

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BLUETOOTH TABANLI MOBİL OTOMATİK SINIF YOKLAMA YÖNETİM  
SİSTEMİ**

**MEHTAP YÜCEİLYAS**

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2022**

**Her hakkı saklıdır**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### BLUETOOTH TABANLI MOBİL OTOMATİK SINIF YOKLAMA YÖNETİM SİSTEMİ

Mehtap YÜCEİLYAS

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Refik SAMET

Öğrencilerin derse devamlılıkları genellikle yoklama kâğıdı üzerinden gerçekleştirilmektedir. Her bir öğrencinin tek tek numarası ve imzası alınarak öğrencilerin derse katılımı takip edilmektedir. Ancak bu durum hem öğrencilerin dikkatlerinin dağılmasına hem de zaman ve verim kaybına neden olmaktadır. Ayrıca bu işlem yoklama kâğıdının kaybedilme riskini de içerisinde barındırmaktadır. Parmak izi okutma, RFID kart sistemi, NFC, QR kod, iris tanıma ve yüz tanıma gibi birçok teknoloji kullanılarak yoklama alma sistemleri geliştirilmekte ve test edilmektedir. Fakat bu yöntemlerin çoğunun maliyeti yüksektir. Bu tez kapsamında konfigüratif, kullanışlı, özgün, yenilikçi, güvenli, şeffaf, hızlı ve ekstra cihaz maliyeti olmaksızın sadece ANDROID mobil cihazların Bluetooth özelliği kullanılarak öğrencilerin derslere katılımını kaydedebilecek bir sistem tasarlamak, geliştirmek ve bu sistemi Ankara Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği ANDROID laboratuvarı için uygulamak hedeflenmiştir. Mevcut Bluetooth tabanlı geliştirilen otomatik yoklama alma sistemlerinden farkı ise konfigüratif olması ve öğretmene sunulan farklı tarama seçeneklerinin bulunmasıdır. Bu seçeneklerden biri öğretmenin ders esnasında istediği bir anda taramayı başlatıp durdurabilmesi, diğeri ise öğretmenin ders öncesinde ya da ders esnasında taramaları rastgele olacak şekilde konfigüre ederek arka planda çalışacak şekilde zamanlayabilmesidir. Tez ile bu amaca yönelik elde edilen sonuçlar ise yoklama süresinin kısaltılmasına ve bu sürecin dijitalleştirilmesine katkı sağlamıştır. Önerilen sistem Ankara Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği ANDROID laboratuvarında test edildi ve doğruluk oranı yüksek sonuçlar elde edildi.

**Haziran 2022, 55 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Otomatik Sınıf Yoklama Yönetim Sistemi, ANDROID, Bluetooth, Mobil Yoklama Sistemi Uygulaması

## ABSTRACT

Master Thesis

### BLUETOOTH BASED MOBILE AUTOMATIC CLASS ATTENDANCE MANAGEMENT SYSTEM

Mehtap YÜCEİLYAS

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Computer Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Refik SAMET

The attendance of the students to the course is usually carried out on the attendance sheet. The attendance of the students to the lesson is monitored by obtaining the number and signature of each student one by one. However, this situation causes both distraction of students and loss of time and efficiency. In addition, this process includes the risk of losing the attendance sheet. Attendance systems are developed and tested using many technologies such as fingerprint scanning, RFID card system, NFC, QR code, iris recognition and face recognition. However, most of these methods are expensive. This thesis targets and aims to design and develop a configurative, useful, original, innovative, secure, transparent, and fast attendance check system with the help of only Bluetooth technology of ANDROID mobile devices without the cost of extra devices, and to implement this system for ANDROID laboratory in Ankara University Computer Engineering Department. The difference from the existing Bluetooth-based automatic attendance systems is that it is configurable and there are different scanning options available to the teacher. One of these options is that the teacher can start and stop scanning at any time during the lesson, and the other option is that the teacher can configure the scans randomly to run in the background before or during the lesson. The results obtained for this purpose with the thesis contributed to shortening the attendance-taking time and digitizing this process. The proposed system was tested in Ankara University Computer Engineering Department ANDROID laboratory and high accuracy results were obtained.

**June 2022, 55 pages**

**Keywords:** Automatic Classroom Attendance Management System, ANDROID, Bluetooth, Mobile Attendance Management Application

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın gerçekleştirilmesindeki destek ve çok değerli katkılarından ötürü başta danışman hocam sayın Prof. Dr. Refik SAMET'e, çalışmalarım süresince yanımda olan maddi manevi her türlü destekçim olan aileme, tüm dostlarıma ve değerli iç arkadaşlarıma en içten duygularla teşekkür ederim.

Mehtap YÜCEİLYAS

Ankara, Haziran 2022



## İÇİNDEKİLER

### TEZ ONAY SAYFASI

ETİK .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI .....	4
3. OTOMATİK SINIF YOKLAMA SİSTEMİ TASARIMI.....	20
3.1 Versiyon 1: Öğretmen Tabanlı Çözüm .....	20
3.2 Versiyon 2: Öğretmen ve Öğrenci Tabanlı Çözüm.....	22
4. OTOMATİK SINIF YOKLAMA SİSTEMİ UYGULAMASI .....	25
4.1 Kullanılan Yazılım Teknolojileri, Araçlar ve Kütüphaneler.....	26
4.1.1 ANDROID İşletim Sistemi .....	26
4.1.2 SQLite Tabanlı Room Veri Tabanı .....	26
4.1.3 Firebase .....	27
4.1.4 Bluetooth .....	28
4.1.5 Java.....	29
4.1.6 XML .....	30
4.1.7 ANDROID Studio .....	30
4.1.8 ANDROID Sanal Cihaz Yöneticisi ve ANDROID Emülatör.....	30
4.1.9 ANDROID Kütüphaneleri .....	30
4.2 Versiyon 1 Uygulaması .....	31
4.3 Versiyon 2 Uygulaması .....	40
4.4 Değerlendirme .....	44
5. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	47
6. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	50
KAYNAKLAR .....	52
ÖZGEÇMİŞ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

## KISALTMALAR DİZİNİ

ANDROID	Açık kaynak kodlu, LINUX tabanlı, mobil cihazlar için geliştirilmiş işletim sistemi
BEACON	Bluetooth İşaretçisi
BLUETOOTH	Kablo bağlantısını ortadan kaldıran kısa mesafe radyo frekansı teknolojisinin adı
BLE	Bluetooth Low Energy (Bluetooth Düşük Enerji)
dBm	Miliwatt başına desibel cinsinden bir gücün ifadesi
HTML	HyperText Markup Language (Hiper Metin İşaretleme Dili)
ID	Identity (Benzersiz Kimlik Numarası)
IoT	Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
ISM	Industrial Scientific Medical (Bilimsel ve Tıbbi Cihaz)
iOS	Apple'ın başlangıçta iPhone için geliştirdiği ancak daha sonra iPod touch ve iPad'de de kullanılan mobil işletim sistemi
K-NN	En Yakın Komşu
LBP	Local Binary Patterns (Yerel İkili Örüntü)
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol (Basit Dizin Erişim Protokolü)
MAC	Media Access Control (Ortam Erişim Kontrolü)
NFC	Near Field Communication (Yakın Alan İletişimi)
OpenGL	Open Graphics Library (Açık Grafik Kütüphanesi)
RF	Radio Frequency (Radyo Frekansı)
RFID	Radio Frequency Identification (Radyo Frekanslı Tanımlama)
RSSI	Received Signal Strength Indicator (Alınan Sinyal Gücü Göstergesi)
SDK	Software Development Kit (Yazılım Geliştirme Kiti)
SGL	Scalable Graphics Library (Ölçeklenebilir Grafik Kütüphanesi)
SSL	Secure Sockets Layer (Güvenli Yuva Katmanı)
UUID	Universally Unique Identifier (Evrensel Benzersiz Tanımlayıcı)
XML	Extensible Markup Language (Genişletilebilir İşaretleme Dili)
Wi-Fi	Wireless Fidelity (Kablosuz Bağlantı)
YSA	Yapay Sinir Ağları

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Versiyon 1'in mimari tasarımı .....	20
Şekil 3.2 Versiyon 1'in veri tabanı tasarımı.....	21
Şekil 3.3 Versiyon 2'nin mimari tasarımı .....	23
Şekil 4.1 Versiyon 1 modeli.....	25
Şekil 4.2 Versiyon 2 modeli.....	25
Şekil 4.3 Room veri tabanı mimari diyagramı (Anonim 2019) .....	27
Şekil 4.4 Firebase mimari yapısı (Anonymous 2017).....	28
Şekil 4.5 Versiyon 1 öğretmen uygulaması giriş ekranı .....	31
Şekil 4.6 Versiyon 1 öğretmen uygulaması öğretmen kaydolma ekranı .....	32
Şekil 4.7 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Şifremi Unuttum” ekranı.....	32
Şekil 4.8 Versiyon 1 öğretmen uygulaması ana sayfa ekranı .....	33
Şekil 4.9 Versiyon 1 öğretmen uygulaması tarama servisinin açık durumu gösterimi... 34	
Şekil 4.10 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Taranan Cihazlar” ekranı .....	35
Şekil 4.11 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Kayıtlı Öğrenciler” ekranı.....	36
Şekil 4.12 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Öğrenci Ekle” ekranı.....	36
Şekil 4.13 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Dönem Seç” ekranı .....	37
Şekil 4.14 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Ders Seç” ekranı .....	37
Şekil 4.15 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Tarih Seç” ekranı .....	38
Şekil 4.16 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Yoklama Sonuçları” ekranı.....	38
Şekil 4.17 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Tarama Zamanı Belirle” ekranı .....	39
Şekil 4.18 Versiyon 2 öğrenci uygulaması giriş ekranı .....	40
Şekil 4.19 Versiyon 2 öğrenci uygulaması öğrenci kaydolma ekranı.....	41
Şekil 4.20 Versiyon 2 öğrenci uygulaması “Şifremi Unuttum” ekranı.....	41
Şekil 4.21 Versiyon 2 öğrenci uygulaması ana sayfa ekranı .....	42
Şekil 4.22 Versiyon 2 öğrenci uygulaması “Derse Kayıt Ol” ekranı.....	42
Şekil 4.23 Versiyon 2 öğrenci uygulaması “Dönem Seç” ekranı .....	43
Şekil 4.24 Versiyon 2 öğretmen uygulaması “Ders Seç” ekranı .....	43
Şekil 4.25 Versiyon 2 öğretmen uygulaması “Yoklama Durumu” ekranı.....	44

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Öğrenci devam sistemlerinin kıyaslanması .....	13
Çizelge 5.1 Yoklama sonuçlarının doğruluk oranları .....	47





## 1. GİRİŞ

Öğrencilerin derse devamlılığı günümüzün en önemli konularından biridir. Pek çok eğitim kurumunun derse devam zorunluluğu politikaları vardır, bazıları ise bu şekilde yapmaktan kaçınır. Her iki durumda da araştırmacılar ve öğretmenler derse devamlılık ile performans arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğunu savunuyor. Öğrencinin derse katılımı, performansını olumlu olarak etkilemektedir. Derse katılım oranı ne kadar yüksekse, başarısız not alma olasılığının da o kadar düşük olduğunu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Guleker ve Keci, 2014). Bir öğrenci derslere düzenli olarak katıldığında; bir sınıf ortamında öğrenmenin daha hızlı, ölçülebilir şekilde daha iyi ve daha üretken olduğuna dair birçok kanıt bulunmaktadır. Her öğrenci kendi deneyimini, becerilerini ve benzersiz öğrenme stillerini bir sınıfa getirir. Bu nedenle bir sınıf ortamı, potansiyel olarak bir öğrencinin akranlarının çeşitli güçlerinden önemli ölçüde kazanımlar sağlayabileceği bir alan yaratabilir. Bununla birlikte, öğreticinin motivasyonuna da olumlu yönde katkı sağlamaktadır. Öğreticinin dersi daha istekli ve daha verimli anlatmasına olanak sağlar (Pani ve Kishore 2016).

Öğrencilerin derse devamlılıkları genellikle yoklama kâğıdı üzerinden gerçekleştirilmektedir. Her bir öğrencinin tek tek numarası ve imzası alınarak öğrencilerin derse katılımı takip edilmektedir. Bu durum öğretmenler açısından oldukça zahmetli ve zaman alıcı bir süreçtir. Öğrenciler açısından ise dikkatlerinin dağılmasına ve zaman kaybına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, öğrenciler yoklama kâğıtlarına başka öğrenciler için de imza atarak hile yapabilirler. Dahası bu işlem yoklama kâğıdının kaybedilme riskini de içerisinde barındırır. Görüldüğü gibi manuel yoklama alma metodları birçok dezavantaja sahiptir.

Yukarıdaki dezavantajları gidermek için son yıllarda birçok teknolojik çözümler üretilmiştir. Bu çözümler genel olarak parmak izi okutma, NFC, RFID kart sistemi, QR kod, Bluetooth, iris tanıma ve yüz tanıma gibi birçok teknoloji kullanılarak uygulanmış olup her bir sistemin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Sınıf girişine yerleştirilen RFID kart sistemi (Konatham vd. 2016), iris tanıma (Khatun vd. 2015), yüz tanıma sistemleri (Chintalapati ve Raghunadh 2013) ve ders esnasında sınıf içerisinde

gezdirilen parmak izi okutma sistemleri (Mohamed ve Raghu 2012) kullanılarak geliştirilmiş yoklama alma sistemlerinde her sınıf için ekstra donanım maliyeti söz konusudur. Ayrıca sınıflar önünde kuyrukların oluşması, derse giren öğrencinin herhangi bir zamanda dersten çıktığında hatalı yoklama alınabilmesi ve yine bu sorunları giderebilmek için öğretmen kontrolüne ihtiyaç duyulması gibi durumlar ortaya çıkabilecektir. Projektörler ile yansıtılan QR kodu kullanılarak geliştirilen yoklama alma çözümleri (Nalintipwong vd. 2019) de her sınıf için ekstra donanım gerektirmektedir. Bununla birlikte projektör önünde de kuyruklar oluşabilir. Bu çözümün diğer çözümlere göre avantajı, QR kodu 5 saniyede bir yenileyerek sınıfta olmayan öğrenciler için oluşabilecek hileli durumların önüne geçilmiş olmasıdır. Bluetooth tabanlı yoklama alma çözümlerinde ise ekstra donanım maliyeti bulunmamaktadır (Raj vd. 2019). Öğretmen ve öğrencilerin mobil cihazları kullanılmaktadır. Fakat Bluetooth tabanlı çözümlerde de kontrol belirli sınırlar içerisinde olmadığı için sınıf dışında bulunan bir öğrencinin de derste var gözükmesi mümkün olabilecektir. Bu gibi hileli durumları engellemek için Bluetooth teknolojisi ile yüz tanıma teknolojisi (Gohel, 2018), iç mekân konumlandırma (Saputra vd. 2021), konum bilgisi alınarak kullanılan Geo-Fence metodu (Baharin vd. 2020), Bluetooth işaretçisi (Beacon) (Ali vd. 2020) ve benzersiz bir sayının öğretmen tarafından oluşturulup öğrencilerin bu sayıyı iletmesi (Noguchi vd. 2015) gibi yöntemlere başvurulmuştur. Otomatik yoklama alma sistemlerinde hileli durumları engelleyerek doğruluk oranını artırmak için Bluetooth ile kullanılan bu yöntemlerin de iyileştirilmesi ve yeni yöntemler sunulması gerekmektedir. Mevcut durum değerlendirildiğinde; gelecekte kullanışı kolay, güvenli, hileli durumları ortadan kaldıracak, hızlı ve herhangi ekstra donanım kullanılmaksızın mobil telefonların kullanımı ile geliştirilecek otomatik sınıf yoklama yönetim sistemleri tercih edilecektir.

Bu tez kapsamında, geleneksel yoklama sisteminin bahsettiğimiz tüm bu dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacıyla ANDROID mobil cihazlar için Bluetooth teknolojisi kullanılarak yoklama yönetim sistemi tasarlanması ve geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda, ekstra donanım kullanılmaksızın kişilerin sadece kendi mobil cihazlarını kullanabilecekleri, konfigüratif, kullanışı kolay, güvenli

ve hızlı "Bluetooth Tabanlı Mobil Otomatik Sınıf Yoklama Yönetim Sistemi" geliştirilmiştir.

Geliştirilen bu sistem yardımı ile öğrenciler, dönem başında kendi mobil telefonlarının MAC adresleri ile sisteme kaydolma işlemini gerçekleştirebilirler. Ayrıca devamlılık durumlarını da takip edebileceklerdir. Öğretmenler ise öğrencileri derslere kaydedebilecek, her derse özel yoklama alabilecek ve yoklama sonuçlarını detaylı olarak görebilecektir.

Bu tez çalışmasında, yoklama süresinin kısaltılması ve bu sürecin dijitalleştirilmesi hedeflenmiştir. İlerleyen bölümler şu şekilde planlanmıştır: Bölüm 2, mevcut otomatik sınıf yoklama sistemleri ile ilgili literatür taramalarını içermektedir. Bölüm 3'te, bu tez çalışması kapsamında önerilen sistemin tasarımına değinilmiştir. Bölüm 4'te kullanılan teknolojiler, geliştirilen uygulamalar ve uygulamalara dair ekran görüntüleri bulunmaktadır. Bölüm 5'te yapılan test sonuçları ve araştırma bulguları sunulmuştur. Bölüm 6'da tez çalışması ile ilgili elde edilen sonuçlar bulunmaktadır. Son bölümde ise tez çalışması kapsamında faydalanılan kaynaklar yer almaktadır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Otomatik sınıf yoklama yönetim sistemi ile ilgili birçok çözüm geliştirilmiş ve geliştirilmektedir. Bu çözümler parmak izi okuma, NFC, RFID kart sistemi, Bluetooth, iris tanıma, yüz tanıma gibi birçok teknoloji ile uygulanmış olup her bir önerilen çözümün avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

Öğrencilerin kendilerine verilen kartlar aracılığı ile sınıf girişlerine yerleştirilen RFID kart okuma sistemlerine kartlarını okutarak yoklama alma işlemini gerçekleştiren sistemler geliştirilmiştir (Konatham vd. 2016). Bu sistemlerde başka bir öğrencinin kartının okutulmasını engelleyebilecek bir mekanizma yoktur. Ayrıca öğrencinin kartı bozulabilir ya da kaybolabilir. Tüm bu doğabilecek problemler; eksik yoklama alınmasına ya da yanlış/hileli yoklama verilerinin oluşmasına neden olabilecektir. Öğretmenler tarafından bu durumların kontrolü ve saptanması zaman alıcı bir süreç olacaktır.

Taşınabilir parmak okuma cihazının sınıfın girişine yerleştirilerek ya da ders esnasında sınıfta gezdirilerek yoklama alınabilmesini sağlayan sistemler geliştirilmiştir (Mohamed ve Raghu 2012). Sınıf girişine yerleştirilen parmak okuma cihazları sınıflar önünde kuyrukların oluşmasına neden olabilir. Ders esnasında da taşınabilir parmak okuma cihazının sınıf içerisinde gezdirilmesi öğrencilerin dikkatinin dağılmasına ve eksik yoklama alınmasına sebep olabilir. Ayrıca parmak izini okutan öğrenci dersten çıktığında hatalı yoklama alınabilir. Bu gibi durumlarda öğretmenin kontrolü gerekeceği için bu durum zaman kaybına yol açacaktır.

Yüz tanıma teknolojisi kullanılarak sınıf girişine yerleştirilen kamera yardımıyla (Chintalapati ve Raghunadh 2013) ya da yine kapı girişine yerleştirilen iris tanıma teknolojisi yardımıyla (Khatun vd. 2015) geliştirilen yoklama sistemleri bulunmaktadır. Bu sistemler sınıflar önünde kuyrukların oluşmasına, derse giren öğrencinin herhangi bir zamanda dersten çıktığında hatalı yoklama alınabilmesine ortam hazırlamaktadır. Bu sorunları giderebilmek için öğretmen kontrolüne ihtiyaç duyulacaktır. Bu kontroller öğretmenler açısından hem uğraştırıcı hem de zaman alacak işlemlerdir.

Yüz tanıma teknolojisi kullanılarak sınıfa yerleştirilen kamera yardımıyla yoklama alma işlemi gerçekleştiren sistemler geliştirilmiştir (Varadharajan vd. 2016). Bu sistem diğer sistemler ile kıyaslandığında hileli yoklama alınabilmesi ve zaman kaybı gibi sorunları ortadan kaldırmaktadır. Fakat burada da her öğrenci ile sınıf içerisine yerleştirilen kamera arasındaki uzaklık değişken olacaktır. Bu durum, yoklama alma işleminin doğruluk oranını düşürecektir.

Öğrencilerin cep telefonlarının MAC adresi bilgisi aracılığı ile ANDROID platformu üzerinde Bluetooth tabanlı yoklama alma sistemi geliştirilmiştir (Xiong 2018). Bu sistemde öğrenciler uygulamaya telefonlarının MAC adresi ile kaydolmaktadır. Öğretmenler ise Bluetooth'u tarayarak sınıfa katılımı hızlı bir şekilde düşük maliyet ile kontrol edebilmektedirler. Fakat Bluetooth tabanlı sistemlerde kontrol belirli sınırlar içerisinde olmadığı için sınıf dışında bulunan bir öğrencinin de derste var gözükmeye neden olan durumlar yaşanabilecektir.

Öğrencilerin cep telefonlarının Bluetooth özelliği ile elde edilen MAC adresi bilgisi ve yüz saptama tekniği kullanılarak ANDROID platformu üzerinde yoklama alma sistemi geliştirilmiştir (Gohel 2018). Bu sistemde öğrenciler uygulamaya telefonlarının MAC adresi ile kaydolmaktadır. Öğretmenler ise Bluetooth'u tarayarak sınıfa katılımı hızlı bir şekilde kaydetmişlerdir. Fakat sınıf dışında bulunan bir öğrencinin de derste var gözükmeye sebep olacak durumlar yaşanabileceği için MAC adresi üzerinden alınan yoklamanın yanında sınıfa yerleştirilen bir kamera aracılığı ile Haar kademeli yüz saptama tekniği kullanılmıştır. Bu da birçok sınıf olduğu düşünüldüğünde ekstra donanım maliyetini ortaya çıkarmaktadır.

Bluetooth ve konum bilgisi tabanlı yoklama alma uygulaması geliştirilmiştir (Baharin vd. 2020). Öğretmen sınıfa girdiğinde öğretmenin koordinat bilgileri alınarak veri tabanına kaydedilmiştir. Alınan enlem ve boylam bilgileri, öğrencilerin öğretmen tarafından oluşturulan coğrafi sınırlar içerisinde olup olmadığından emin olmak için kullanılmıştır. Bu uygulamada üç yöntem kullanılmıştır. İlk yöntem Haversine formülü ile kullanılan Geo-Fence yöntemidir. Bu yöntem, kullanıcıların güncel konum bilgilerini GPS ile Google Maps'ten alarak belirtilen konum etrafında sanal bir sınır oluşturmak

için kullanılmıştır. İkinci yöntem ise Bluetooth'dur. Öğretmen ve öğrencilerin cihazları, cihazları keşfedilebilir hale getirmek için Bluetooth'u etkinleştirmişlerdir. Üçüncü yöntem de ZZ durum hesaplama yöntemidir. Bu yöntem, öğrencilerin devamsızlık yüzdesi konusunda öğrenci ve öğretmenleri uyarmak için kullanılmıştır. Tüm bu yöntemler aracılığı ile öğrenciler belirlenen coğrafi alanlar içerisinde ve öğretmenin Bluetooth cihazını keşfetmiş ise yoklama alma ekranında görünecektir. Bu uygulamanın avantajı, yalnızca kullanıcı katılımını gerektirmesi ve ekstra bir donanımın kullanılmamış olmasıdır. Dezavantajı ise hem GPS'in hem de Bluetooth'un kullanılıyor olması, mobil cihazların şarjını hızlı bir şekilde azaltacaktır.

Öğrenci devam sistemi, sınıfa kurulan bir Bluetooth istasyon modülü ile çalışacak şekilde tasarlanmıştır (Puckdeevongs vd. 2020). Tüm kullanıcılar kendi cihazlarının MAC adresini veri tabanına kaydetmişlerdir. Bu sistemde kullanılan sensörler, öğrencilerin sınıftaki konumlarını hesaplamak için dört referans noktasından öğrencilerin cihazlarının RSSI bilgisini toplayan Bluetooth istasyonları (BLE ile Raspberry Pi üzerinde çalışan) olarak adlandırılmıştır. Sensörler, ağ üzerinden HTTP aracılığıyla öğrencilerin mobil cihazlarından RSSI bilgisini okur. Öğrenci devam sistemi iki ana bileşenden oluşmaktadır. İlk bileşen olan yoklama kayıt modülü, bir web uygulamasıdır. İkinci bileşen olan konumlandırma hesaplama modülünde ise gürültülü RSSI ölçümlerini gidermek için YSA'lara dayalı parmak izi konumlandırma yöntemleri kullanılmıştır. Sistem yakındaki cihazları Bluetooth ile tarar ve öğrencilerin katılım durumunu bulabilmek için öğrencilerin cep telefonundan öğrenci kimliğiyle (MAC adresi gibi) RSSI değerini okur. Sensör sistemi, bilgileri sunucu modülüne göndermeden önce, hedef alandaki mobil cihazlardan Bluetooth adresleri ve sinyal gücü gibi bilgileri periyodik olarak toplar. Sunucu modülü daha sonra bu bilgileri öğrencilerin sınıftaki yerlerini hesaplamak için kullanmıştır.

Herhangi bir ekstra cihaz kullanmadan, öğrencilerin akıllı telefonlarının Bluetooth işaretçisi (Beacon) olarak çalışmasını sağlayarak ve internet erişimi olmadan verileri ileterek dersler sırasında öğrenci katılımını kaydetmek için otomatik bir sistem geliştirilmiştir (Ali vd. 2020). Öğretmenin akıllı telefonu, öğrencilerin akıllı telefonlarından veri alan bir işaret alıcısı görevi görmüştür. Yoklama almak için bir

eğitmenin uygulamayı başlatması yeterlidir, böylece yakındaki öğrencilerin akıllı telefonlarının sinyallerini taramaya başlar ve bunları otomatik olarak var/yok olarak işaretleyecektir. Öğrenci ve ders bilgileri, konferans salonu ve eğitmenin (şu anda) öğrettiği tarih/saat gibi tüm veriler bir sunucudan yönlendirileceğinden, uygulamanın kendisi kullanımı sırasında eğitmenler tarafından herhangi bir yapılandırma gerektirmemiştir. Her iki uygulama da gerekli verileri almak için halihazırda mevcut olan Sınıf Yönetim Bilgi Sistemi REST API ile entegre olunmuştur. Öğretmen uygulaması, öğrencilerin akıllı telefonlarının sinyallerini tarayan eğitmenin mobil cihazına yüklenmektedir. Uygulama daha sonra çevredeki mobil cihazları taramaya başlar ve mobil cihazların kimliğiyle sınıftaki her kayıtlı öğrencinin kimliğini karşılaştırır. Bir eşleşme tespit edildiğinde, öğrenci mevcut olarak işaretlenmiştir. Uygulama, işaret tarayıcısının gerçekten mevcut bir işareti algılayamaması durumunda bir öğrencinin manuel olarak mevcut, yok veya geç olarak işaretlenmesine izin vermiştir.

Ekstra cihaz gerektirmeyen, yüz tanıma tabanlı bir mobil otomatik sınıf devam yönetim sistemi önerilmiştir (Samet vd. 2017). Uygulama katmanında bulut sunucusuna web servisler ile bağlı üç adet mobil uygulama bulunmaktadır. Birincisi öğretmen uygulamasıdır. Öğretmen istediği zaman sınıftaki öğrencilerin fotoğrafını çekip, bu fotoğrafı yoklama kaydı almak için kullanmıştır. Bu amaçla fotoğraf, yüz tanıma ve tanıma işlemi için bulut sunucusuna gönderilerek veri tabanına kaydedilmiştir. Ayrıca, öğretmen Excel formatında bir sınıfa ait yoklama verilerinin bulunduğu bir e-posta mesajını da uygulama içerisinden isteyebilmektedir. İkincisi öğrenci uygulamasıdır. Öğrenciler, öğretmenin e-posta adresi ve altı karakterli ders kodu ile derslere giriş yapmaktadır. Fotoğraf veya 3 saniye uzunluğunda bir video çekerek fotoğraflarını sisteme ekleyebilmektedirler. Devam kontrolü yapılırken öğrenciler sınıfta değil ise, öğrencilere devam kontrolü hakkında bilgilendirme yapılabilir. Üçüncüsü ise, aile uygulamasıdır. Veliler, her sınıf için çocuklarının devam sonuçlarını görebilmekte ve çocukları sınıfta olmadığında da bilgilendirilebilmektedirler. Önerilen sistemde; sunucu katmanı, isteklerin işlenmesinden ve sonuçların istemciye gönderilmesinden sorumludur. Bu katmanda yüz tanıma ve tanıma algoritmaları gerçekteştirilmiştir ve mobil uygulamalardan gelen farklı isteklerin ele alınması için 30'dan fazla farklı web

servis oluşturulmuştur. Yüz tanıma ve tanıma algoritmaları olarak OpenCV'ye dayalı Viola-Jones yüz tanıma algoritması ve Eigenfaces, Fisherfaces ve LBP yüz tanıma algoritmaları uygulanmıştır. Uygulamalar ve sunucu katmanları arasında iletişim RESTful web servisleri aracılığı ile sağlanmıştır.

Bluetooth Low Energy (BLE) Bluetooth işaretçisi (Beacon) (UniSas) kullanan bir akıllı devam sistemi önerilmiş ve uygulanmıştır (Azmi vd. 2018). UniSas'ın uygulanması iki bölüme ayrılmıştır. İlk bölüm, öğretmenler tarafından yoklama verilerini izlemek için kullanılan web tabanlı bir yönetim sistemidir. İkinci kısım mobil uygulamadır. Mobil uygulama öğrenciler tarafından indirilip, yoklama kaydı için kullanılmıştır. Dönem başlamadan önce öğrencilerin verileri, konuları ve sınıfları belirlenerek veriler hazırlanmıştır. UniSas uygulamaları, Bluetooth aracılığı ile edinilen öğrenci kimliği bilgisi ve Bluetooth işaretçi ID bilgisini birleştirerek UniSas arka yüz sunucusuna göndermektedir. Daha sonra bu kimlikler, ilgili ders için veri tabanından kayıtlı öğrenci bilgileri ile karşılaştırılmaktadır. Eşleşirse, öğrenci “katıldı” olarak işaretlenmektedir. Bu projede, arka yüz web uygulaması için Google Cloud platformu kullanılmıştır. Sunucu; öğrencinin bilgilerini, kayıtlı sınıfı, Bluetooth işaretçi ID'sini, öğrencinin oturum açma detaylarını ve uygulamadan gönderilen mevcut Bluetooth işaretçi ID'sini almanın yanı sıra web tabanlı yönetim sistemini de içinde barındırmaktadır.

Sınıfta bulunan öğrencilerin sadece öğretmen cihazı üzerinden değil, kendi kişisel ANDROID cihazları üzerinden de öğrenci kimlik kartlarını NFC okuyucu üzerinden okutarak yoklamalarını kaydedebilecekleri bir yoklama yönetim sistemi geliştirilmiştir (Noguchi vd. 2015). Önerilen sistem, öğrenciler için ANDROID uygulaması ve öğretmenler için web tabanlı yönetim sistemi olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Öğrencilerin uygulamayı ANDROID cihazlarına yüklemiş olmaları gerekmektedir. Öğretmen, web sistemi üzerinden bir dizi sınıf kimliği, adı ve BLE Bluetooth işaretçisi (Beacon) tanımlayıcısı olan benzersiz bir sayı oluşturmalıdır. Hileli katılımları önlemek adına öğrencilere benzersiz bir sayıyı iletme için bir BLE Bluetooth işaretçisi cihazı kullanılmıştır. Bu sayıyı taşıyan Bluetooth işaretçisi cihazının sinyallerini sadece sınıf içinde bulunan öğrencilerin ANDROID cihazları almaktadır. Bu sinyal, yaklaşık 30 metre genişliğinde ve uzunluğundaki tüm sınıfı kapsamakta ve duvarlar tarafından



engellenmektedir. ANDROID cihaz; taranan kimliği, adı ve alınan numarayı sunucuya göndermektedir. Sunucuda da bu bilgiler aracılığı ile karşılaştırma yapılarak yoklama listesi oluşturulmaktadır.

Bluetooth devamlılık izleme sistemi, Bluetooth MAC adresi tanımlama yardımı ile otomatik olarak öğrencilerin derse katılımlarını bulmayı önermiştir (Raj vd. 2019). Uygulama çalıştırılıp yeni bir tarama başlat denildiğinde, Bluetooth otomatik olarak çevredeki cihazların MAC adreslerini taramaya başlamaktadır. Her cihazı taradıktan sonra, istemci tüm verileri sunucuya göndermektedir. Ana sunucu, cihazların MAC adreslerini adları ile alıp daha sonraki işlemler için depolamaktadır. Daha önceden öğrenci bazında veri tabanına kaydedilen MAC adresleri ile alınan bu MAC adresleri karşılaştırılarak öğrenciler tespit edilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca ardından yüz algılama modülü de uygulanmaktadır. Bu sistemin avantajı, düşük maliyetli bir sistem olarak tasarlanmasıdır. Dezavantajı ise, oluşabilecek hileli durumlar üzerinde yeterince çözüm sunulmamış olmasıdır.

Akıllı cihaz ve BLE işaretçi temelli öğrenci yoklama alma sistemi önerilmiştir (Bayılmış vd. 2016). Bu sisteminin en önemli özelliği öğrencinin derse katıldığı ve dersten ayrıldığı sürenin otomatik olarak izlenebilir olmasıdır. İşaretçi (Beacon) cihazlar, Bluetooth 4.0 ya da Bluetooth Smart olarak da bilinen BLE teknolojisi ile donatılmış, kısa mesafeli, düşük güçlü, düşük maliyetli, yakınlık mantığına dayalı kablosuz sinyaller yayarak bildirim sağlayan elektronik cihazlardır. iOS ve ANDROID işletim sistemli mobil kullanıcılar, BLE kablosuz haberleşme teknolojisini kullanan işaretçilerin kapsama (etkileşim) alanına girdiğinde uygulamaların tetiklenerek çalışmasını sağlarlar. Geliştirilen sistem, yoklama alma işleminin otomatik olarak gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Fakat bununla birlikte kullanıcıların BLE teknolojisini destekleyen mobil cihazlara sahip olma zorunluluğu sistemin bir dezavantajıdır.

Radyo Frekanslı Tanımlama (RFID) ve Bluetooth Düşük Enerji (BLE) teknolojisi kullanılarak akıllı mobil cihazlar için öğrenci yoklama uygulaması geliştirilmiştir (Özcan vd. 2018). Önerilen sistemde, mobil cihazlar için bir uygulama geliştirilmiş ve

RFID okuyucu ile BLE kullanılarak bir Arduino devresi tasarlanmıştır. RFID özellikli kimlik kartlarına öğrenci numaraları daha önceden tanımlanmıştır. RFID ile okunan öğrenci bilgileri BLE ile kablosuz olarak mobil cihaza iletilmiş ve mobil cihazdaki yazılım sayesinde derse katılan öğrenci bilgileri veri tabanına kaydedilmiştir. Bu sistemin avantajı yoklama otomatik bir şekilde alınacağı için ders süresi verimli bir şekilde kullanılmış olacaktır. Sistemin dezavantajı ise, kimlik kartını unutan veya kaybeden öğrencilerin yoklamalarının alınamayacak olmasıdır. Bu durumda öğrencilerin derse katılımı yine manuel olarak alınacaktır. Ayrıca sınıfta olmamasına rağmen kimlik kartını başka bir öğrenciye vererek hileli bir şekilde alınan yoklamada derste var gözükebilir. Tüm bunlara ek olarak, her sınıf için de ekstra donanım maliyeti söz konusu olacaktır.

QR kodu kullanılarak geliştirilen bir sınıf devam sistemi önerilmiştir (Nalintipwong vd. 2019). Önerilen sistem, iki ana bölüme ayrılmıştır. Bunlardan ilki, öğretmenlerin sistemi açıp kapamaları için bir web uygulamasıdır. İkincisi ise öğrencilerin derse katılımını kaydetmeyi sağlayan bir mobil uygulamadır. QR kodu, 36 karakterlik rastgele bir koddan oluşturulur. Öğrencilerin bu QR kodu sınıfta olmayan arkadaşlarına göndermelerini önlemek için QR kod her 5 saniyede bir otomatik olarak güncellenmektedir. Yeni bir kod güncellendiğinde, sistemin katılım onayı durumuna yanıt vermede gecikme olması durumunda, sistem eski kodu 3 saniye daha saklamaktadır. QR kodu ise sınıftaki projektörde görüntülenmektedir. Öğrencilerin önce Basit Dizin Erişim Protokolü (LDAP) kullanarak oturum açmaları gerekmektedir. İlk oturum açma sırasında uygulama, doğrulama için ANDROID kimliği ve seri numarası verilerini veri tabanına kaydedilmektedir. Öğrencilerin cep telefonlarını değiştirmeleri durumunda, ANDROID ID'lerini ve veri tabanındaki seri numaralarını güncellemeleri gerekmektedir. Bir öğretmen sınıf sistemini açtığında, öğrenciler odanın önündeki projektörden QR kodu taramak için uygulamayı açmaktadırlar. Bu sistemin avantajı QR kodu 5 saniyede bir yenileyerek sınıfta olmayan öğrencilerin hileli olarak yoklamaya dahil olma durumunu ortadan kaldırmasıdır. Dezavantajı ise ekstra donanım maliyetinin olmasıdır.

Kullanıcının bir binadaki konumunu tahmin etmek için K-NN sınıflandırma yöntemi kullanılarak iç mekân konumlandırma sistemi uygulanarak ANDROID konum tabanlı bir mobil uygulama geliştirilmiştir (Saputra vd. 2021). Bu sistem iki taraflı olarak inşa edilmiştir; öğretim üyesi tarafı ve öğrenci tarafı. Bu uygulama, mobil cihaz Bluetooth 4.0'ı destekliyorsa çalışacaktır çünkü uygulama BLE'nin sinyal gücünü veya RSSI değerini almaktadır. Alınan sinyal gücü, K-NN sınıflandırma yöntemi kullanılarak hesaplanacaktır, bu hesaplamanın çıktısı yani öğretmenlerin ve öğrencilerin tahmini konumları ise, arka planda veri tabanında saklanmaktadır. Geliştirilen sistem, iç mekân konumlandırma ile hileli durumların önüne geçebilmektedir. Fakat sistemin Bluetooth 4.0'ı destekleyen mobil cihazlara sahip olma zorunluluğu bir dezavantajdır.

Devamsızlığı otomatik olarak kontrol etmek için bir ders süresi boyunca her öğrencinin kişisel telefonunun sınıfın Bluetooth işaretçisine (Beacon) yakınlığını kullanan Bluetooth tabanlı bir yoklama alma sistemi önerilmiştir (Mademikhanov vd. 2021). Devamsızlık kontrolü öğrencilerin cep telefonlarında çalışan özel bir uygulama kullanılarak yapılmıştır. Günümüzde hemen hemen tüm öğrencilerin akıllı telefonları olduğu düşünüldüğünde, sınıflara kurulan Bluetooth işaretçiler dışında ekstra bir donanım gerektirmediği ve bu donanım ihtiyacını da ortadan kaldırmak için öğretmenlerin akıllı telefonlarının işaretçi işlevi görebileceği savunulmuştur. Öğrenciler bir ders sırasında (genellikle dersin başında ve sonunda) mobil uygulamaya her giriş yapmaları gerektiğinde uygulama onları uyarmaktadır. Bununla birlikte, öğrencilerin yoklama kontrollerini yapmalarına ve yoklama kayıtlarını incelemelerini olanak sağlamaktadır. Öğretmen bir derse soru eklemişse, uygulama son giriş sırasında soruyu öğrencilere sunmakta ve cevabı kaydetmektedir. Katılım kontrolü gerçekleştirildiğinde ise, uygulama parmak izi/yüz tanımlaması ister ve ardından hedef işaret cihazını tarar. Bluetooth işaretçisi bulunduğunda, uygulama öğrenci kimliğini, ders kimliğini ve işaret kimliğini sağlayarak arka uca (backend) bir istek gönderir ve öğrencileri mobil cihazlarının adı üzerinden eşleştirir. Burada cihaz adı üzerinden eşleştirme yapılmasının sebebi, iOS işletim sisteminin kısıtlamalarından kaynaklanmaktadır. Bir uygulama bir tarama istediğinde, iOS işletim sistemi evrensel benzersiz tanımlayıcı (UUID) biçiminde rastgele fiziksel adresleri olan Bluetooth cihazlarının bir listesini döndürür, böylece her cihazın gerçek fiziksel adresi gizlenmiş olur. Geliştirilen bu sistemde,

öğretmenlerin cihazları Bluetooth işaretçisi olarak kullanabildiğinde ekstra donanım maliyeti gerektirmeyecektir. Fakat öğretmenin cihazı Bluetooth işaretçisi olarak kullanılmadığı durumda her sınıf için Bluetooth işaretçisi maliyeti bulunmaktadır. Öğretmenin cihazının Bluetooth işaretçisi olarak kullanılması durumunda da öğretmenlerin Bluetooth işaretçisini destekleyen mobil cihazlara sahip olma zorunluluğu bulunmaktadır. Ayrıca öğrenciler cihaz adı üzerinden eşleştirildiğinden, bir öğrencinin bir sınıf Bluetooth işaretçisinin cihaz adını kolayca öğrenebileceği ve ardından başka bir Bluetooth cihazının cihaz adını bu adla değiştirebileceği düşünüldüğünde hileli durumlar oluşacaktır.

Sınıf düzeyinde yakınlık hesaplayarak öğrenci katılımını izleyen bir yoklama alma sistemi önerilmiştir (Shene vd. 2021). Akıllı telefonlar alınan sinyal gücünü ölçebilir. Öğrenci cihazları ile öğretmen cihazı arasında sınıf seviyesindeki yakınlığı hesaplamak için öğretmen ve öğrenci akıllı telefonlarının yakındaki ağ erişim noktalarından topladığı dBm cinsinden ölçülen alınan sinyal gücü göstergesi (RSSI) değeri kullanılmıştır. Bu sistemde mobil uygulamanın iki tür kullanıcısı vardır: öğrenciler ve öğretmen. Her öğrenci kullanıcısı, öğrenci numarası ile öğrenci adının birleştirilmesiyle oluşturulan benzersiz bir kullanıcı kimliğine sahiptir. Mobil uygulama ders sırasında yakındaki erişim noktalarının MAC adreslerini ve alınan sinyal gücü göstergelerini (RSSI) döndüren bir Wi-Fi taraması gerçekleştirmektedir. Cihazlar daha sonra elde edilen konum sonucunu öğrencinin kullanıcı kimliğiyle birlikte uygulama sunucusuna göndermektedir. Uygulama sunucusu verileri aldıktan sonra öğrencinin derste olup olmadığına her öğrenci verisi arasındaki Öklid mesafeyi hesaplayarak karar verir ve kullanıcı adının öğrenci adıyla eşleştiği noktada sonucu öğretmen cihazına gönderir. Öğrenci cihazının yoklama aralığında olup olmadığını belirlemek için eğitimci cihazı referans noktası olarak alınmıştır. Öğrencinin derste olduğuna, hesaplanan Öklid mesafesi değerinin belirli bir eşik değerinin altında olması ile karar verilmiştir. Eşik değeri ise bir veri kümesinin odanın "içerisinde" sınıflandırılmak üzere geri dönebileceği maksimum Öklid uzaklık değerini temsil etmektedir. Önerilen sistemin avantajı ekstra bir çaba ve donanım gerektirmemesidir. Tek gereken arka planda çalışan mobil uygulamadır. Fakat sınıf dışında olan öğrencinin yoklamada var gözükmemesine ilişkin doğruluk oranını artıracak iyileştirmeler yapılabilir.

Çizelge 2.1’de, yukarıda incelenen öğrenci devam sistemleri kıyaslanmaktadır.

Çizelge 2.1 Öğrenci devam sistemlerinin kıyaslanması

Yapılan Çalışmalar	Kullanılan Yöntem ve Teknolojiler	Avantaj	Dezavantaj
Mohamed ve Raghu, 2012	<b>Yöntem:</b> Taşınabilir parmak okuma cihazının sınıf girişine yerleştirilerek ya da ders esnasında sınıfta gezdirilerek yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> Parmak izi okuma teknolojisi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yanlış/hileli yoklama verileri oluşabilir.</li><li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşabilir.</li><li>• Ekstra donanım maliyeti söz konusudur.</li></ul>
Chintalapati ve Raghunadh, 2013	<b>Yöntem:</b> Yüz tanıma teknolojisi kullanılarak sınıf girişine yerleştirilen kamera yardımıyla geliştirilen yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> Yüz tanıma teknolojisi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yanlış/hileli yoklama verileri oluşabilir.</li><li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşabilir.</li><li>• Ekstra donanım maliyeti söz konusudur.</li></ul>
Khatun vd., 2015	<b>Yöntem:</b> Sınıf girişine yerleştirilen iris tanıma teknolojisi yardımıyla geliştirilen yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> İris tanıma teknolojisi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yanlış/hileli yoklama verileri oluşabilir.</li><li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşabilir.</li><li>• Ekstra donanım maliyeti söz konusudur.</li></ul>
Noguchi vd., 2015	<b>Yöntem:</b> Sınıfta bulunan öğrencilerin kendi kişisel ANDROID cihazları ile öğrenci kimlik kartlarını NFC okuyucu üzerinden okutarak yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> NFC, BLE Bluetooth İşaretçisi (Beacon), Bluetooth, ANDROID	<ul style="list-style-type: none"><li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li><li>• Hileli yoklama alınabilmesi durumunu ortadan kaldırmaktadır.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kullanıcıların Bluetooth işaretçisi (Beacon) teknolojisini destekleyen mobil cihazlara sahip olma zorunluluğu vardır.</li></ul>

Çizelge 2.1 Öğrenci devam sistemlerinin kıyaslanması (devam)

<p>Bayılmış vd., 2016</p>	<p><b>Yöntem:</b> Akıllı mobil cihaz ve BLE işaretçi temelli öğrenci yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> Bluetooth, BLE, Bluetooth İşaretçisi (Beacon)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li> <li>• Hileli yoklama alınabilmesi ortadan kaldırmaktadır.</li> <li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşmayacaktır.</li> <li>• Ekstra donanım maliyeti yoktur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kullanıcıların Bluetooth işaretçisi (Beacon) teknolojisini destekleyen mobil cihazlara sahip olma zorunluluğu vardır.</li> </ul>
<p>Konatham vd., 2016</p>	<p><b>Yöntem:</b> Öğrencilerin kendilerine verilen kartlar aracılığı ile sınıf girişlerine yerleştirilen RFID kart okuma sistemlerine kartlarını okutarak yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> RFID, GSM, Microcontroller</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yanlış/hileli yoklama verileri oluşabilir.</li> <li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşabilir.</li> <li>• Ekstra donanım maliyeti söz konusudur.</li> </ul>
<p>Varadharajan vd., 2016</p>	<p><b>Yöntem:</b> Yüz tanıma teknolojisi kullanılarak sınıfa yerleştirilen kamera yardımıyla yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> Yüz tanıma teknolojisi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li> <li>• Hileli yoklama alınabilmesi ortadan kaldırmaktadır.</li> <li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşmayacaktır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Her öğrenci ile sınıf içerisine yerleştirilen kamera arasındaki uzaklık değişken olacağı için yoklama alma işleminin doğruluk oranı düşebilir.</li> <li>• Ekstra donanım maliyeti söz konusudur.</li> </ul>

Çizelge 2.1 Öğrenci devam sistemlerinin kıyaslanması (devam)

<p>Samet vd., 2017</p>	<p><b>Yöntem:</b> Yüz tanıma tabanlı mobil otomatik yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> Yüz tanıma teknolojisi, Viola-Jones yüz tanıma algoritması ve Eigenfaces, Fisherfaces ve LBP yüz tanıma algoritmaları</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li> <li>• Ekstra donanım maliyeti yoktur.</li> <li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşmayacaktır.</li> <li>• Hileli yoklama alınabilmesi ortadan kaldırmaktadır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yüz tanıma teknolojisinde kullanılan algoritmalar iyileştirilerek yoklama alma işleminin doğruluk oranı artırılabilir.</li> </ul>
<p>Azmi vd., 2018</p>	<p><b>Yöntem:</b> Bluetooth Low Energy (BLE) Bluetooth İşaretçisi (Beacon) (UniSas) kullanan yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> Bluetooth İşaretçisi (Beacon) (UniSas), BLE, ANDROID, iOS, Google Cloud, Bluetooth</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li> <li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşmayacaktır.</li> <li>• Ekstra donanım maliyeti yoktur.</li> <li>• Hileli yoklama alınabilmesi ortadan kaldırmaktadır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kullanıcıların Bluetooth işaretçisi (Beacon) teknolojisini destekleyen mobil cihazlara sahip olma zorunluluğu vardır.</li> </ul>
<p>Gohel, 2018</p>	<p><b>Yöntem:</b> Öğrencilerin cep telefonlarının Bluetooth özelliği ile elde edilen MAC adresi bilgisi ve yüz saptama tekniği kullanılarak ANDROID platformu üzerinde yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> ANDROID, Bluetooth, Yüz tanıma teknolojisi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li> <li>• Hileli yoklama alınabilmesi ortadan kaldırmaktadır.</li> <li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşmayacaktır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Her öğrenci ile sınıf içerisine yerleştirilen kamera arasındaki uzaklık değişken olacağı için yoklama alma işleminin doğruluk oranı düşebilir.</li> <li>• Ekstra donanım maliyeti söz konusudur.</li> </ul>

Çizelge 2.1 Öğrenci devam sistemlerinin kıyaslanması (devam)

Özcan vd., 2018	<b>Yöntem:</b> RFID ve BLE teknolojisi kullanılarak akıllı mobil cihazlar için öğrenci yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> Sensörler, RFID, Bluetooth, BLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yanlış/hileli yoklama verileri oluşabilir.</li> <li>• Ekstra donanım maliyeti söz konusudur.</li> </ul>
Xiong, 2018	<b>Yöntem:</b> Öğrencilerin cep telefonlarının MAC adresi bilgisi aracılığı ile ANDROID platformu üzerinde Bluetooth tabanlı yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> ANDROID, Bluetooth	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li> <li>• Ekstra donanım maliyeti yoktur.</li> <li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşmayacaktır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hileli yoklama verileri oluşabilir.</li> </ul>
Nalintipwong vd., 2019	<b>Yöntem:</b> QR kodu kullanılarak geliştirilen yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> QR Kod, ANDROID	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li> <li>• Hileli yoklama alınabilmesi durumunu ortadan kaldırmaktadır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekstra donanım maliyeti söz konusudur.</li> <li>• Projektör önünde kuyruklar oluşabilir.</li> </ul>
Ali vd., 2020	<b>Yöntem:</b> Öğrencilerin akıllı telefonlarının Bluetooth işaretçisi (Beacon) olarak çalışmasını sağlayarak ve internet erişimi olmadan verileri ileterek dersler sırasında öğrenci katılımını kaydeden otomatik yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> Bluetooth İşaretçisi (Beacon), Bluetooth, iOS, ANDROID, IoT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li> <li>• Ekstra donanım maliyeti yoktur.</li> <li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşmayacaktır.</li> <li>• Hileli yoklama alınabilmesi durumunu ortadan kaldırmaktadır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kullanıcıların Bluetooth işaretçisi (Beacon) teknolojisini destekleyen mobil cihazlara sahip olma zorunluluğu vardır.</li> </ul>



Çizelge 2.1 Öğrenci devam sistemlerinin kıyaslanması (devam)

Baharin vd., 2020	<p><b>Yöntem:</b> Bluetooth ve konum bilgisi tabanlı yoklama alma sistemi.  <b>Teknoloji:</b> Haversine formülü ile kullanılan Geo-Fence yöntemi, Bluetooth, GPS, ZZ durum hesaplama yöntemi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li> <li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşmayacaktır.</li> <li>• Hileli yoklama alınabilmesi durumunu ortadan kaldırmaktadır.</li> <li>• Yalnızca kullanıcı katılımını gerektirmesi ve ekstra bir donanımın kullanılmamış olmasıdır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hem GPS'in hem de Bluetooth'un kullanılıyor olması, mobil cihazların şarjını hızlı bir şekilde azaltabilir.</li> </ul>
Puckdeevongs vd., 2020	<p><b>Yöntem:</b> Sınıfa kurulan bir Bluetooth istasyon modülü ile çalışacak şekilde tasarlanan yoklama alma sistemi.  <b>Teknoloji:</b> BLE, İç mekân konumlandırma, RSSI, Parmak izi okuma teknolojisi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li> <li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşmayacaktır.</li> <li>• Hileli yoklama alınabilmesi durumunu ortadan kaldırmaktadır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekstra donanım maliyeti söz konusudur.</li> </ul>

Çizelge 2.1 Öğrenci devam sistemlerinin kıyaslanması (devam)

<p>Mademikhano v vd., 2021</p>	<p><b>Yöntem:</b> Devamsızlığı otomatik olarak kontrol etmek için bir ders süresi boyunca her öğrencinin kişisel telefonunun sınıfın Bluetooth işaretçisine (Beacon) yakınlığını kullanan Bluetooth tabanlı bir yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> Bluetooth, Bluetooth İşaretçisi (Beacon), ANDROID, iOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li> <li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşmayacaktır.</li> <li>• Öğretmenlerin mobil cihazlarının Bluetooth işaretçisi (Beacon) teknolojisini desteklediğinde ekstra donanım maliyeti olmayacaktır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Öğretmenlerin Bluetooth işaretçisi (Beacon) teknolojisini destekleyen mobil cihazlara sahip olma zorunluluğu vardır.</li> <li>• Öğretmenlerin mobil cihazlarının Bluetooth işaretçisi (Beacon) teknolojisini desteklemediğinde de her sınıf için Bluetooth işaretçisi (Beacon) ekstra donanım maliyeti bulunmaktadır.</li> <li>• Cihaz adı üzerinden eşleştirme yapıldığı için hileli yoklama verileri oluşabilir.</li> </ul>
<p>Saputra vd., 2021</p>	<p><b>Yöntem:</b> Kullanıcının bir binadaki konumunu tahmin etmek için iç mekân konumlandırma sistemi uygulanmış ANDROID konum tabanlı mobil yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> BLE, İç mekân konumlandırma, Parmak izi okutma, K-NN yöntemi, Blackbox test yöntemi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li> <li>• Hileli yoklama alınabilmesi durumunu ortadan kaldırmaktadır.</li> <li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşmayacaktır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kullanıcıların Bluetooth işaretçisi (Beacon) teknolojisini destekleyen mobil cihazlara sahip olma zorunluluğu vardır.</li> <li>• Ekstra donanım maliyeti yoktur.</li> </ul>

Çizelge 2.1 Öğrenci devam sistemlerinin kıyaslanması (devam)

Shene vd., 2021	<b>Yöntem:</b> Sınıf düzeyinde yakınlık hesaplayarak öğrenci katılımını izleyen yoklama alma sistemi. <b>Teknoloji:</b> Wi-Fi, RSSI, Öklid Mesafesi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Otomatik yoklama alma sistemi sunulmuştur.</li><li>• Hileli yoklama alınabilmesi durumunu ortadan kaldırmaktadır.</li><li>• Sınıf önünde kuyruklar oluşmayacaktır.</li><li>• Ekstra çaba ve donanım gerektirmez.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yakınlık hesaplamasında kullanılan algoritmalar iyileştirilerek yoklama alma işleminin doğruluk oranı arttırılabilir.</li></ul>
--------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Yukarıda bahsedildiği gibi birçok otomatik sınıf yoklama yönetim sistemi farklı teknolojiler kullanılarak geliştirilip test edilmektedir. Tüm bu bahsedilen dezavantajlara ek olarak bütün önerilen sistemlerde ekstra cihaz maliyeti söz konusudur. Bu sistemleri kullanabilmek için ekstra cihazların alınması gerekmektedir. Her derslik için alınacak RFID kart okuma sistemleri, taşınabilir parmak izi okuma cihazı, kamera gibi ekstra cihazların maliyeti yüksek olacaktır ve derslik sayısı ile doğru orantılı olarak maliyet git gide artacaktır. Bu cihazların bakımı ve birkaç yılda bir yenilenme durumları da göz önünde bulundurulduğunda, bu sistemlerin kullanılması okullara ekonomik açıdan ekstra giderlerin doğmasına sebep olacaktır.

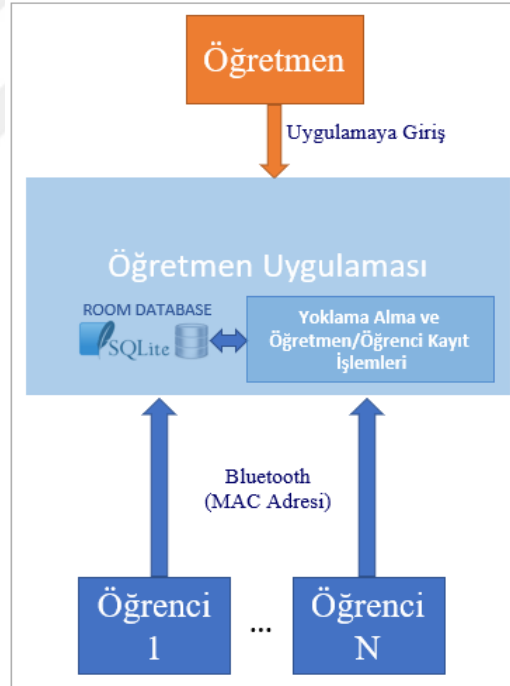
Bu tez kapsamında; ekstra cihaz maliyeti olmaksızın, konfigüratif, hızlı, güvenli ve her zaman erişilebilir şekilde kullanabilecekleri “Bluetooth Tabanlı Mobil Otomatik Sınıf Yoklama Yönetim Sistemi” ’ni tasarlamak ve geliştirmek hedeflenmiştir. Sonraki bölümde önerilen sistemin tasarımı detaylandırılacaktır.

### 3. OTOMATİK SINIF YOKLAMA SİSTEMİ TASARIMI

Manuel yoklama alma sorununa teknolojik çözüm üretilmesi hedeflenmektedir. Bu kapsamda ekstra donanım maliyeti olmadan, zaman almayan, konfigüratif, güvenilir, hızlı ve kullanımı kolay bir çözüm üretilmiştir. Sunduğumuz çözüme yönelik olarak önerilen iki versiyon aşağıda açıklanmaktadır.

#### 3.1 Versiyon 1: Öğretmen Tabanlı Çözüm

Önerilen 1. versiyonda, Bluetooth üzerinden öğrencilerin mobil cihazları ile etkileşimde olan öğretmen uygulaması bulunmaktadır. Çözüme yönelik mimari tasarım şekil 3.1’de gösterilmiştir.



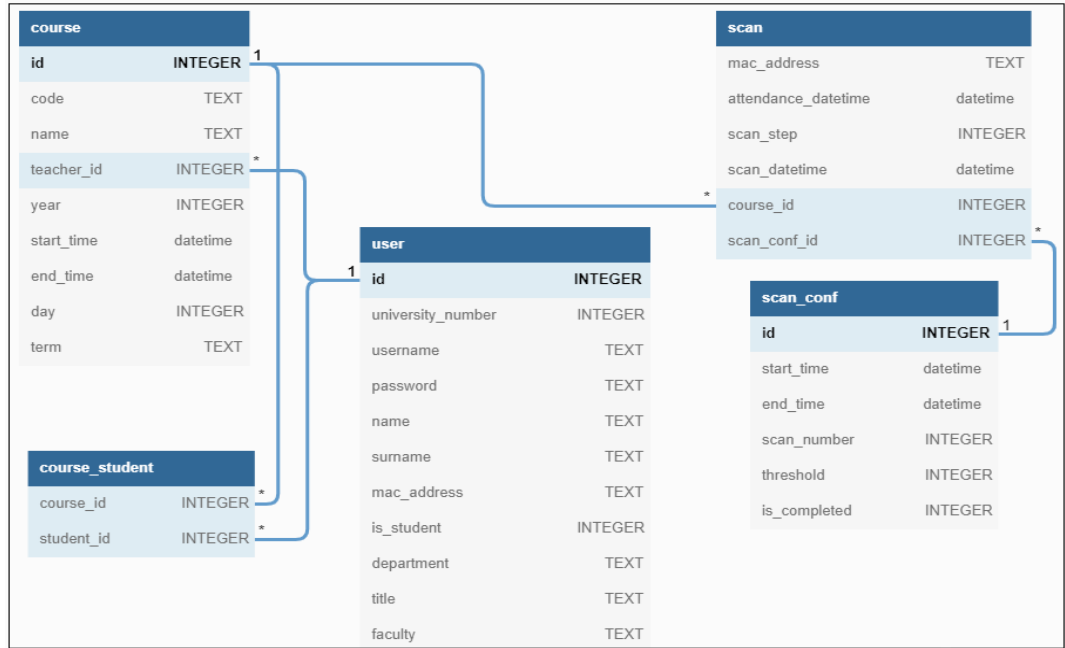
Şekil 3.1 Versiyon 1’in mimari tasarımı

Sunulan mimaride yer alan elemanların rolleri aşağıda açıklanmaktadır:

- **Öğrenci:** Ekstra öğrenci uygulaması bulunmamaktadır. Sadece öğrencilerin mobil cihazlarının Bluetooth özelliğinin açık olması gerekmektedir.
- **Öğretmen Uygulaması:** Öğretmenlerin sisteme kaydolabilmesi sağlanmaktadır. Derse kayıtlı olan öğrencilerin MAC adresi, adı, soy ismi, ders kodu vb. verileri

öğretmen tarafından dönem başında sisteme kaydedilebilmektedir. Bununla birlikte, yoklama verilerinin hilesiz bir şekilde oluşmasını sağlayan tarama işlevi için öğretmene iki seçenek sunulmaktadır. Bunlardan biri öğretmenin ders esnasında istediği bir anda taramayı başlatıp durdurabilmesi, diğeri ise öğretmenin ders öncesinde ya da ders esnasında taramaları rastgele olacak şekilde konfigüre ederek arka planda çalışacak şekilde zamanlayabilmesidir. Bu iki seçenektan biri kullanılarak yoklama sonuçları elde edilmektedir. Elde edilen yoklama sonuçları ise ders, dönem ve gün bazında listeler halinde sunulmaktadır.

- **SQLite Room Veri Tabanı:** Öğretmen/öğrenci bilgilerinin, tarama konfigürasyonlarının ve tarama sonuçlarının saklanmasını sağlamaktadır. Önerilen mimariye ilişkin veri tabanı tasarımı şekil 3.2'deki gibidir.



Şekil 3.2 Versiyon 1'in veri tabanı tasarımı

- **Bluetooth:** Derse katılım gösteren öğrencilerin mobil cihazlarının MAC adresleri üzerinden öğrenci ile öğretmen uygulaması arasındaki iletişimi sağlar.

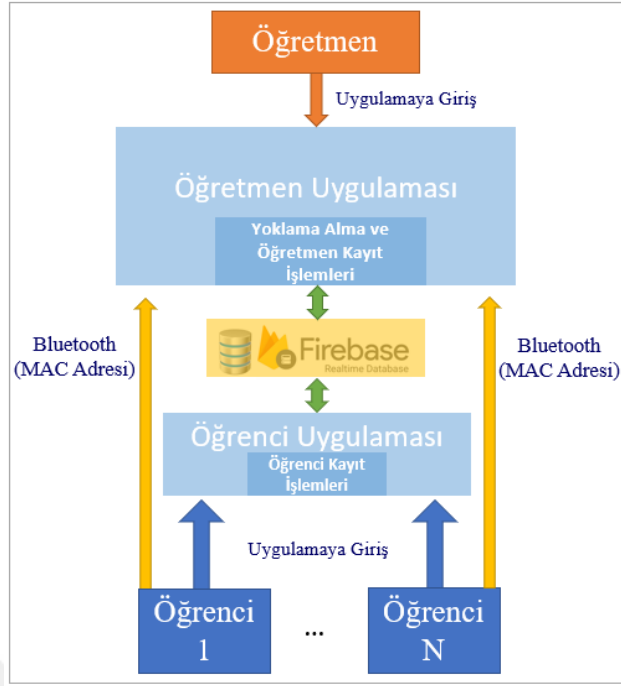
Sunulan versiyon 1 mimarisinin çalışma prensibi aşağıdaki gibi tasarlanmıştır:

Bu versiyonda sadece öğretmen uygulaması bulunmaktadır. Dönem başında öğretmen, kendisine ait ve derse kayıt yaptıran öğrencilere ait öğrenci numarası, isim, soy isim, MAC adresi, ders kodu gibi bilgileri uygulamaya kaydedecektir. Öğretmen ders esnasında otomatik yoklama almadan önce öğrencileri mobil cihazlarının Bluetooth özelliğini açması için uyaracaktır. Ayrıca öğretmen ders esnasında istediği bir anda belirli aralıklar ile tarama/taramaları başlatıp durdurabilecektir. Bunun yanı sıra, ders öncesinde ya da ders esnasında taramaları rastgele olacak şekilde konfigüre ederek arka planda çalışacak şekilde de zamanlayabilecektir. Öğretmen uygulaması, tarama sonuçlarını veri tabanında saklayacaktır. Sunulan bu tarama/taramalar ile Bluetooth üzerinden öğrencilerin gerçek zamanlı MAC adresleri alınıp önceden veri tabanına kaydedilen MAC adresleri üzerinden eşleştirilerek ilgili dersin başlangıç zamanı ile bitiş zamanı arasında yapılan tüm taramalarda her bir öğrenci için öğrencinin eşleştirildiği tarama sayısının toplam tarama sayısına oranının yüzdesi tarama eşik değeri yüzdesinden büyük ya da eşit ise öğrenci yoklama sonucunda var olarak işaretlenecektir. Tarama eşik değeri yüzdesi %65 olarak belirlenmiştir. Fakat bu parametre konfigüratiftir ve öğretmen tarafından değiştirilebilir.

Versiyon 1 çözümü basit, konfigüratif, kullanışlı ve güvenilirdir. Sadece öğretmen uygulaması geliştirilerek otomatik yoklama alınabilmesi sağlanmıştır. Fakat dönem başında öğretmenin, öğrencilerin bilgilerini sisteme giriş yapması ve öğrencilerin e-posta ya da farklı bir yol ile öğretmene iletmediği MAC adresi bilgisinin hatalı olması durumunda öğretmene daha fazla sorumluluk düşmektedir. Bu versiyonda karşılaşılabilecek dezavantajları giderebilmek için versiyon 2 çözümü sunulmuştur.

### **3.2 Versiyon 2: Öğretmen ve Öğrenci Tabanlı Çözüm**

Önerilen 2. versiyonda, Bluetooth üzerinden etkileşimde olan öğrenci uygulaması ve öğretmen uygulaması yer almaktadır. Çözüme yönelik mimari tasarım şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3 Versiyon 2'nin mimari tasarımı

Sunulan mimaride yer alan elemanların rolleri aşağıda açıklanmaktadır:

- **Öğrenci Uygulaması:** Öğrencilerin uygulamaya kaydolabilmesini ve derse devamlılık durumlarını görebilmesini sağlamaktadır.
- **Öğretmen Uygulaması:** Öğretmenlerin sisteme kaydolabilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca, yoklama verilerinin hilesiz bir şekilde oluşmasını sağlayan tarama işlevi için öğretmene iki seçenek sunulmaktadır. Bunlardan biri öğretmenin ders esnasında istediği bir anda taramayı başlatıp durdurabilmesi, diğer seçenek ise öğretmenin ders öncesinde ya da ders esnasında taramaları rastgele olacak şekilde konfigüre ederek arka planda çalışacak şekilde zamanlayabilmesidir. Yapılan tarama ya da taramalardan sonra elde edilen yoklama sonuçlarının ders, dönem ve gün bazında listelenebilmesi de sağlanmaktadır.
- **Firestore Gerçek Zamanlı Veri Tabanı:** Öğretmen/öğrenci bilgilerinin, tarama konfigürasyonlarının ve tarama sonuçlarının saklanması sağlanmaktadır. Önerilen mimariye ilişkin veri tabanı tasarımı şekil 3.2'teki gibi Versiyon 1 veri tabanı tasarımı ile aynıdır.
- **Bluetooth:** MAC adresleri üzerinden öğrenci ile öğretmen uygulaması arasındaki iletişimi sağlar. Bluetooth hakkında detaylı bilgi 3.1 bölümünde verilmiştir.

Sunulan versiyon 2 mimarisinin çalışma prensibi aşağıdaki gibi tasarlanmıştır:

Bu versiyonda hem öğretmen uygulaması hem de öğrenci uygulaması bulunmaktadır. Dönem başında öğrenci; öğrenci uygulaması ile öğrenci numarası, isim, soy isim, mobil cihazının MAC adresi, ders kodu gibi bilgilerini kendisi sisteme kaydedebilecek ve derse devamlılık durumunu da uygulama üzerinden takip edebilecektir. Bu versiyonda bulunan öğretmen uygulaması ise versiyon 1’de bahsedilen öğretmen uygulaması ile öğrenci ekleme işlemi olmaksızın aynıdır ve 3.1 bölümünde detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

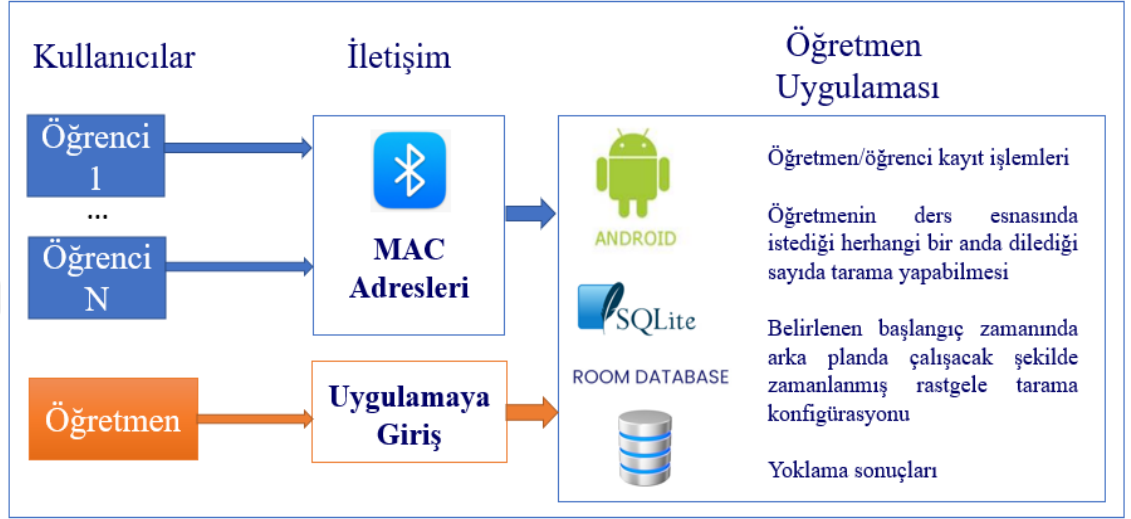
Versiyon 2 çözümünde versiyon 1’de elde edilen avantajların yanı sıra öğretmenin yükünün ve sorumluluğunun azaltılması sağlanmıştır. Öğrenciler kendi bilgilerinin uygulamaya kaydedilmesi ve MAC adresi gibi bilgilerinin doğruluğunun sorumluluğunu üstlenecektir. Ayrıca öğrenciler öğrenci uygulaması ile derse devamlılık durumlarını da takip edebilecektir.

Elektronik cihazların IP adresleri, MAC adresleri, konum bilgisi vb. veriler kişisel veri niteliği taşımaktadır (Anonim 2019). Bundan dolayı versiyon 1 öğretmen uygulamasında yoklama sonuçlarını edinebilmek amacıyla öğrencilerin mobil cihazlarının MAC adreslerini Bluetooth üzerinden alabilmek için öğrencilerin yani veri sahiplerinin belirtilen amaca yönelik MAC adreslerinin işleneceğine dair aydınlatma metnini dönem başında okuyup imzalayarak eposta ya da elden öğretmene teslim etmesi durumunda öğretmen öğrenciyi sisteme kaydedecektir. Versiyon 2 öğrenci uygulamasında ise, dönem başında öğrencinin derse kendini kaydettiği ekrana eklenen, yanında onay kutucuğu olan "Kişisel verilerimin Aydınlatma Metni'nde belirtilen şekilde işlenmesine izin veriyorum." ifadesi bulunmaktadır. Bu metnin içeriğinde yoklama sonuçlarını edinebilmek amacıyla öğrencilerin mobil cihazlarının MAC adreslerinin Bluetooth üzerinden alınıp işleneceği bilgisi bulunmaktadır. Belirtilen onay kutucuğunun öğrenci tarafından onaylanması ile açık rıza alınmış olacaktır ve sonrasında öğrenci sisteme kaydedilecektir.

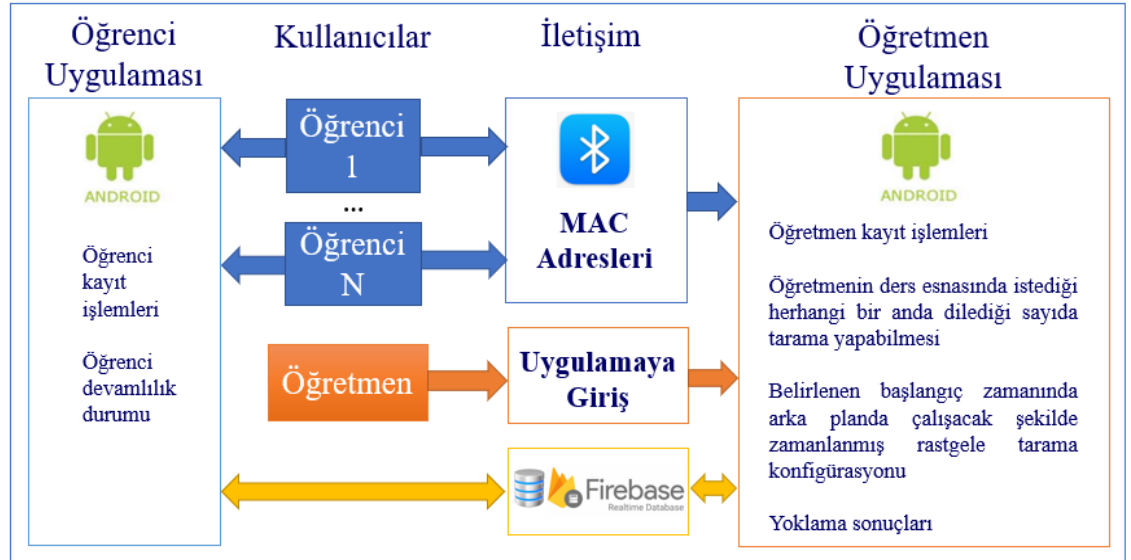


#### 4. OTOMATİK SINIF YOKLAMA SİSTEMİ UYGULAMASI

Bölüm 3’te önerilen otomatik sınıf yoklama sistemi tasarımına göre uygulamalar gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1, Şekil 4.2).



Şekil 4.1 Versiyon 1 modeli



Şekil 4.2 Versiyon 2 modeli

## **4.1 Kullanılan Yazılım Teknolojileri, Araçlar ve Kütüphaneler**

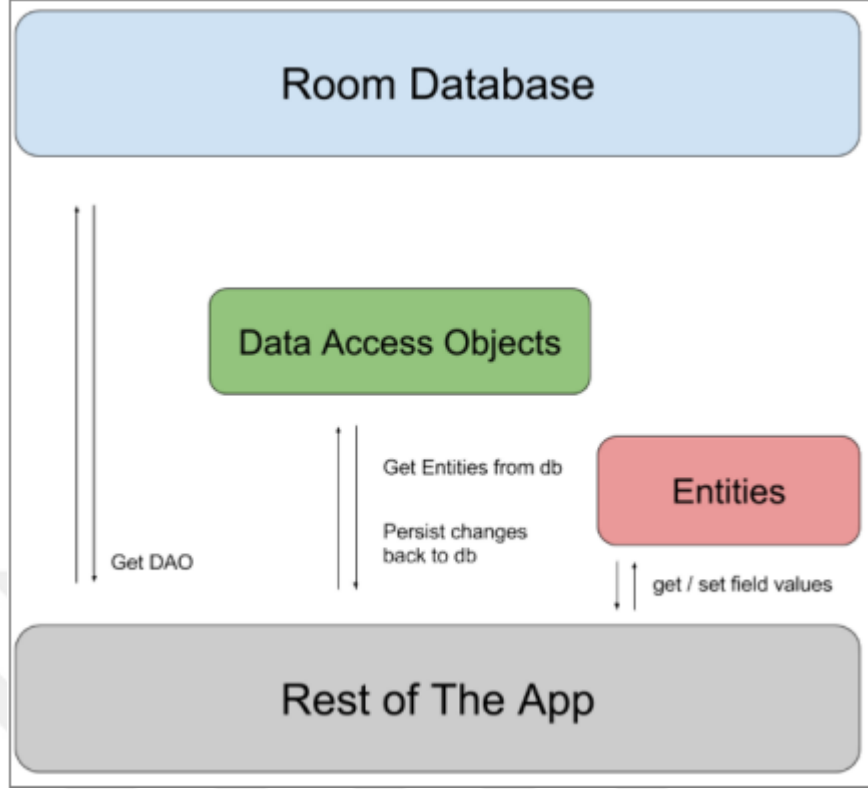
### **4.1.1 ANDROID İşletim Sistemi**

ANDROID işletim sistemi, Google ve Open Handset Alliance tarafından, mobil cihazlar için geliştirilmekte olan, Linux tabanlı özgür ve ücretsiz bir işletim sistemidir. Sistem açık kaynak kodlu olsa da kodlarının ufak ama çok önemli bir kısmı Google tarafından kapalı tutulmaktadır. Bu sistem ara katman yazılımı, kütüphaneler ve API C diliyle yazılmıştır. Uygulama yazılımları ise, Apache harmony üzerine kurulu Java-uyumlu kütüphaneleri içine alan uygulama iskeleti üzerinden çalışmaktadır. ANDROID, derlenmiş Java kodunu çalıştırmak için dinamik çevirmeli ANDROID Runtime (ART) kullanır ve cihazların fonksiyonelliğini artıran uygulamaların geliştirilmesi için çalışan geniş bir programcı-geliştirici çevresine sahiptir. ANDROID'in desteklenen uygulama uzantısı ".apk"dır (Anonim 2022).

Uygulamalarımızda ANDROID 5.1.2 ve üzeri sürümünün kullanımı tercih edilmiştir.

### **4.1.2 SQLite Tabanlı Room Veri Tabanı**

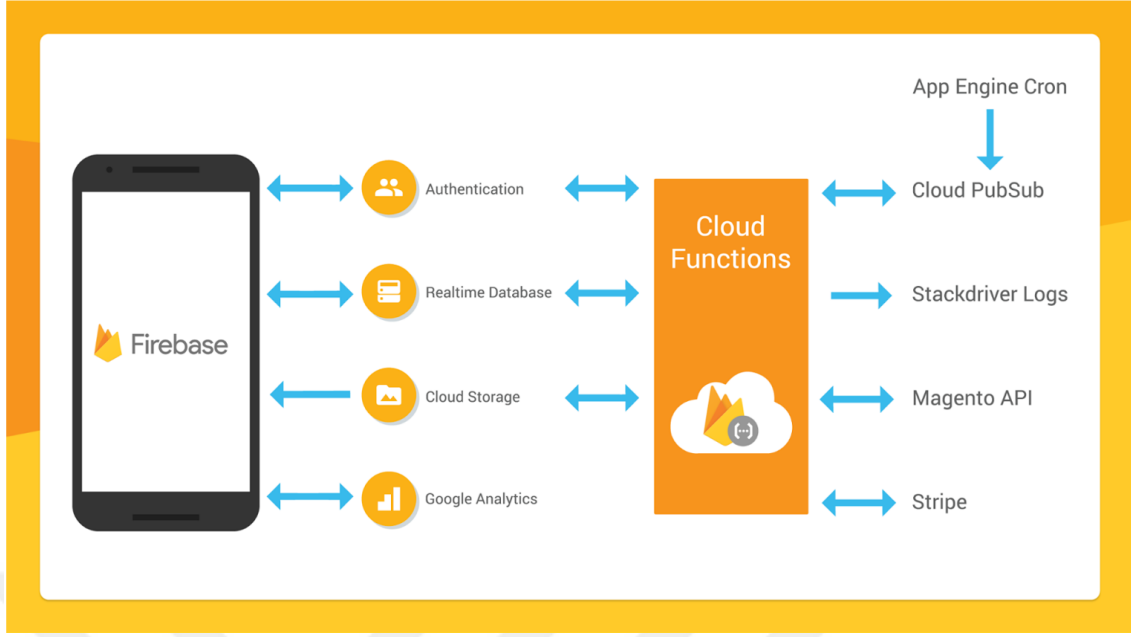
Açık kaynak kodlu, sunucu gerektirmeyen ve dolayısıyla konfigürasyon ayarları da gerektirmeyen, platform bağımsız, işlevsel ve ilişkisel gömülü veri tabanı motorudur. ANDROID işletim sisteminde kullanılabilen SQLite veri tabanına alternatif olarak Realm, Couchbase Lite gibi veri tabanları da kullanılabilir. Versiyon 1 öğretmen uygulamasında kullanılan veri tabanı türü Room veri tabanıdır. Yoğun ve anlık veri akışı yoğunluğu olmadığından, daha önceden kazanılmış kullanım alışkanlığından, hızlı çalışmasından, düşük boyutundan ve oldukça kolay kullanımından ötürü Jetpack içinde bulunan, SQLite tabanlı, modern ve güvenliği yüksek olan Room veri tabanı kütüphanesi kullanılmıştır. Room veri tabanı mimari diyagramı şekil 4.3'teki gibidir.



Şekil 4.3 Room veri tabanı mimari diyagramı (Anonim 2019)

#### 4.1.3 Firebase

Google tarafından yeni özelliklerin eklenmesiyle gelişen Firebase, web ve mobil uygulamalarının server tarafıyla geliştiricinin uğraşmasına gerek kalmadan kullanıcı giriş yetkilendirmeli ve verilerini gerçek zamanlı ve senkron bir şekilde tutulmasını sağlayan bir platformdur (Anonim 2018). Versiyon 2 öğretmen ve öğrenci uygulamalarında kullanılan veri tabanı türü Firebase gerçek zamanlı veri tabanıdır. Firebase mimari yapısı şekil 4.4'teki gibidir.



Şekil 4.4 Firebase mimari yapısı (Anonymous 2017)

#### 4.1.4 Bluetooth

Bluetooth 2,4 GHz ISM bandında çalışan ve 1 Mbps'ye kadar hızlarda noktadan noktaya ya da noktalara bağlantı yapabilen kısa menzilli bir RF teknolojisidir. Bluetooth sinyalleri görüş hattı gerektirmez ve 10 metreye kadar menzil ile bazı fiziksel engelleri geçebilir. Her Bluetooth aygıtı üretim sırasında atanan küresel olarak benzersiz 48-bit MAC adresine sahiptir. Ayrıca her cihaz kullanıcı tarafından atanan bir Bluetooth cihaz adı taşır. Bağımlı bir Bluetooth cihazının (öğrenci akıllı telefonları) adını almak için istekte bulunan sunucunun (öğretmenin akıllı telefonu) ana cihazın Bluetooth cihaz adresi hakkında bilgi sahibi olması ve onunla mantıksal bir bağlantı kurulması gerekir. İletilen yanıt paketi, yanıt veren aygıtların MAC adresini içerir. Her Bluetooth cihazı, gelen istekleri periyodik olarak tarayacak ve yanıtlayacak şekilde yapılandırılmıştır. Konfigürasyona bağlı olarak, cihazlar ya sürekli olarak, en az 1,28 saniyede bir veya en az 2,56 saniyede bir dinleyebilmektedir. Bluetooth özelliği ile kapsama alanındaki tüm cihazların keşfedilmesi için hatasız bir ortamda bir sorgulamanın en az 10,24 saniye sürmesi gerektiğini belirtilir. Bluetooth'ta sorgulama ve mantıksal bağlantı kurma prosedürlerinin tamamlanması için beklenen süreyi tahmin etmek, mevcut cihaz sayısına bağlı olduğundan oldukça zordur. Bununla birlikte, iki ya da daha fazla cihaz

arasında bir Bluetooth bağlantısı kurmak için gereken süreye ilişkin rakamlar farklı makalelerde bulunmaktadır. Daha önce bilinmeyen cihazlar arasındaki Bluetooth bağlantı sürelerinin en kötü 23 saniye olduğu belirtiliyor. Bluetooth radyo ara yüzünün menzili 0 dBm'de yaklaşık 10 m'dir (+20 dBm'de 100 m'ye kadar) (Busboom vd. 2002).

Bluetooth sinyalinin gücü iletim gücü, çoklu erişim ve etrafta bulunan engellere (insan vücudu dahil) bağlı olarak değişir. Sinyal gücü, 1 miliwatt (mW) referans seviyesiyle miliwatt cinsinden gücün logaritması olan dBm birimlerinde ifade edilir. Bluetooth yonga setlerinde sinyal gücü, alınan sinyal gücü göstergesi (RSSI) olarak bilinen bir tamsayı değerine dönüştürülür. Alınan sinyal gücü göstergesi (RSSI), bir vericiden uzaklaştıkça sinyal gücünün azalması ilkesini kullanarak mesafe tahmini için de kullanılabilir (Lautour vd. 2020).

Subhan vd. 2019'da yaptıkları bir çalışmada, iki Bluetooth cihazı arasındaki mesafe 0 m, yani cihazlar bitişik olduğunda, RSSI değerinin -15 dBm olduğunu ve bunun böyle devam ettiğini görmüşlerdir. Maksimum değer -15 dBm iken, minimum RSSI değerinin -90 dBm olduğu görülmüştür. RSSI değerlerindeki değişikliğin; insan vücudunun varlığından, sıcaklığın etkisinden, mevcut radyo sinyallerinin varlığından, ışıktan, mobilya ve diğer fiziksel nesnelere kaynaklandığı savunulmuştur.

#### **4.1.5 Java**

Java, Sun Microsystems mühendislerinden James Gosling tarafından geliştirilmeye başlanmış açık kaynak kodlu, nesneye yönelik, zeminden bağımsız, yüksek verimli, çok işlevli, yüksek seviye, adım adım işletilen bir programlama dilidir ve 1995 yılında Sun Microsystems'in çekirdek bileşeni olarak piyasaya sürülmüştür. Java uygulamaları bilgisayar mimarisine bağlı olmadan herhangi bir Java Sanal Makinesi üzerinde çalışabilen tipik bytecode'dur (sınıf dosyası) (Anonim 2022).

#### **4.1.6 XML**

XML, veri taşımak için kullanılan uluslararası standarttır. XML' in en çok kullanılan özelliği, değişik uygulamalar arasında veri tabanından bilgi alışverişine izin vermesidir. Ayrıca, XML uygulama geliştiricilerin kendi etiketlerini tanımlamasına izin verir. Bu da rahat programlamaya zemin hazırlar (Anonim 2012).

#### **4.1.7 ANDROID Studio**

ANDROID Studio, ANDROID için resmi tümleşik geliştirme ortamıdır. ANDROID Studio, IntelliJ IDEA'ya dayalı olup ANDROID geliştirme için özel olarak tasarlanmıştır. ANDROID Studio, Apache lisansı ile lisanslanmıştır ve ücretsiz olarak edinilebilmektedir (Anonim 2021).

#### **4.1.8 ANDROID Sanal Cihaz Yöneticisi ve ANDROID Emülatör**

ANDROID Emülatör'ü birkaç alternatif sunan tam etkileşimli bir cihaz emülatörüdür. Emülatör, donanım konfigürasyonunu taklit eden bir ANDROID Sanal Cihaz içinde çalışır. Emülatör kullanarak uygulamanın gerçek bir ANDROID cihaz üzerinde nasıl görüldüğünü ve nasıl davrandığı görülebilir (Önder vd. 2012).

#### **4.1.9 ANDROID Kütüphaneleri**

ANDROID, geliştirmekte olduğumuz uygulama için fazlasıyla API desteği sunmaktadır. ANDROID API'ler; SDK'nın çekirdeği, geliştiricinin ANDROID yığınına erişimini sağlayan API kütüphaneleridir. ANDROID, libc ve SSL gibi çeşitli C/C++ çekirdek kütüphaneleri içermesinin yanında; ses ve video medya oynatıcısı için medya kütüphanesi, görüntü yönetimi sağlamak için ara yüz yöneticisi, 2D ve 3D grafikler için OpenGL ve SGL içeren grafik kütüphaneleri, yerel veritabanı için SQLite, bütünleşmiş Web tarayıcı ve Internet güvenliği için SSL ve Webkit'i içermektedir (Önder vd. 2012).

## 4.2 Versiyon 1 Uygulaması

Sunulan versiyon 1 çözümünde sadece öğretmen uygulaması bulunmaktadır. Öğrenci uygulaması bulunmamaktadır. Öğretmen/öğrenci kaydolma işlemleri, tarama, zamanlanmış rastgele tarama konfigürasyonu, yoklama alma işlevi ve devamlılık sonuçları kullanıcı dostu ara yüzler ile entegre edilmiştir. Öğretmen uygulamasında bulunan işlevler, ekran görüntüleri sunularak detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

Şekil 4.5'teki versiyon 1 öğretmen uygulaması giriş ekranı ile öğretmen e-posta ve şifre bilgilerini girerek ana sayfaya yönlendirilir. Eğer öğretmen daha önce kaydolmadıysa uygulama giriş ekranında bulunan "Kayıt Ol" butonu yardımıyla şekil 4.6'daki "Kayıt Ol" ekranına, eğer şifresini unuttu ise uygulama giriş ekranında bulunan "Şifreni mi unuttun?" butonu ile şekil 4.7'deki "Şifremi Unuttum" ekranına yönlendirilir.



Şekil 4.5 Versiyon 1 öğretmen uygulaması giriş ekranı

← Kayıt Ol



ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
1946

YOKLAMA YÖNETİM SİSTEMİ

Email

İsim

Şifre


Şifre Tekrar

Ders Kodu

KAYIT OL

Şekil 4.6 Versiyon 1 öğretmen uygulaması öğretmen kaydolma ekranı

← Şifremi Unuttum



ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
1946

YOKLAMA YÖNETİM SİSTEMİ

Lütfen size yardımcı olabilmemiz için bizimle iletişime geçin veya parolasını değiştirmek istediğiniz kayıtlı e-mail adresinizi giriniz.

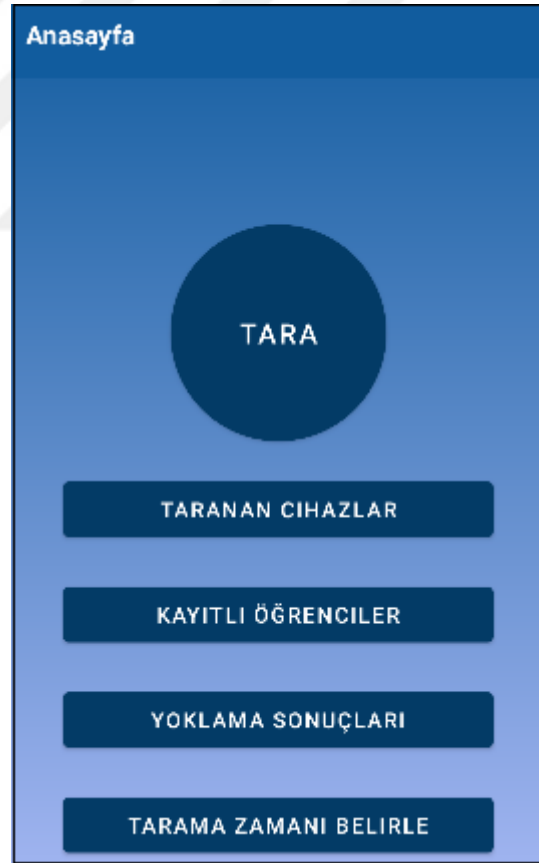
Email

GÖNDER

Şekil 4.7 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Şifremi Unuttum” ekranı



Öğretmen eposta ve şifre bilgileri ile sisteme giriş yaptığında şekil 4.8'deki gibi ana sayfaya yönlendirilecektir. Bu ekranda bulunan “Tara” butonuna tıklanıldığında Bluetooth'un açık olup olmadığı kontrol edilecektir. Eğer Bluetooth açık ise tarama servisi arka planda çalışmaya başlayacaktır. Tarama servisi arka planda Bluetooth'u aktif olan tüm cihazları taramaya başlayacaktır. Bununla birlikte de şekil 4.9'da olduğu gibi “Tara” yazısı “Durdur” olarak güncellenecektir. Öğretmen “Durdur” butonuna tıklayarak başlattığı taramayı istediği zamanda durdurabilecektir. Birden fazla tarama yapılması durumunda, ilgili dersin başlangıç zamanı ile bitiş zamanı arasında yapılan tüm taramalarda her bir öğrenci için öğrencinin eşleştirildiği tarama sayısının toplam tarama sayısına oranının yüzdesi tarama eşik değeri yüzdesinden büyük ya da eşit ise öğrenci yoklama sonucunda derste var olarak işaretlenecektir. Tarama eşik değeri yüzdesi %65 olarak belirlenmiştir.

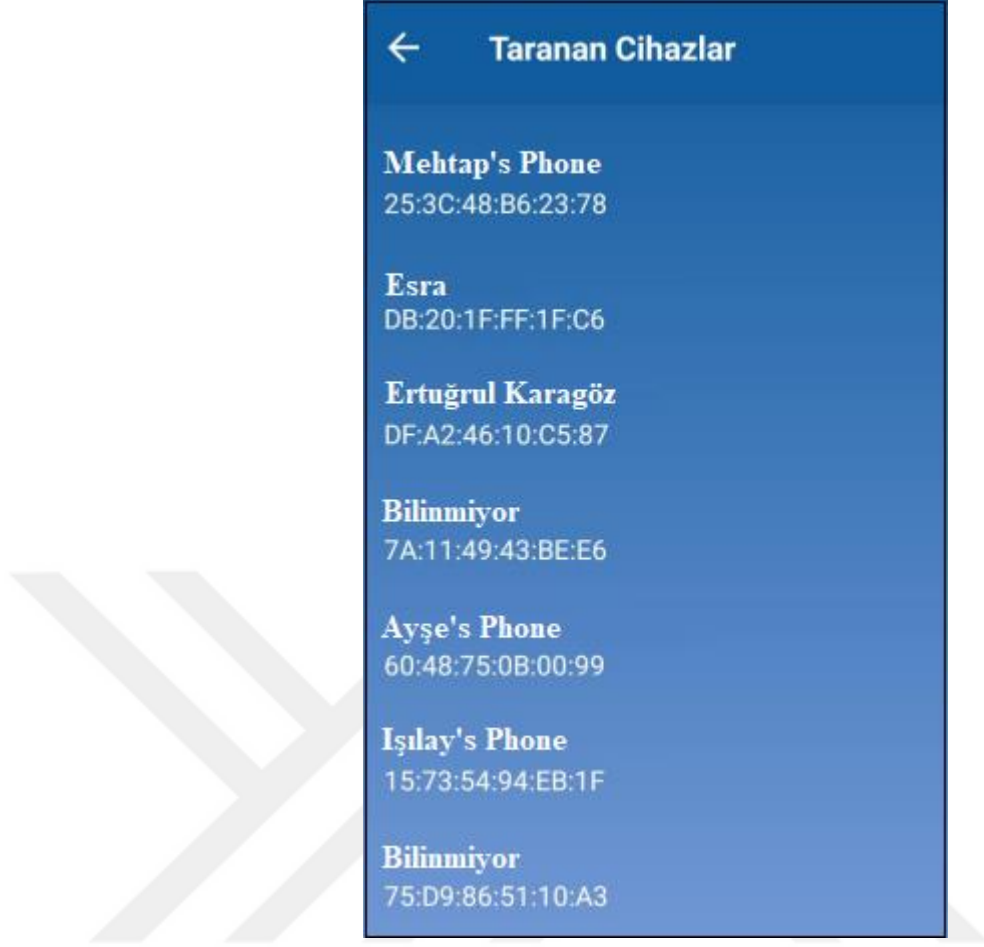


Şekil 4.8 Versiyon 1 öğretmen uygulaması ana sayfa ekranı



Şekil 4.9 Versiyon 1 öğretmen uygulaması tarama servisinin açık durumu gösterimi

Şekil 4.10'daki "Taranan Cihazlar" ekranına ana sayfada yer alan "Taranan Cihazlar" butonu ile erişilecektir. Bu ekranda tarama işlemi yapıldıktan sonra çevredeki Bluetooth'u aktif olan cihazlar listelenecektir.



Şekil 4.10 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Taranan Cihazlar” ekranı

Şekil 4.11’deki “Kayıtlı Öğrenciler” ekranına ana sayfada yer alan “Kayıtlı Öğrenciler” butonu ile erişilecektir. Bu ekranda öğretmen tarafından sisteme kaydedilen derse kayıtlı öğrenciler listelenecektir. Ekranının alt kısmında yer alan “+” butonu ile bu liste oluşturulacaktır. “+” butonuna tıklanıldığında şekil 4.12’deki “Öğrenci Ekle” ekranı açılacaktır.

Şekil 4.12’deki öğrenci ekleme ekranında öğretmen tarafından öğrencinin adı, soyadı, numarası, ders kodu ve kullandığı cihazın MAC adresi bilgileri kaydedilecektir. Bu sayede tarama sırasında gerçek zamanlı elde edilen MAC adresleri ile sisteme daha önce kaydedilen MAC adresleri eşleştirilerek yoklama alma işlemi gerçekleştirilebilecektir. Ders kodu öğrencilerin öğrenci bilgi sistemine kayıt yaptırdığı ders kodu ile aynı olacaktır. Öğrencinin e-posta bilgisi de öğrenci bilgi sistemine kayıt yaptırdığı e-posta ile aynı olacaktır. Ders kodu ve e-posta adresi geçerli ise derse kayıt yapılabilir.

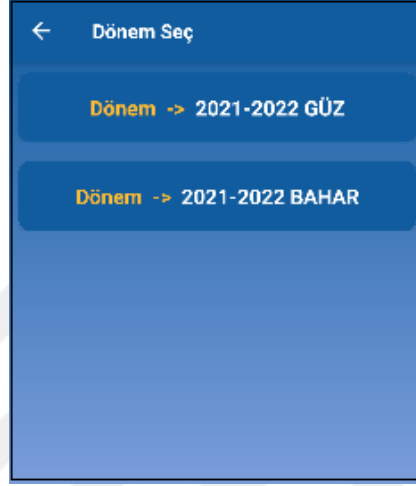


Şekil 4.11 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Kayıtlı Öğrenciler” ekranı

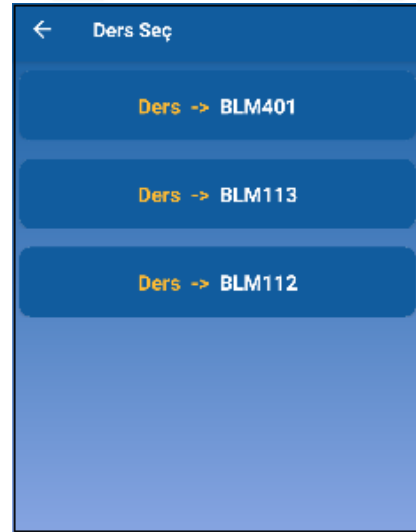


Şekil 4.12 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Öğrenci Ekle” ekranı

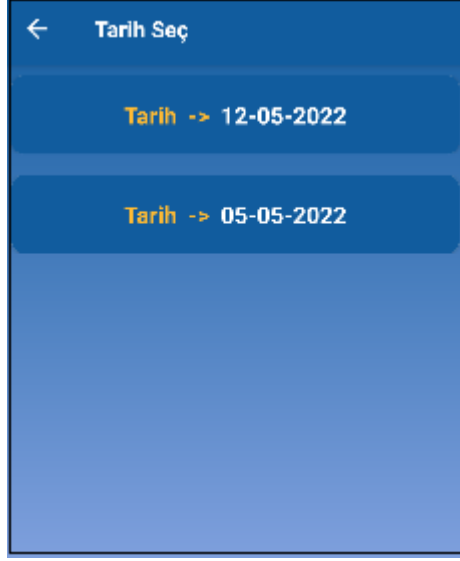
Şekil 4.13'teki "Dönem Seç" ekranına ana sayfada yer alan "Yoklama Sonuçları" butonu ile erişilecektir. Bu ekranda ilgili dönem seçimi yapılacaktır. Dönem seçimi yapıldıktan sonra yoklama sonuçları istenilen dersin seçilebileceği şekil 4.14'teki "Ders Seç" ekranı açılacaktır. Ders seçimi yapıldıktan sonra yoklama sonuçları istenilen tarihin seçilebileceği şekil 4.15'teki "Tarih Seç" ekranı açılacaktır.



Şekil 4.13 Versiyon 1 öğretmen uygulaması "Dönem Seç" ekranı



Şekil 4.14 Versiyon 1 öğretmen uygulaması "Ders Seç" ekranı



Şekil 4.15 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Tarih Seç” ekranı

Tarih seçimi yaptıktan sonra şekil 4.16’daki “Yoklama Sonuçları” ekranına erişilecektir. Bu ekranda taranmış cihazların MAC adresleri ile daha önceden sisteme kaydedilen öğrencilerin MAC adresleri eşleşen öğrenciler ✓ işareti ile derste var olarak gösterilecektir. Diğerleri ise ✗ işareti ile derste yok olarak gösterilecektir.



Şekil 4.16 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Yoklama Sonuçları” ekranı

Şekil 4.17’deki “Tarama Zamanı Belirle” ekranına ana sayfada yer alan “Tarama Zamanı Belirle” butonu ile erişilecektir. Ana sayfada yer alan “Tara” butonuna öğretmen tarafından tıklanılarak gerçekleştirilen tarama işlevi, “Tarama Zamanı Belirle”

ekranı aracılığı ile arka planda çalışacak şekilde zamanlanarak rastgele aralıklar ile belirtilen tekrar sayısı kadar tarama yapılabilecektir. Bu ekranda taramanın başlayacağı zaman, taramanın biteceği zaman, kaç defa tarama yapılacağı ve tarama eşik değeri yüzdesi bilgileri girilerek “Rastgele Taramayı Başlat” butonu ile başlangıç zamanı geldiğinde arka planda çalışacak şekilde rastgele tarama işlemi başlatılmış olacaktır. Tarama eşik değeri yüzdesi %65 olarak kabul edilmiştir. Fakat bu değer öğretmen tarafından bu ekran aracılığıyla güncellenebilecektir. Bu işlemin ana amacı ise yoklama alma sırasında oluşabilecek hileli durumları engellemektir.

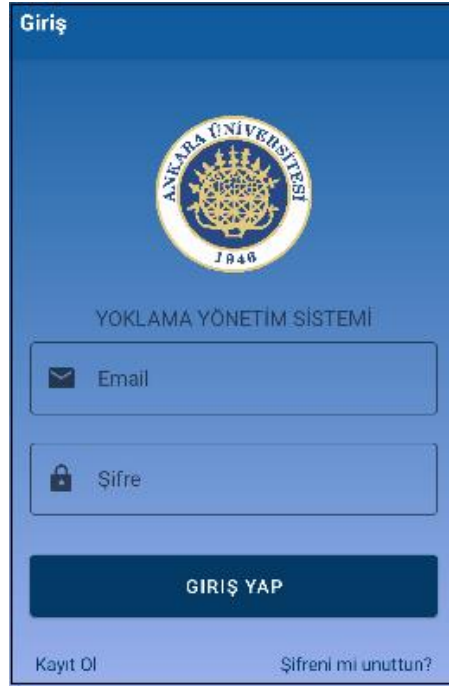
Şekil 4.17 Versiyon 1 öğretmen uygulaması “Tarama Zamanı Belirle” ekranı

Birden fazla tarama yapılması durumunda, ilgili dersin başlangıç zamanı ile bitiş zamanı arasında yapılan tüm taramalarda her bir öğrenci için öğrencinin eşleştirildiği tarama sayısının toplam tarama sayısına oranının yüzdesi tarama eşik değeri yüzdesinden büyük ya da eşit ise öğrenci yoklama sonucunda derste var olarak işaretlenecektir.

### 4.3 Versiyon 2 Uygulaması

Sunulan versiyon 2 çözümünde hem öğretmen uygulaması hem de öğrenci uygulaması bulunmaktadır. Öğretmen uygulamasında, versiyon 1 öğretmen uygulaması çözümünde bulunan öğrenci ekleme işlemi dışındaki tüm işlevler aynı şekilde uygulanabilecektir ve bu işlevler “Versiyon 1 Uygulaması” bölümünde detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Öğrenci uygulamasında ise öğrenciler kendilerini sisteme kaydedebilecek ve devamlılık durumlarını takip edebileceklerdir. Bu çözümde, öğrencilerin sisteme kendilerini kaydetmesi ve kaydettikleri bilgilerin doğruluğunun sorumluluğunu üstlenmesi, versiyon 1 çözümündeki öğretmen yükünü azaltmış olacaktır. Öğrenci uygulamasındaki işlevler ekran görüntüleri ile detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

Şekil 4.18’deki versiyon 2 öğrenci uygulaması giriş ekranı ile öğrenci, e-posta ve şifre bilgilerini girerek ana sayfaya yönlendirilir. Eğer daha önce kaydolmadıysa uygulama giriş ekranında bulunan “Kayıt Ol” butonu yardımıyla şekil 4.19’daki “Kayıt Ol” ekranına, eğer şifresini unuttu ise uygulama giriş ekranında bulunan “Şifreni mi unuttun?” butonu ile şekil 4.20’deki “Şifremi Unuttum” ekranına yönlendirilir.



Şekil 4.18 Versiyon 2 öğrenci uygulaması giriş ekranı



← Kayıt Ol

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
1948

YOKLAMA YÖNETİM SİSTEMİ

Email

İsim

Şifre

Şifre Tekrar

KAYIT OL

Şekil 4.19 Versiyon 2 öğrenci uygulaması öğrenci kaydolma ekranı

← Şifremi Unuttum

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
1948

YOKLAMA YÖNETİM SİSTEMİ

Lütfen size yardımcı olabilmemiz için bizimle iletişime geçin veya parolasını değiştirmek istediğiniz kayıtlı e-mail adresinizi giriniz.

Email

GÖNDER

Şekil 4.20 Versiyon 2 öğrenci uygulaması “Şifremi Unuttum” ekranı

Öğrenci eposta ve şifre bilgileri ile sisteme giriş yaptığında şekil 4.21’deki ana sayfaya yönlendirilecektir. “Derse Kayıt Ol” butonuna tıklandığında ise şekil 4.22’deki “Derse Kayıt Ol” ekranı açılacaktır. Bu ekranda öğrenci kendi bilgilerinin kaydedebilecektir.

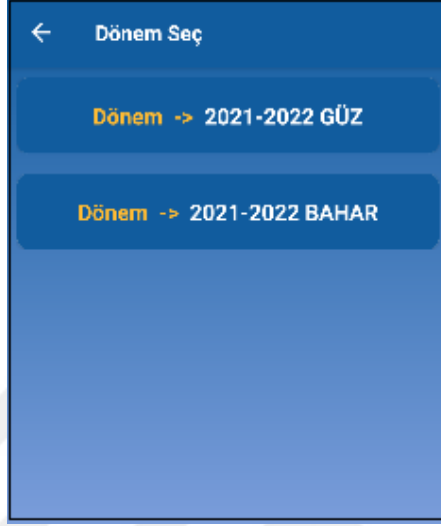


Şekil 4.21 Versiyon 2 öğrenci uygulaması ana sayfa ekranı

Şekil 4.22 Versiyon 2 öğrenci uygulaması “Derse Kayıt Ol” ekranı

Şekil 4.23'teki “Dönem Seç” ekranına ana sayfada yer alan “Yoklama Durumu” butonu ile erişilecektir. Bu ekranda ilgili dönem seçimi yapılacaktır. Dönem seçimi yapıldıktan

sonra devamlılık durumu sonuçları istenilen dersin seçilebileceği şekil 4.24'teki "Ders Seç" ekranı açılacaktır. Ders seçimi yapıldıktan sonra öğrenci şekil 4.25'teki "Yoklama Durumu" ekranı aracılığıyla devamlılık durumunu takip edebilecektir.



Şekil 4.23 Versiyon 2 öğrenci uygulaması "Dönem Seç" ekranı



Şekil 4.24 Versiyon 2 öğretmen uygulaması "Ders Seç" ekranı



Şekil 4.25 Versiyon 2 öğretmen uygulaması “Yoklama Durumu” ekranı

#### 4.4 Değerlendirme

Mevcut teknolojik altyapı/gelişmeler kullanılarak, ekstra donanım maliyeti gerektirmeden, kullanışlı, yenilikçi, konfigüratif ve özgün Bluetooth tabanlı mobil otomatik yoklama yönetim sistemi geliştirilmiştir. Önerilen versiyon 1 ve versiyon 2 çözümleri kullanıcıların tüm gereksinimlerini karşılayacak şekilde tasarlanmış ve geliştirilmiştir.

Versiyon 1 çözümünde, ekstra öğrenci uygulaması bulunmaksızın ders esnasında öğrencilerin mobil cihazlarının sadece Bluetooth özelliklerinin açık olması ile yoklama sonuçlarının elde edilebilmesi sağlanmıştır. Bu versiyonda sadece öğretmen uygulaması bulunmaktadır. Öğretmen uygulamasında öğretmen/öğrenci kaydolma işlemleri, öğretmenin ders esnasında istediği bir anda taramayı başlatıp durdurabilmesi, öğretmenin ders öncesinde ya da ders esnasında taramaları rastgele olacak şekilde konfigüre ederek arka planda çalışacak şekilde zamanlayabilmesi ve yoklama sonuçlarının elde edilerek listelenebilmesi işlevleri bulunmaktadır. Fakat dönem başında öğretmenin, öğrencilerin bilgilerini sisteme kaydetmesi ve öğrencilerin e-posta ya da farklı bir yol ile öğretmene ilettiği MAC adresi bilgisinin hatalı olması durumunda öğretmenlerin yükü artacaktır. Öğretmenlerin yükünü ve sorumluluğunu azaltmak amacıyla versiyon 2 çözümü geliştirilmiştir.

Versiyon 2 çözümünde hem öğrenci hem de öğretmen uygulaması bulunmaktadır. Versiyon 2 öğretmen uygulaması, versiyon 1 öğretmen uygulamasındaki öğrenci ekleme işlemi dışında aynı işlevlere sahiptir. Öğrenci uygulaması ise öğretmen yükününün indirgenmesi, öğrencilerin kendi bilgilerini kaydedebilmesi ve kaydettiği bilgilerin doğruluğunun sorumluluğunu üstlenebilmesi için geliştirilmiştir.

Versiyon 2 çözümünde öğretmen uygulaması ile öğrenci uygulaması arasındaki senkronizasyon Firebase gerçek zamanlı veri tabanı kullanılarak sağlanmıştır. Daha önce sisteme kaydedilen öğrencilerin MAC adresleri ile herhangi bir anda ya da rastgele yapılan taramalardan gerçek zamanlı olarak elde edilen MAC adresleri eşleştirilerek yoklama sonuçları elde edilmiştir. Yoklama sonuçlarında hileli verilerin oluşmaması için öğretmene iki seçenek sunulmaktadır. Bunlardan biri ders esnasında istediği herhangi bir anda dilediği sayıda tarama yapabilmesi, diğeri ise ders esnasında ya da öncesinde yapacağı tarama/taramaları, başlangıç zamanı geldiğinde arka planda çalışacak şekilde konfigüre ederek zamanlayabilmesidir.

Uygulamanın geliştirilebilir yönleri bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi, ANDROID mobil işletim sistemi yüklü cihazların sistemi kullanabilmesidir. Sunulan çözümler ile iOS işletim sistemine sahip cihazların da MAC adreslerinin Bluetooth üzerinden alınabilmesi üzerinde çalışılmıştır, fakat güvenlik nedeniyle MAC adreslerine erişilememiştir. Diğeri bir geliştirilecek yön ise, Bluetooth sinyallerinin fiziksel engelleri tanımamasından ötürü yoklama sonuçlarının doğruluk oranını artırmak amacıyla tarama işlevine ek olarak her ders için öğretmen tarafından belirlenen bir benzersiz sayı ya da metnin ders esnasında herhangi bir anda öğrenci uygulaması üzerinden belirlenen bir süre içerisinde öğretmen uygulamasına iletilmesi, sınıf içerisinde ve dışında ölçülen sinyal gücünün seviyesine göre minimum ve maksimum sinyal gücü bilgileri belirlenerek tarama sonuçlarının filtrelenmesi gibi ekstra işlevsellikler de eklenebilir. Yoklama sonuçlarının doğruluk oranını artırmak amacıyla önerilen bu ekstra yöntemler hata oranlarının düşürülmesini mümkün kılacaktır. Diğeri yandan, ANDROID mobil işletim sisteminin yeni versiyonları ortaya çıkmaktadır. Yeni versiyonlar ile yeni özellikler eklenmekte ya da bazı mevcut özellikler kaldırılmaktadır. Dolayısıyla, geliştirilen mobil uygulamaların yeni versiyonlarda çalışabilirliğinin sağlanması için

güncelleme ihtiyacı doğabilir. Fakat bu durum herhangi bir teknoloji ile geliştirilen tüm uygulama ya da sistemler için söz konusudur.



## 5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde, 4. bölümde gerçekleştirilen sistemin test sonuçlarından elde edilen gözlemlere ve bulgulara değinilecektir. Versiyon 1 ve versiyon 2 çözümlerinde yoklama sonuçlarının elde edilme yöntemleri aynıdır. Tarama sonuçlarından elde edilen gerçek zamanlı öğrenci MAC adresleri ile sisteme daha önceden kaydedilen öğrencilerin MAC adresleri eşleştirilerek ders saati içerisinde yapılan tüm taramalarda her bir öğrenci için öğrencinin eşleştirildiği tarama sayısının toplam tarama sayısına oranının yüzdesi tarama eşik değeri yüzdesinden büyük ya da eşit ise öğrencinin derste olduğu saptanmaktadır. Versiyon 1 ve versiyon 2 çözümlerinde yoklama sonuçlarının elde edilme yöntemleri aynı olduğundan test sonuçları versiyon bazında ayrıştırılmamıştır.

Önerilen sistemin testi Ankara Üniversitesi SAMSUNG ANDROID Laboratuvarında küçük ölçekli dersliklerde gerçekleştirilmiştir. Test etkinliklerine en az 15 öğrenci katılmıştır. Test etkinlikleri sonrası tarama sayısı, derse katılan kişi sayısı ve eşik değeri yüzdesinin değişimine göre yoklama sonuçlarının doğruluk oranları çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1 Yoklama sonuçlarının doğruluk oranları

Tarama Zamanı	Tarama Sayısı	Derse Kayıtlı Öğrenci Sayısı	Derslikte Bulunan Öğrenci Sayısı	Doğru Tespit Edilen Öğrenci Sayısı	Hatalı Tespit Edilen ya da Tespit Edilemeyen Öğrenci Sayısı	Eşik Değeri Yüzdesi (%)	Doğruluk Oranı (%)
29.04.2022 Tarama 1: 13:35	1	20	15	13	2	-	86,6
29.04.2022 Tarama 1: 13:40 Tarama 2: 13:50 Tarama 3: 14:05	3	20	15	16	1	65	93,3

Çizelge 5.1 Yoklama sonuçlarının doğruluk oranları (devam)

29.04.2022 Tarama 1: 14:30 Tarama 2: 14:45 Tarama 3: 14:55	3	20	15	13	2	70	86,6
13.05.2022 Tarama 1: 13:30	1	20	18	15	3	-	83,3
13.05.2022 Tarama 1: 13:35 Tarama 2: 13:50 Tarama 3: 14:05	3	20	18	18	0	65	100
13.05.2022 Tarama 1: 14:30 Tarama 2: 14:40 Tarama 3: 14:50	3	20	18	17	1	70	94,4

Çizelge 5.1'e göre doğruluk oranlarının, tarama sayısı ile doğru orantılı olarak arttığı gözlemlenmiştir ve maksimum %100 doğruluk oranına ulaşılmıştır. Tarama sayısının doğruluk oranını artırmasının sebebi, derse geç katılan ya da ders süresince sınıftan çıkıp sonrasında tekrar derse katılan öğrenciler birden fazla tarama yapıldığında algılanabilmektedir. Gözlemlenen diğer bir sonuç da kişi sayısının artmasının doğruluk oranlarını etkilememesidir. Test etkinlikleri küçük ölçekli dersliklerde gerçekleştirilmiş olup büyük ölçekli dersliklerde de test edilebilir. Diğer bir sonuç ise, eşik değeri yüzdesi artırıldığında doğruluk oranlarının azaldığı görülmüştür. Bu da birden fazla taramanın yapıldığı durumda, öğrencilerin kaç tane tarama sonucunda algılandığında derste var olarak işaretleneceği ile ilgilidir. Örneğin, üç tane taramanın yapıldığı durumda öğrenci iki tarama sonucunda algılanıp diğer taramada öğrencinin mobil cihazının Bluetooth özelliğinin kapalı olması ya da taramanın yapıldığı zamanda sınıfta olmamasından dolayı öğrenci tarama sonucunda algılanmayabilir. Bu durumda toplam üç tarama yapıldığında iki tarama sonucunda algılanan öğrencinin derste var olarak



işaretlenebilmesi için eşik değeri yüzdesi 65 olmalıdır. Fakat eşik değeri yüzdesi 70 olarak konfigüre edildiğinde yapılan üç tarama sonucunda da öğrenci algılandı ise derste var olarak işaretlenmiş olacaktır. Gözlemlenen başka bir durum da doğru tespit edilen öğrenci sayısının derste olan toplam öğrenci sayısından büyük olmasıdır. Bu durum da sınıfın dışında bulunan öğrencinin Bluetooth sinyallerinin algılanabilmesinden kaynaklanmaktadır.

Yoklama sonuçlarının doğruluk oranlarına etki eden tarama sayısı, eşik değeri yüzdesinin yanında bazı diğer etkenler de bulunmaktadır. Bu etkenlerden biri, Bluetooth sinyallerinin fiziksel engelleri tanımamasıdır. Sınıf dışına çıkan ya da sınıf dışında bulunan öğrencilerin de MAC adresleri algılanabilmektedir. Diğer ise, öğrencilerin mobil cihazlarının Bluetooth özelliğinin tarama ya da taramalar esnasında açık olması zorunluluğudur. Öğretmen ders esnasında mobil cihazlarının Bluetooth özelliklerini açması konusunda öğrencileri uyaracak ancak yine de derse sonradan katılan öğrenciler mobil cihazlarının Bluetooth özelliğini aktif hale getirmeyi unutabilir.

## 6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Son zamanlarda yoklama alma işleminin öğretmenlerin yükünü azaltarak dijitalleştirilmesine olanak sağlayacak birçok çözüm üretilmiş ve üretilmektedir. Bu çözümler genellikle parmak izi okutma, RFID kart sistemi, QR kod, Bluetooth, iris tanıma ve yüz tanıma gibi birçok teknoloji kullanılarak uygulanmıştır. Hileli durumları engelleyerek yoklama sonuçlarının doğruluk oranını artırmak için şimdiye kadar sunulan yöntemlerin de iyileştirilmesi ve yeni yöntemler sunulması gerekmektedir. Bu tez çalışmasında ekstra donanım maliyeti olmadan kişilerin sadece kendi mobil cihazlarını kullanabilecekleri, konfigüratif, kullanışlı, özgün, yenilikçi, güvenli ve hızlı ANDROID mobil cihazlar için Bluetooth teknolojisi kullanılarak otomatik yoklama yönetim sistemi geliştirmek ve bu sistemi Ankara Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği ANDROID laboratuvarı için uygulamak hedeflenmiştir. Önerilen sistemde, daha önce sisteme kaydedilmiş ya da kaydolmuş öğrencilerin MAC adresleri ile herhangi bir anda ya da rastgele yapılan taramalardan gerçek zamanlı olarak elde edilen MAC adresleri eşleştirilerek yoklama sonuçları elde edilmiştir. Yoklama sonuçlarında hileli verilerin oluşmasını engellemek ve doğruluk oranını artırmak amacıyla öğretmen ders esnasında istediği herhangi bir anda dilediği sayıda tarama yapabilmekte ve istediği herhangi bir anda da bu taramaları durdurabilmektedir. Bunun yanı sıra öğretmen ders esnasında ya da öncesinde yapacağı tarama/taramaları, tarama başlangıç zamanı, tarama bitiş zamanı, kaç defa tarama yapılacağı ve tarama eşik değeri yüzdesi bilgilerini konfigüre ederek arka planda rastgele çalışacak şekilde zamanlayabilmektedir. Birden fazla tarama yapılması durumunda, bir taramada eşleşen öğrenci diğer taramada örneğin sınıfta olmadığından dolayı tarama sonucunda gözükmeyecektir. İlgili dersin başlangıç zamanı ile bitiş zamanı arasında yapılan tüm taramalarda her bir öğrenci için öğrencinin eşleştirildiği tarama sayısının toplam tarama sayısına oranının yüzdesi tarama eşik değeri yüzdesinden büyük ya da eşit ise öğrenci yoklama sonucunda derste var olarak işaretlenmektedir. Tarama eşik değeri yüzdesi %65 olarak varsayılmıştır. Fakat %65 olarak varsayılan bu değer konfigüratiftir ve öğretmen tarafından güncellenebilmektedir.

Son yıllarda Bluetooth tabanlı yoklama alma çözümleri ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Literatür araştırmaları incelendiğinde mevcut yöntemler ile %100 doğruluk oranının elde edilemediği görülmektedir. Bu tez çalışması sonucunda maksimum %100 doğruluk oranına ulaşılmıştır. Doğruluk oranını etkileyen birçok neden vardır. Bu nedenlerden biri, Bluetooth sinyallerinin fiziksel engelleri geçebilmesidir. Sınıf dışında bulunan öğrencinin de Bluetooth sinyalleri algılanabilmektedir. Bu nedenlerden bir diğeri ise, iOS işletim sistemine sahip mobil cihazların gerçek MAC adresi bilgilerine güvenlik nedeniyle erişilememesidir. Diğeri bir neden de öğrencilerin mobil cihazlarının Bluetooth özelliğinin ders esnasında açık olması gerekliliğidir. Önerilen yöntemde öğretmen tarama işlemini başlatmadan önce öğrencileri uyaracak fakat yine de derse sonradan katılan öğrenciler, mobil cihazlarının Bluetooth özelliğini aktif hale getirmeyi unutabilir.

Gelecek çalışmalarda, önerilen sisteme hileli durumların önüne geçerek yoklama sonuçlarının doğruluk oranını artıracak öğrenci uygulamasından öğretmen uygulamasına herhangi bir anda benzersiz bir sayı ya da metin iletilmesi, tarama sonuçlarının sinyal gücünün seviyesine göre filtrelenmesi gibi ekstra işlevler eklenebilir. Bunun yanı sıra iOS gibi farklı işletim sistemlerini destekleyecek yazılımsal altyapı geliştirilerek ANDROID işletim sisteminden farklı mobil işletim sistemi yüklü cihazların da sistemi kullanabilmesi sağlanabilir.

## KAYNAKLAR

- Ali, A. ve Nadir, B. 2020. Beacondriod: An Automated Student Attendance System. Journal of University of Duhok, 32(2); 396-401.
- Anonim. 2012. Web Sitesi: <http://sezertanriverdi.blogspot.com>, Erişim Tarihi: 27.03.2022.
- Anonymous. 2017. Web Sitesi: <https://developers.googleblog.com/2017/08/hamilton-app-takes-stage.html>, Erişim Tarihi: 27.04.2022.
- Anonim. 2018. Web Sitesi: <https://medium.com/furkanpacikgoz/google-firebase-nedir-ae013e495a74>, Erişim Tarihi: 01.05.2022.
- Anonim. 2019. Web Sitesi: <https://www.hku.edu.tr/wp-content/uploads/2019/04/kvkk-kitapcik.pdf>, Erişim Tarihi: 19.06.2022.
- Anonim. 2019. Web Sitesi: [https://www.pikpng.com/pngvi/hhooJbo\\_room-architecture-android-room-database-example-clipart/](https://www.pikpng.com/pngvi/hhooJbo_room-architecture-android-room-database-example-clipart/), Erişim Tarihi: 27.04.2022.
- Anonim. 2021. Web Sitesi: [https://tr.wikipedia.org/wiki/Android\\_Studio](https://tr.wikipedia.org/wiki/Android_Studio), Erişim Tarihi: 27.03.2022.
- Anonim. 2022. Web Sitesi: [https://tr.wikipedia.org/wiki/Java\\_\(programlama\\_dili\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Java_(programlama_dili)), Erişim Tarihi: 27.03.2022.
- Anonim. 2022. Web Sitesi: [https://tr.wikipedia.org/wiki/Java\\_\(programlama\\_dili\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Java_(programlama_dili)), Erişim Tarihi: 27.03.2022.
- Azmi, M., Zabil, M., Lim, K. C., Azman, R., Adnan, N. ve Azman, M. 2018. UNITEN Smart Attendance System (UniSas) Using Beacons Sensor. 2018 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e). 21-22 November. IEEE. No: 18431933, (35-39); Langkawi, Malaysia.
- Baharin, S. K., Zulkifli, Z. ve Ahmad, S. B. 2020. Student Absenteeism Monitoring System Using Bluetooth Smart Location-Based Technique. International Conference on Computational Intelligence (ICCI). 8-9 October. IEEE. No: 20153285, (109-114); Bandar Seri Iskandar, Malaysia.
- Bayılmış, C. ve Özdemir, M. 2016. Bluetooth Düşük Enerji Teknolojisine Sahip İşaretçi ve Akıllı Telefon Temelli Öğrenci Yoklama Sistemi. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 9(3).
- Busboom, A., Herwono, I., Schuba, M. ve Zavagli, G. 2002. Unambiguous device identification and fast connection setup in bluetooth. In Proceedings of the European Wireless, Florence, Italy.

- Chintalapati, S. ve Raghunadh, M. V. 2013. Automated attendance management system based on face recognition algorithms. IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research. 26-28 November. IEEE. No: 14061152, (1-5); Enathi, India.
- Gohel, S. 2018. Bluetooth Attendance System with Android Application for ERP. 2018 International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON). 28-29 September. Galgotias University, Greater Noida, UP, India.
- Guleker, R. ve Keci, J. 2014. The Effect of Attendance on Academic Performance. Mediterranean Journal of Social Sciences, 5(23).
- Khatun, A., Fazlul Haque, A. K. M., Ahmed, S. ve Rahman, M. M. 2015. Design and implementation of iris recognition-based management system. 2015 International Conference on Electric Engineering and Information Communication Technology (ICEEICT). 21-23 May. IEEE. No: 15570569, (1-6); Dhaka, Bangladesh.
- Konatham, S., Chalasani, B. S., Kulkarni, N. ve El Taeib, T. 2016. Attendance generating system using RFID and GSM. 2016 IEEE Long Island Systems, Applications and Technology Conference (LISAT). 29 April. IEEE. No: 16120074, (1-3); Farmingdale, USA.
- Lautour, N., Small, L., Harris, J. ve Hopkins, M. 2020. Bluetooth Proximity Estimation by Signal Strength. Defence Technology Agency.
- Mademikhanov, Y., Otyunshin, A., Shumenov, R. ve Rizvi, M. 2021. Automated Attendance-Checking System Using Bluetooth. 2021 IEEE Smart Information Systems and Technologies (SIST). 28-30 April. IEEE. No: 20730727, (1-6); Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Mohamed, B. K. P. ve Raghu, C. V. 2012. Fingerprint attendance system for classroom needs. Annual IEEE India Conference (INDICON). 7-9 December. IEEE. No: 13355729, (433-438); Kochi, India.
- Nalintipwong, S., Tasarika, T., Ruksomya, C., Vittayakorn, S. ve Numnonda, T. 2019. Concurrent Self-Identification Applying QR Code to Record Class Attendance (QRClass). 2019 IEEE 9th International Conference on Electronics Information and Emergency Communication (ICEIEC). 12-14 July. IEEE. No: 18886114, (1-5); Beijing, China.
- Noguchi, S., Niibori, M., Zhou, E. ve Kamada, M. 2015. Student Attendance Management System with Bluetooth Low Energy Beacon and Android Devices. 18th International Conference on Network-Based Information Systems.
- Önder, M., Mermerkaya, A. O. 2012. Merhaba Android. Pusula.

- Özcan, C., Saray, F. ve Tari, M. 2018. Mobil Cihazlar İçin RFID&Bluetooth Düşük Enerji Teknolojisi İle Öğrenci Yoklama Sistemi Tasarımı. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 2(1); 26-30.
- Pani, P. K. ve Kishore, P. 2016. Absenteeism and performance in a quantitative module A quantile regression analysis. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 8(3); 376-389.
- Puckdeevongs, A., Tripathi, N. K., Witayangkurn, A. ve Saengudomlert, P. 2020. Classroom Attendance Systems Based on Bluetooth Low Energy Indoor Positioning Technology for Smart Campus. *Information*, 11(6); 329.
- Raj, R., Das, A. ve Gupta, S. C. 2019. Proposal of an Efficient Approach to Attendance Monitoring System using Bluetooth. 2019 9th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence). 10-11 January. IEEE. No: 18868873, (611-614); Noida, India.
- Samet, R. ve Tanriverdi, M. 2017. Face Recognition-Based Mobile Automatic Classroom Attendance Management System. 2017 International Conference on Cyberworlds (CW). 20-22 September. IEEE. No: 17413244, (253-256); Chester, UK.
- Saputra, K., Puspitasari, R., Abidin, T. F. ve Yunardi, D. H. 2021. Design and Implementation of Indoor Positioning System Technology Lecture Attendance Application using Bluetooth Low Energy and K-NN Classification Model. 2021 International Conference on Computer System, Information Technology, and Electrical Engineering (COSITE). 20-21 October. IEEE. No: 21545328, (138-143); Banda Aceh, Indonesia.
- Shene, A., Aldridge, J. ve Alamleh, H. 2021. Privacy-Preserving Zero-effort Class Attendance Tracking System. 2021 IEEE International IOT, Electronics and Mechatronics Conference (IEMTRONICS). 21-24 April. IEEE. No: 20612728, (1-4); Toronto, ON, Canada.
- Subhan, F., Khan, A., Saleem, S., Ahmed, S., Imran, M., Asghar, Z. ve Bangash, I. 2019. Experimental analysis of received signals strength in Bluetooth Low Energy (BLE) and its effect on distance and position estimation. Wiley.
- Varadharajan, E., Dharani, R., Jeevitha, S., Kavinmathi, B. ve Hemalatha, S. 2016. Automatic attendance management system using face detection. 2016 Online International Conference on Green Engineering and Technologies (IC-GET). 19 November. IEEE. No: 16864726, (1-3); Coimbatore, India.
- Xiong, J. 2018. Study on College Attendance Platform Based on Bluetooth Technology and Android Platform. *Advances in Intelligent Systems Research*, (147).