sürekli aktif olduğu durumlarda cihaz bataryası hızla tükenmektedir. QR teknolojisi kullanılarak yoklama alma işlemi sırasında, cihaz kamerasında yaşanabilecek teknik aksaklıkların giderilmesi için gerekli olan alternatif bir yoklama seçeneğinin sistemde uygulanmaması, sistemin kullanılabilirliğini azaltmaktadır.

Mademikhanov ve arkadaşları (2021), yoklama alma işlemi için kullandıkları yöntemlerden biri olan cihazın bluetooth özelliği aktif edilerek Beacon teknolojisi ile veri almak için kullanılmıştır. Beacon cihazlarının kapsama alanı genellikle 7 – 10 metre arasında değişmektedir. Bu durumda yoklama işlemi sınırlı bir alanda gerçekleştirilmektedir. Geniş bir alanda veri almak için, çok sayıda Beacon cihazına gerek vardır. Bu durumda Beacon cihazlarının aynı anda kullanıldığı bir ortamda sinyallerin karışması nedeniyle veri doğruluğunu olumsuz etkilemektedir. Fiziksel koşullara bağlı olarak yaşanabilecek olumsuz durumların yaşanması sinyal gücünü zayıflatıp, Beacon sinyallerini bozabilmektedir. Ayrıca, Beacon cihazlarının pil ile çalışması ve sürekli yayın yapması düzenli bakım gerektiren bir süreçtir. Öğrencinin ders esnasında kendi cihazı aracılığıyla check in yapması amacıyla parmak izi ve yüz tanıma sistemlerinin kullanımı zaman kazandıran ve güvenli bir yöntem gibi görünse de fiziksel deformasyonlar ve cihazda yaşanabilecek teknik arızaların yaşanması durumunda doğrulama işlemi başarısız olabilmektedir.

Özcan ve arkadaşları(2018), RFID ve BLE teknolojisinin kullanımı ile yoklama işleminin gerçekleştirilmesini sağlamıştır. RFID teknolojisi tabanlı yoklama sistemlerinin kurulumu sırasında kullanılan RFID etiketlerinin, okuyucularının ve altyapısının

maliyetli olması sistemin dezavantajlarından. RFID etiketleri, öğrenci konumlarının takip edilmesi konusunda endişeleri beraberinde getirmektedir.

Nuhi ve arkadaşları(2020), çalışmada kullandığı QR kod ile yoklama alma yönteminin kullanılabilirliği, cihazın kamerasında yaşanabilecek sorunların yaşanmamasına bağlı olarak sürdürülebilir olması uygulamanın dezavantajlarından. Olası yaşanabilecek olumsuz durumlarda öğrencinin yoklama listesine dahil edilmesini sağlayacak alternatif bir yöntemin bulunmaması uygulamanın olumsuz yönlerini ortaya koymaktadır.

Patel ve arkadaşları(2019), çalışmalarında kullandıkları Zigbee teknolojisi kullanılarak parmak izi ile yoklama verilerinin alınması güvenlik zaafiyeti oluşturarak biyometrik verilerinin kullanılması da kritik bilgilerin güvenliğini sağlaması aşamasında yetersiz kalabilmektedir. Parmak izi verilerinin ele geçirilmesi ihtimaline karşı kullanıcılar uygulamayı kullanımını reddedebilir.

Baykara ve arkadaşları(2024), Google servisler aracılığıyla konum odaklı NFC teknolojisi kullanılarak öğrencilerin yoklamasını almaktadır. Konum odaklı NFC teknolojisinin kullanımı cihazın NFC özelliğini desteklenmesi beklenmektedir. Ayrıca NFC teknolojisi, kısa menzilli bir teknolojidir. Bu durumda etiketin yanlış yere yerleştirilmesi sistemde hatalara neden olabilmektedir. Sistemin zayıf yönlerinden bir tanesi sahte NFC etiketlerinin oluşturulup sistemde hile yapılabilmesine olanak tanınması ve bu olasılığın önüne geçilmesi ve olası hilelerin tespiti için ek bir yöntemin bulunmamasıdır.

Yapılan çalışmalarda genel olarak biyometrik verilerin kullanıldığı gözlemlenmiş olup kişisel verilerin işlenmesinin uygulamaların kullanılabilirliğini olumsuz etkileyebileceği gözlemlenmiştir. Özellikle kullanıcının kişisel veri paylaşımı konusundaki güvenlik endişeleri, uygulamaların kullanımını reddetme olasılığını artırabilmektedir. Ayrıca, biyometrik sistemlerde fiziksel deformasyonlar güvenilir ve doğru sonuçlar alma konusunda sıkıntılar yaşanmasına sebebiyet vermektedir. Yüz tanıma ve parmak izi tarama gibi teknolojilerin kullanımı yaralanma, yaşlanma, cerrahi müdahaleler gibi deformasyonlar sistemin özellikleri algılamasını zorlaştırarak verimliliği düşürebilmektedir.

Önerilen yakınlık tabanlı çalışmada biyometrik verilerin kullanılmaması uygulamanın verimliliğini ve erişilebilirliğini artırmaktadır. Bu durum kullanıcıların ek bir biyometrik doğrulama sürecine ihtiyaç duymadan ve veri güvenliği riskini

barındırmadan hızlı ve pratik bir şekilde sistemin daha rahat benimsenmesine olanak tanımaktadır.

Sinyal alma işlemi için kullanılan BLE ve Wi-Fi teknolojileri hem IOS hem de Android işletim sistemlerine sahip akıllı cihazlarla uyumlu bir şekilde çalışmaktadır. Böylece sinyal ile yoklama alma işlemi ESP32 modülü aracılığıyla sistemde etkin bir şekilde uygulanmıştı ve entegre edilmiştir. Bu entegrasyon teknolojinin yaygın kullanımını ve sistemin çok platformlu erişilebilirliğini kolaylaştırmıştır.

LDAP sistem altyapısının varlığı, gelişmiş kurumlarda organizasyonların entegrasyon sürecini kolaylaştırarak bu sisteme hızlı bir adaptasyon sağlamasına olanak tanımaktadır. Bu durumda, eğitim kurumlarında kimlik doğrulama ve yetkilendirme işlemleri tek ve merkezi bir alandan yönetilerek, sistemin daha düzenli ve verimli bir şekilde işlemlerini sağlamaktadır.

Dijital yoklama sistemlerine ilişkin Tablo 5.1. de yer alan çalışmalara ek olarak literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Ancak, bu çalışmalarda ortak bir yöntemin bulunmaması nedeniyle, literatür incelemesi bölümünde ve yukarıda sunulan tabloda yakınlık tabanlı yöntemler haricindeki diğer yöntemlerin kullanımı tabloya dahil edilmemiştir.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 6.1 Sonuçlar

Bu çalışmada, düşük maliyetli ve yüksek performans sağlayan, ESP32 Modülü aracılığıyla gerçekleştirilen yakınlık tabanlı yoklama sistemi önerilmiştir. Bu sistem diğer uygulamalardan farklı olarak BLE ve Wi- fi teknolojisi kullanılarak geliştirilmiştir.

Uygulama, eğitim kurumlarında kullanılmak üzere tasarlanmış ve çeşitli yöntemler kullanarak, her bir yöntem uygulanan diğer bir yöntemin eksikliğini kapatacak şekilde yapılandırılmıştır. QR Kod teknolojisine ek ve alternatif bir çözüm olarak Yoklama Kodu kullanılmış, Sinyal ile yoklama işleminde ise Wi-fi teknolojisine alternatif olarak BLE teknolojisi tercih edilmiştir.

QR kod teknolojisi aracılığıyla yoklama alma yönteminde, olası kamera arızaları veya QR kodun taratılmaması gibi teknik aksaklıkların alternatif çözümü olarak yoklama kodu devreye girecek şekilde yapılandırılmıştır. Yoklama kodu, sisteme öğrenciler tarafından manuel olarak girilerek yoklama işlemi tamamlanır. Kullanılan bu yöntem ile yoklama alma süreci herhangi bir aksamaya uğramadan kesintisiz devam eder.

Bu yöntemlere ek alternatif bir yöntem olarak kullanılan ESP32 Wi- Fi modülü ile yoklama alma işlemi, öğrencinin cihazında Wi- Fi bağlantısının açık olması durumunda başka bir işlem gerektirmeden gerçekleştirilir. Bu yönteme ek alternatif bir yöntem olarak da Bluetooth ile yoklama alma işlemi kullanılmaktadır. Bu yöntem, öğrencinin mobil cihazında Bluetooth özelliğinin açık olması durumunda yoklama işlemi hızlı ve kesintisiz bir şekilde sağlanmış olur. Kullanılan her bir yöntemin kolay uygulanabilirliği ispatlanmış, öğrencilerin yoklama süreçlerini zahmetsizce tamamlamalarına olanak tanımıştır.

Özellikle eğitim kurumları için geliştirilen ve yeni bir yöntem olan ESP32 Wi-Fi modülü kullanılarak yoklama alma yöntemi, önerilen çalışmanın test aşamasında yüksek doğruluk ve performans sağladığı gözlemlenmiştir. Deneysel sonuçlar gözlemlendiğinde sinyal değerleri, dersliklerin fiziksel koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Bunun nedeni wi-fi tabanlı konum belirleme sistemlerinde bir cihazın erişim noktalarına olan mesafesini tahmin etmek için kullanılan RSSI hesaplamaları çevresel faktörlerden etkilenebilmesidir. ESP32 modülünün yerleşimi ve dersliklerin boyut ve geometrik özellikleri, sinyal değerlerinde farklılıklar yaratabilmektedir. Bu

durum, ilgili verilerin görselleştirilmesinde kullanılan renklendirme üzerinde de doğrudan etkili olmaktadır.

Literatürdeki diğer yöntemlerle karşılaştırma yapılması amacıyla aynı sayıda öğrenciyle yoklama sistemi test edilmiştir. Elde edilen verilerle, geliştirilen yoklama sistemi ile mevcut yöntemlerin performansı karşılaştırılmış, sistemin kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Mevcut yöntemler değerlendirildiğinde, KVKK kapsamında uygulamaya dahil edilecek her bireyin, kişisel verilerinin işlenmesine yönelik onay vermeme ve uygulamayı kullanmayı reddetme ihtimalleri söz konusu olabilmektedir. Bu durum mevcut yöntemlerin kullanılabilirliğini azaltabilir. İnsanların zamanla fiziksel özelliklerinin değişmesi, uygulamaların kullanımı konusunda zorluklar yaşanmasına neden olmaktadır. Özellikle yüz tanıma sistemi yöntemini kullanan uygulamaların, sadece belirli zamanlardaki verileri baz alarak çalışması bu durumu kanıtlar niteliktedir. Yaşlanma, kilo değişimi gibi etmenler sistemin doğruluğunu ve güvenilirliğini olumsuz şekilde etkilemektedir. Biyometrik yöntemlerin kullanıldığı her sistemde, yaşanacak bu olumsuz durumlar ve kritik hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmada, eğitim kurumlarında yaşanan zaman kayıplarının minimum seviyeye düşürüldüğü ve kâğıt israfının tamamen ortadan kaldırıldığı tespit edilmiştir. Önerilen sistem, kullanıcıya ait özel verilerin işlenmesi gibi işlemlerden uzak bir yöntem olup, teknoloji destekli ve güvenli bir çözüm sunmaktadır.

Eğitim kurumlarında yoklama sistemi öğrenci devamlılığının sağlanması açısından önem teşkil etmektedir. Bu bağlamda, yoklama işlemi öğrencilerin derslere düzenli katılımını teşvik etmektedir.

## 6.2 Öneriler

Uygulamanın arka planda çalışacak şekilde yapılandırılmasıyla, kullanıcıların yoklama işlemlerini daha hızlı ve pratik bir şekilde gerçekleştirmesi sağlanabilir. Bu yapılandırma, uygulamanın arka planda çalışırken, kullanıcılara bildirimler göndererek, gelen bildirim üzerinde yer alan tek bir “Onayla” butonuna tıklayacak şekilde yoklama işlemini kolayca verebileceği bir sistem haline getirilebilir. Bu sayede, uygulamanın kullanılabilirliği artırılarak, zaman kaybı ve karmaşık işlem adımları ortadan kaldırabilir. Aynı zamanda, bu yaklaşım kullanıcı deneyimini iyileştirirken, işlem verimliliğini de arttırmayı hedefler.

## 7. KAYNAKLAR

- Ahmed, S. & Mahmood, Q. (2019). *An authentication-based scheme for applications using JSON web token. 2019 22nd International Multitopic Conference (INMIC), 1–6.* <https://doi.org/10.1109/INMIC48123.2019.9022766>
- Apoorv, R. & Mathur, P. (2016). *Smart attendance management using Bluetooth Low Energy and Android. 2016 IEEE Region 10 Conference (TENCON), 1048–1052.*
- Arif, Z. H., Salih Ali, N., Zakaria, N. A. & Al-Mhiqani, M. N. (2018). International Journal of Computer Science and Mobile Computing Attendance Management System for Educational Sector: Critical Review. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing (Vol. 7, Issue 8).* [www.ijcsmc.com](http://www.ijcsmc.com)
- Baykara, M., Gürtürk, U., & Karakaya, E. (2017). NFC-based smart mobile attendance system. *2017 International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK), 937-941.*
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A. & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers, 3, 275–285.* <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>
- Islam, Md. M., Hasan, Md. K., Billah, M. M. & Uddin, Md. M. (2017). Development of a smartphone-based student attendance system. *2017 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC), 230–233.* <https://doi.org/10.1109/R10-HTC.2017.8288945>
- Jamil, T. (2011). Automatic attendance recording system using a mobile telephone. *2011 19th Telecommunications Forum (TELFOR) Proceedings of Papers, 1297–1299.* <https://doi.org/10.1109/TELFOR.2011.6143790>
- Jøsang, A., & Pope, S. (2005, May). User-centric identity management. *In AusCERT Asia Pacific Information Technology Security Conference (Vol. 22, p. 2005).*
- Koral Gümüšoğlu, E. (2017). *Yükseköğretimde dijital dönüşüm. Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi, 3(4), 30–42.*
- Liew, K. J. & Tan, T. H. (2021). QR Code-Based Student Attendance System. *Proceedings 2021 2nd Asia Conference on Computers and Communications, ACCC 2021, 10–14.* <https://doi.org/10.1109/ACCC54619.2021.00009>
- Madasu, V., Venna, T. & Eltaeib, T. (2015). SOLID Principles in Software Architecture and Introduction to RESM Concept in OOP. *Journal of Engineering Science and Technology, 2, 3140–3159.*
- Maier, A., Sharp, A., & Vagapov, Y. (2017). Comparative Analysis and Practical Implementation of the ESP32 Microcontroller Module for the Internet of Things. *2017 Internet Technologies and Applications (ITA), 143–148.* <https://doi.org/10.1109/ITECHA.2017.8101926>

- Mamoun, R., Nador, M. and Abulikailik, S. H. (2020). Design and Development of Mobile Healthcare Application Prototype Using Flutter, *2020 International Conference on Computer, Control, Electrical, and Electronics Engineering (ICCCEEE)*, Khartoum, Sudan, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICCCEEE49695.2021.9429595.
- Masalha, F. and Hirzallah, N. (2014). A Students Attendance System Using QR Code. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 5, 75-79. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2014.050310>
- Nuhi, A., Memeti, A., Imeri, F. & Cico, B. (2020). Smart Attendance System using QR Code. *2020 9th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/MECO49872.2020.9134225>
- Özcan, C., Saray, F., & Tarı, M. (2018). Mobil Cihazlar İçin RFID & Bluetooth Düşük Enerji Teknolojisi ile Öğrenci Yoklama Sistemi Tasarımı. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 2(1), 26-30.
- Patel, Arpankumar and Joseph, Ansel and Survase, Shubham and Nair, Rohini, Smart Student Attendance System Using QR Code (April 8, 2019). *2nd International Conference on Advances in Science & Technology (ICAST) 2019 on 8th, 9th April 2019* by K J Somaiya Institute of Engineering & Information Technology, Mumbai, India. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3370769>
- Qadeer, M. A., Salim, M. & Sana Akhtar, M. (2009). Profile management and authentication using LDAP. *Proceedings- 2009 International Conference on Computer Engineering and Technology, ICCET 2009*, 2, 247-251. <https://doi.org/10.1109/ICCET.2009.126>
- Ricardo, C. M. (1990). *Database systems: principles, design, and implementation*. Catherine M. Ricardo. Macmillan; Collier Macmillan.
- Saykılı, A. (2019). Higher Education in The Digital Age: The Impact of Digital Connective Technologies. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 2(1), 1-15. <https://doi.org/10.31681/jetol.516971>
- Sophia, S., Shankar, B. M., Akshya, K., Arunachalam, A. R. C., Avanthika, V. T. Y. & Deepak, S. (2021). Bluetooth Low Energy-based Indoor Positioning System using ESP32. *2021 Third International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, 1698-1702. <https://doi.org/10.1109/ICIRCA51532.2021.9544975>
- Vladimir, V., Riabov. (2011). SMTP (Simple Mail Transfer Protocol). *In Computer and information security handbook* (pp. 388-406). doi: 10.1002/9781118256114.CH26