

LLM DESTEKLİ BİR MOBİL YOKLAMA ASİSTANI – BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ

Fatma SERT^a ve Erdal ÖZDOĞAN^b

Makale Bilgisi

Makale Türü
Araştırma Makalesi

Gönderim Tarihi:
21/04/2026

Kabul Tarihi:
22/06/2026

Anahtar Kelimeler:
Akıllı Yoklama, QR
Tabanlı Yoklama,
Proaktif Yoklama
Sistemi, LLM
destekli yoklama,
Bağlam Duyarlı
Yoklama.

Özet

Geleneksel yoklama sistemleri genellikle öğrenci bağlılığını ve veri erişilebilirliğini göz ardı ederek yalnızca kayıt tutmaya odaklanmaktadır. Bu çalışma, yoklama sürecini durağan bir idari görevden bir akademik asistana dönüştüren, bir mobil yoklama ekosistemi sunmaktadır. Sistem, dinamik QR kod tarama ile desteklenen çok katmanlı bir doğrulama çerçevesi kullanarak güvenli, hızlı ve yakınlık tabanlı bir doğrulama süreci sağlar. Coğrafi sınırlama ile bu hibrit kontrol mekanizmalarını birleştiren sistem; akademik motivasyonu ve zaman yönetimini artırmak amacıyla, öğrencilere kampüse giriş yaptıklarında kişiselleştirilmiş dijital dürtme ve ders programı hatırlatıcıları sunarak bağlam duyarlı etkileşimler başlatır. Önerilen mimari, eğitmenlerin doğal dil sorguları aracılığıyla veri analizleri yapmasına sağlayan bir LLM katmanı entegre etmektedir. Böylece devamsızlık sınırını aşma riski taşıyan öğrencilerin önceden belirlenmesi gibi gerçek zamanlı müdahalelere imkân tanır. Ayrıca sistem, BYOD modelini benimseyerek veri gizliliğine ve maliyet etkinliğine öncelik verir. Bu sayede pahalı biyometrik donanım veya sabit altyapı kurulumlarına duyulan ihtiyacı ortadan kaldırır.

^a Bursa Uludağ Üniversitesi, İnegöl İşletme Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Bursa ORCID: 0009-0000-4346-5519

^b Bursa Uludağ Üniversitesi, İnegöl İşletme Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Bilişim Sistemleri ABD., 16400 Bursa, ORCID: 0000-0002-3339-0493

LLM-POWERED MOBILE ATTENDANCE ASSISTANT: A CASE STUDY OF BURSA ULUDAĞ UNIVERSITY

Article Information

Article Type

Research Article

Submission Date:

21/04/2026

Acceptance Date:

22/06/2026

Keywords: Smart Attendance, QR-Based Attendance, Proactive Attendance System, LLM-Powered Attendance, Context-Aware Attendance

Abstract

Traditional attendance systems often focus solely on record-keeping, neglecting student engagement and data accessibility. This study presents a mobile attendance ecosystem that transforms the attendance process from a static administrative task into an academic assistant. The system provides a secure, rapid, and proximity-based verification process using a multi-layered authentication framework supported by dynamic QR code scanning. Integrating these hybrid control mechanisms with geofencing, the system initiates context-aware interactions—such as personalized digital nudges and schedule reminders when students enter the campus—to enhance academic motivation and time management. The proposed architecture integrates an LLM layer that enables instructors to perform data analysis through natural language queries, allowing for real-time interventions, such as the early identification of students at risk of exceeding absence limits. Furthermore, the system prioritizes data privacy and cost-effectiveness by adopting the BYOD model, thereby eliminating the need for expensive biometric hardware or fixed infrastructure installations.

1. GİRİŞ

Yükseköğretim kurumlarında öğrenci başarısının ve akademik performansın temel belirleyicilerinden biri derslere düzenli katılımdır (Yılmaz vd., 2020; Dalkılıç ve Aydın, 2018). Üniversite eğitimi, sadece bilgi aktarımı değil, aynı zamanda sosyal etkileşim ve eleştirel düşünme becerilerinin kazanıldığı bir süreçtir. Bu bağlamda derse devamlılık, öğrencinin müfredata uyum sağlaması ve kurumsal aidiyet duygusunu geliştirmesi açısından kritik bir öneme sahiptir (Aynas, 2024). Bilişim teknolojilerindeki gelişmeler, eğitim süreçlerinin dijitalleşmesini sağlarken, bu dönüşüme paralel olarak devam kontrol süreçleri de gelişimini sürdürmektedir. Nitekim devam takip sistemlerin geleneksel yöntemlerden başlayıp, biyometrik yöntemlere, ardından Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) tabanlı çözümlerden Nesnelerin İnterneti (IoT) tabanlı çözümlere doğru evrim geçirdiği söylenebilir (Salunkhe vd., 2025). Yapılan araştırmalar, özellikle Yapay Zekanın idari verimliliği artırdığını, kişiselleştirilmiş öğrenme yolları sunduğunu ve yenilik yönetiminin okullarda kritik bir ihtiyaç haline geldiğini ortaya koymaktadır (Cankurtaran, 2025). Eğitimde birçok alanda olduğu gibi devam takibinde de YZ ve Makine Öğrenmesi gibi dijital yöntemlere dayalı akıllı yoklama sistemleri kullanılmaktadır. Öte yandan, dijitalleşen bu süreçlerde biyometrik verilerin dikkat, stres ve katılımı izlemede nesnel kanıtlar sunduğu görülmekte, ancak bu verilerin "özel nitelikli kişisel veri" statüsünde olması nedeniyle Kişisel Verileri Koruma Kanunu (KVKK) kapsamında sıkı bir şekilde korunması gerektiği gerçeği unutulmamalıdır (Şılbır, 2025). Buna karşın, literatür incelendiğinde akıllı yoklama sistemlerine yönelik araştırmaların %90'ından fazlasının teknik performans ve güvenliğe odaklandığı, etik kaygıların ise neredeyse hiç yer

almadığı dikkat çekmektedir (Purnamawati vd., 2026). Dolayısıyla teknolojik araçların varlığı, tek başına eğitimin kalitesini ve öğrenci başarısını artırmak için yeterli değildir. Bu noktada önemli olan hem hukuki sınırlara sadık kalıp hem de bu verilerin nasıl anlamlandırıldığı ve eğitsel bir değere nasıl dönüştürüldüğüdür. Tam da bu noktada Büyük Dil Modelleri (LLM), toplanan devamsızlık ve katılım verilerini analiz ederek akademik risk altındaki öğrencileri erkenden tespit etme, öğretim elemanlarına otomatik/anlamli raporlar sunma ve öğrencilere kişiselleştirilmiş eğitsel geri bildirimler üretme gibi benzersiz avantajlar sağlamaktadır.

LLM'ler, verinin sadece kaydedilmesinden ziyade, verinin analiz edilmesi ve anlamlandırılması aşamasında kritik bir rol oynar (Neelakantan vd., 2025). LLM destekli sistemler öğrencilere, öğretim görevlilerine ve yöneticilere çeşitli avantajlar sunmayı hedefler. Yöneticilerin karmaşık sorgular yazmak yerine, "Bugün hangi bölümün katılımı %80'in altında?" gibi doğal dilde sorular sorarak veritabanından istatistiksel bilgi almasını sağlar (Yugesh vd., 2024). Benzer şekilde öğrencilerin devam verilerini analiz ederek kategoriler oluşturma ve buna göre kişiselleştirilmiş çalışma tavsiyeleri sunma yetenekleri bulunmaktadır (Chilakala vd., 2026). Ek olarak derse katılımı azalan veya akademik olarak geri düşme riski olan öğrencileri, yoklama ve diğer etkileşim verilerini birleştirerek tahminleme yapma ve öğretim görevlilerine erken uyarı gönderme gibi oldukça faydalı uygulama geliştirme potansiyeli sunmaktadır (Basit, vd., 2025).

1.1 Problem Durumu

Günümüzün kalabalık sınıflarında ve dinamik eğitim yapısında, devam takibini geleneksel yöntemlerle yönetmek hem etik hem de operasyonel açıdan bazı sorunları beraberinde getirmektedir (Uçar ve Uludağ, 2018; Pehlivanoglu ve Duru, 2016; Akçay ve Altay, 2023; Uğuz ve Turan, 2020; Sezdi ve Tüysüz, 2018). Mevcut kullanılan sistemlerin ortak sorunu reaktif bir yapıda olmalarıdır. Yani devamsızlık olayı gerçekleşip veri üretildikten sonra sistem devreye girmektedir. Bu nedenle geleneksel çözümler, öğrenci motivasyonu ve kampüs aidiyeti gibi bütüncül eğitsel kazanımları sürece entegre etme noktasında kısıtlı bir etki alanına sahiptir.

Bilişim teknolojilerindeki ilerlemelerle birlikte, geleneksel imza yöntemlerine alternatif olarak kartlı geçiş sistemleri, biyometrik tarayıcılar ve QR kod tabanlı çeşitli dijital devam sistemleri geliştirilmiştir. Teknoloji geliştikçe bu araçlar daha işlevsel hale gelmiş olsa da mevcut çözümlerin çoğu halen bazı temel eksiklikler barındırmakta veya tamamlayıcı özelliklerden yoksun kalmaktadır. Örneğin, biyometrik tabanlı sistemler yüksek kurulum maliyetleri ve KVKK konusundaki hassasiyetler nedeniyle her kurumda kolayca uygulanamamaktadır. Kartlı sistemler, kartın bir başkasına verilmesi gibi suistimallere açık yapısını korurken, QR kod tabanlı çözümler ise öğrencilerin kodun fotoğrafını birbirine göndermesi gibi güvenlik açıklarına yol açabilmektedir. Ayrıca, mevcut sistemlerin çoğu sadece veri toplama odaklı olup öğrenciyle etkileşim kurmayan statik yapıları nedeniyle bütüncül bir çözüm sunmaktan uzaktır.

Mevcut literatür incelendiğinde, akıllı devam kontrol sistemlerinin genellikle maliyet, etkileşim eksikliği ve verilerin analiz süreci olmak üzere üç ana eksenle tıkandığı görülmektedir. Öte taraftan, eğitici ve öğrenciler, parmak izi yöntemiyle yapılan devam kontrol uygulamasının derslere olan ilgi ve ders başarısı üzerinde olumlu bir etkisinin olmadığını düşünmektedirler (Bahşi vd., 2018). Yine mevcut uygulamalar öğrenciyle sadece yoklama anında etkileşime girmekte, öğrencinin kampüs içindeki hareketini bir akademik fırsata dönüştürememektedir. Benzer şekilde toplanan verinin anlamlandırılması ve yapılandırılması süreci, idari personel için zaman alıcı ve hataya meyilli olabilir. Literatürde, idari veya akademik görevdeki son kullanıcıya Doğal Dil İşleme (NLP/LLM) aracılığıyla doğrudan analiz sunan bir sistem eksikliği açıkça görülmektedir. Bu eksiklikler ve suistimal riskleri, daha ekonomik, güvenli ve öğrenci merkezli yeni nesil bir sistem ihtiyacını doğurmuştur.

1.2 Temel Katkılar

Bu çalışma kapsamında tasarlanan sistem, yalnızca geleneksel yoklama verilerini dijitalleştirmekle kalmayıp, mevcut çözümlerdeki yapısal zayıflıkları gidermeye yönelik tamamlayıcı özellikler içermektedir. Araştırmanın temel motivasyonu, teknolojik altyapıyı (dinamik QR, LLM entegrasyonu, mekân duyarlılığı) yalnızca veri kaydetmek için değil, yöneticiler, eğitmenler ve öğrenciler arasındaki iletişim boşluğunu kapatmak için kullanmaktır. Sistemin sağladığı diğer bir avantaj, veri güvenliği ve akademik dürüstlüğün düşük maliyetli bir altyapı ile sağlanmasıdır. Ek donanım yatırımı gerektirmeyen Kendi Cihazını Getir (BYOD) yaklaşımı sayesinde, eğitim süreçlerinde önemli bir sorun olan "yerine imza atma" gibi suistimler minimize edilmektedir. Sistemin teknolojik mimarisi, dinamik ve konum duyarlı QR kod üzerine inşa edilmiştir. Bu yapı, öğrencinin fiziksel mevcudiyetini mekân ve zaman bağlamında yüksek doğrulukla teyit ederek yoklama sürecinin güvenilirliğini üst seviyeye çıkarmaktadır. Ayrıca, önerilen mimariye entegre edilen LLM katmanı, yöneticiler ve eğitmenler için veri analizi süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Kullanıcılar, teknik bir raporlama arayüzüne ihtiyaç duymaksızın doğal dil sorguları aracılığıyla karmaşık veri setleri üzerinde analizler gerçekleştirebilmektedir. Bu sayede, devamsızlık verileri analiz edilerek akademik risk altındaki öğrenciler erkenden fark edilebilir, yapay zekâ desteğiyle ihtiyaç duyulan müdahaleler çok daha hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirilebilir.

Sistemin sunduğu temel işlevlerden biri de öğrenci motivasyonu ve öz-denetim mekanizmasıdır. Öğrencilere devam durumlarına dair sistem tarafından gönderilen otomatik bilgilendirmeler, öğrencinin akademik sorumluluğunu hatırlatmakta ve devamsızlık sınırına dair riskleri erkenden görmesini sağlamaktadır. Sistem, kampüs sınırları içindeki öğrencilere anlık bildirimler aracılığıyla ulaşarak, henüz bir sorun yaşanmadan onlara destek sunan çift yönlü bir iletişim köprüsü görevi görmektedir. Bu yaklaşım, yoklama sistemlerini pasif birer denetim aracından, akademik başarıyı ve öğrenci motivasyonunu doğrudan etkileyen aktif bir öz-denetim mekanizmasına dönüştürür. Bu bağlam duyarlı etkileşimler, birer dijital dürtme işlevi görerek öğrencinin akademik sorumluluk bilincini pekiştirirken, aynı zamanda kurumla olan aidiyet bağını güçlendirmekte ve devamsızlık risklerine karşı erken uyarı

sağlayan bir öz-denetim mekanizması oluşturmaktadır. Bu tür bildirimler ve hatırlatıcılar, öğrencileri harekete geçirmek için zamanında ve kişiselleştirilmiş uyarılar sağlar (Berger vd., 2025; Tate, 2023). Operasyonel açıdan ise sistem, dinamik süreç yönetimi imkânı tanımaktadır. Derslik değişikliği, zorunlu saat revizeleri ve ders erteleme gibi acil durumlarda öğrenciye gönderilen anlık bildirimler, iletişimi kesintisiz kılmaktadır. Ayrıca, ders programlarının ve sınav tarihlerinin otomatik olarak öğrenci takvimlerine entegre edilmesi, sistemi basit bir kayıt aracından çıkarıp destekleyici bir akademik asistan modeline dönüştürmektedir.

Bu çalışmanın literatürdeki uygulamalardan temel farkı ve özgün değeri, yoklama sürecini sadece bir denetim ve kayıt mekanizması olarak değil, öğrenciyle kurum arasında sürekli ve dinamik bir etkileşim kuran akıllı bir ekosistem olarak kurgulamasıdır. Mevcut sistemler genellikle pasif veri toplama ve raporlama odaklıyken, bu model, mekân duyarlı güvenli mimarisi ile veri manipülasyonu risklerini minimize ederken, eş zamanlı olarak LLM entegrasyonu ve otomatik bildirim mekanizmalarıyla öğrenci davranışlarına rehberlik eden bir akademik asistan rolü üstlenmektedir. Dolayısıyla önerilen sistem, yoklamayı geleneksel bir idari yük olmaktan çıkarıp, akademik başarıyı ve kurum aidiyetini destekleyen bir müdahale aracına dönüştürmesiyle özgün bir model sunmaktadır.

Önerilen sistem, farklı paydaşlar için çok katmanlı bir fayda modeli sunarak akademik süreçleri iyileştirmeyi hedeflemektedir. Öğretmenler ve yöneticiler için sistem, entegre LLM katmanı sayesinde karmaşık ya da dağınık olan verileri teknik arayüzlere ihtiyaç duymadan, doğal dil sorgularıyla analiz etme imkânı tanımaktadır. Bu da akademik risk altındaki öğrencilerin erkenden tespit edilerek desteklenmesini sağlamaktadır. Öğrenciler için ise BYOD yaklaşımıyla, kişisel biyometrik verilerin paylaşılması endişesi olmadan güvenli bir katılım ortamı sunar. Anlık bildirimler aracılığıyla uygulanan dijital dürtme mekanizmaları sayesinde akademik sorumluluk bilinci pekiştirilmesi hedeflenir. Son olarak sistem, ders ve sınav süreçlerini öğrenci takvimiyle otomatik senkronize ederek, yoklamayı basit bir idari denetim aracı olmaktan çıkarmakta ve öğrencinin akademik başarısına katkı sunan bir akademik asistan modeline dönüştürmektedir.

Makalenin geri kalanı şöyle organize edilmiştir. İkinci bölümde alanda yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde önerilen sistem mimarisi ve çalışmanın metodolojisi sunulmuştur. Tartışma bölümünde alanda yapılan çalışmalardan elde edilen uygulama özellikleri ele alınmıştır. Sonuç bölümünde çalışma özetlenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde yer alan akıllı yoklama sistemlerine dair çalışmalar incelendiğinde, araştırmaların büyük bir kısmının RFID ve biyometrik sensörler gibi donanım maliyeti gerektiren altyapılar üzerinden şekillendiği görülmektedir. Bu kapsamda 2018 yılında Uludağ ve Uçar tarafından yapılan bir çalışmada (Uçar ve Uludağ, 2018), eğitim kurumlarında geleneksel kâğıt tabanlı yoklama süreçlerinin neden olduğu zaman kaybını, karmaşıklığı ve sınav esnasındaki kimlik kontrolünün yarattığı dikkat

dağınıklığını ortadan kaldırma amaçlanmıştır. Çalışmada IoT teknolojileri kullanılarak, öğrenci devam takibinin e-imza mantığıyla dijitalleştirilmesi ve devam sınırındaki öğrencilerin otomatik e-posta yoluyla uyarılması hedeflenmiştir. Çalışmada donanım tabanlı RFID teknolojisi ve biyometrik parmak izi okuma sensörleri entegre edilmiştir. Aydın ve Dalkılıç (2018), RFID teknolojisinden yararlanarak öğrencilerin devam durumlarını izleyen temassız bir akıllı kart sistemi kurgulamışlardır. Araştırmacılar, geliştirilen bu donanım altyapısını desteklemek ve verilerin yönetimini kolaylaştırmak amacıyla web tabanlı bir takip arayüzü de tasarlamışlardır. Pehlivanoglu ve Duru (2016) çalışmasında yine parmak izi okuyucu sistem tasarlanmış ve öğrenci devamının takip edilmesi amaçlanmıştır. Uğuz ve Turan (2020) akıllı telefon, internet bağlantısı ve elektrik kaynağına ihtiyaç duymayan, taşınabilir özellikli, parmak izi okumaya dayalı dijital bir öğrenci yoklama sistemi geliştirmişlerdir. Çalışmada sistemin web tabanlı bir uygulamasının yapılarak kampüs öğrenci bilgi sistemine entegre edilmesi, dokunmatik ekran eklenmesi, kapasitesi daha yüksek ve hassas sensörlerin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır. Turan ve Doğan (2024) çalışmasında geleneksel yoklama yöntemlerinin yol açtığı zaman israfını ve yerine imza atma gibi sorunları önlemek amacıyla Yüz Tanıma Tabanlı Öğrenci Takip Sistemi geliştirilmiştir. Sezdi ve Tüysüz (2018) Fonksiyonel Elektronik Yoklama Sistemi adı verilen, kurumun halihazırda var olan elektronik bilgi sistemi ve mevcut kimlik kartlarını kullanan, web servis tabanlı ve RFID kartlı bir yoklama sistemi geliştirilmişlerdir. Yazarlar sistemin en büyük zafiyeti olarak, bir öğrencinin derse gelmeyen başka bir arkadaşının kartını okutarak sistemi yanıltabilmesi olduğunu belirtmişlerdir.

Akçay ve Altay (2023) çalışmasında Bluetooth düşük enerji (BLE) teknolojisine sahip işaret yayıcı cihazlar ve akıllı telefonlar kullanılarak, öğrencilerin derse katılım sürelerini saat bazında belirleyen bir yoklama otomasyonu geliştirmişlerdir. Yazarların önerdiği sistemde öğrenciler, çevredeki işaretçiye aratır ve kendisine en yakın olanı seçerek öğrenci numarası ve şifresiyle sisteme giriş yapar. Bilen ve diğerlerinin (2015) çalışmasında öğrencinin GPS konum verisi kullanarak çalışan, K-En Yakın Komşu (KNN) algoritması tabanlı etkileşimli ve gerçek zamanlı bir mobil yoklama yazılımı geliştirilmiştir. Çalışmada öğrenci konum verisine en uygun dersi seçerek sisteme giriş yapmaktadır. Ancak her iki çalışmada da bu süreç öğrencilerin elle seçim yapması nedeniyle hataya meyillidir.

Ekincioglu ve Keser (2025), sınıf içi video akışından yüz tespiti yapan ve SVM, CNN gibi modelleri çoğunluk oyu ile birleştiren hibrit bir yoklama sistemi geliştirerek küçük sınıflarda %97'ye varan yüksek doğruluk oranlarına ulaşmıştır. Küçük sınıflarda %97'ye varan yüksek doğruluk oranlarına ulaşan bu çalışma, sert ışık ve çok eğik yüz görünümleri gibi durumlarda hata payının arttığını belirtmiştir. Ancak söz konusu sistemin video tabanlı donanıma bağımlı olması ve bireysel görüntü mahremiyetine dair taşıdığı riskler, çalışmamızın odaklandığı BYOD yaklaşımından ile farklılaşmaktadır.

Ege ve Özdemir (2026), ağırlık sensörleri ve RFID modülleri kullanarak donanım tabanlı bir yoklama sistemi geliştirmiştir. Benzer bir çalışmada Özcan ve diğerleri (2018), mobil cihazlar için RFID ve Bluetooth Düşük Enerji (BLE) teknolojisini kullanan bir yoklama uygulaması geliştirmiştir. Polat ve Doğan (2025), Raspberry Pi 4 ve OpenCV kütüphanesini kullanarak, LBPH algoritması tabanlı düşük

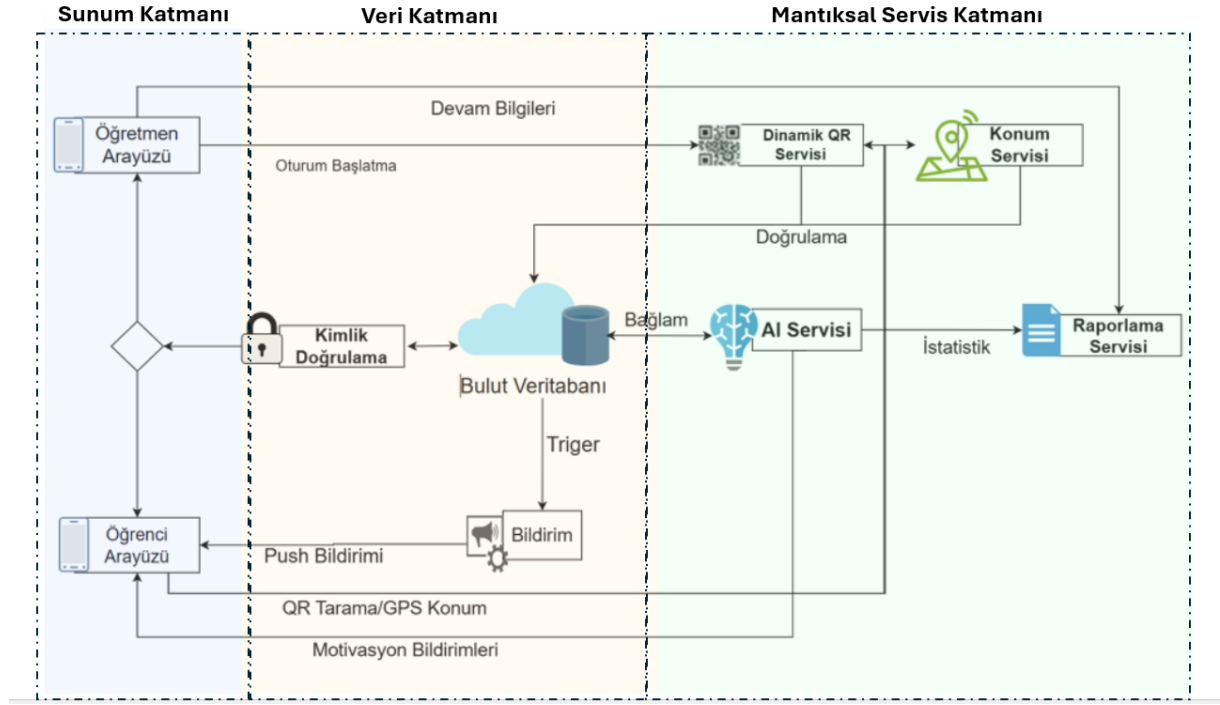
maliyetli ve taşınabilir bir yüz tanıma sistemi geliştirmiştir. Beş öğrenci üzerinde yapılan testlerde %92,5 doğruluk oranına ve 0,15 saniyelik hızlı tanıma süresine ulaşmışlardır. Ancak her üç çözüm de fiziksel kurulum ve yüksek maliyetli donanım bağımlılığına neden olmaktadır.

Çalışmamıza benzer olarak 2024 yılında yapılan güncel bir çalışmada, LLM destekli devam yönetim ve analiz sistemi tasarlanmıştır. Web tabanlı çalışan bu sistemde öğrenciler için Chatbot özelliği eklenmiştir. Yazarlar duyuru modülü ve haber modülünün bu tür sistemlere entegre edilmesini önermişlerdir (Yugesh vd., 2024). Çalışmamız mobil uygulama olması nedeniyle daha kullanışlı olması ve belirtilen ek özellikleri de içermesi yönünden ayrılmaktadır. LLM kullanımı yönünden çalışmamıza oldukça benzer diğer bir çalışmada, öğrencilerin akademik ve idari bilgilere erişimini kolaylaştırmak amacıyla LLM ile güçlendirilmiş NexU adlı akıllı bir kampüs asistanı geliştirilmiştir (Hemaswathi vd., 2026). Önerilen sistem, yapılandırılmış veri tabanlarından bilgi çekerek öğrenci sorgularını doğal dilde yanıtlamanın yanı sıra bünyesinde barındırdığı devam hesaplayıcı gibi araçlarla üniversite personelinin idari yükünü azaltmayı hedeflemektedir. Ancak çalışmanın eğitim ortamında kullanımına ilişkin bir bilgi bulunmamaktadır.

Bu çalışmalar incelendiğinde, sistemin her derslik için sensör, kamera, RFID kart okuyucu gibi ayrı donanım gerektirmesi, geniş ölçekli kampüs uygulamalarında yüksek bir ilk kurulum maliyeti doğurmaktadır. Ayrıca öğrencilere ait parmak izi, yüz fotoğrafları gibi hassas biyometrik verilerin toplanması, KVKK, GDPR ve etik ilkeler bağlamında ciddi güvenlik ve depolama sorumlulukları getirmektedir. Diğer taraftan, incelenen bu çalışmalarda öğrencilere sorunlar büyümeden destek olma veya dijital asistanlar üzerinden rehberlik sunma gibi anlayışların geri planda kaldığı görülmektedir. Bu da mevcut sistemlerin ağırlıklı olarak denetim odaklı kalmasına neden olmaktadır. Mevcut literatür, devam kontrolünü ağırlıklı olarak idari bir veri toplama süreci olarak ele alırken, öğrencinin kampüs yaşamına katılımını tetikleyen, bağlam duyarlı rehberlik sunan ve akademik motivasyonu dinamik bildirimlerle destekleyen bir etkileşim modeli henüz tam anlamıyla olgunlaşmamış bir gelişim alanı olarak karşımıza çıkmaktadır.

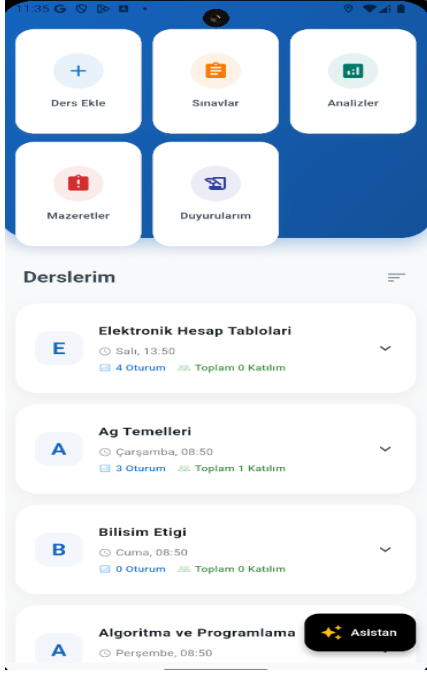
3. ÖNERİLEN SİSTEM VE METODOLOJİ

Bu çalışmada, geleneksel yoklama sistemlerinin yarattığı operasyonel zaman kayıplarını ve etik ihlalleri ortadan kaldırmak amacıyla, bulut bilişim ve yapay zekâ destekli akıllı bir öğrenci takip ve akademik asistan sistemi tasarlanmıştır. Sistem geliştirme yaşam döngüsünde (SDLC), esnekliği ve sürekli iyileştirmeyi merkeze alan "Çevik Yazılım Geliştirme" modeli benimsenmiştir. Literatürde sıklıkla karşılaşılan ve kurumlara ağır kurulum/bakım maliyetleri getiren donanım bağımlı (RFID, parmak izi, fiziksel turnike vb.) yapıların aksine, bu çalışmada tamamen yazılım tabanlı, yüksek ölçeklenebilir ve heterojen donanım altyapılarına uyumlu bir mimari kurgulanmıştır. Uygulama mimarisi Şekil 1'de sunulmuştur.

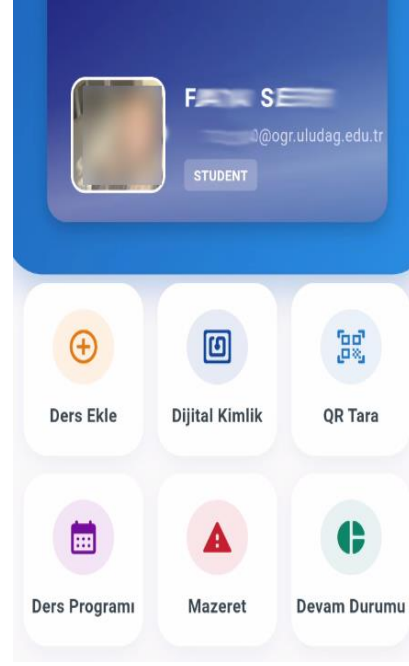


Şekil 1. Geliştirilen Uygulamanın Mimarisi.

Geliştirilen uygulama Sunum ve Etkileşim, Mantıksal Servis, Veri Katmanı olmak üzere üç modülden oluşmaktadır. Sunum ve Etkileşim Modülü öğretmen ve öğrenci rolündeki kullanıcıların sistemle temas kurduğu arayüz noktasıdır ve uygulamada arkauç tarafını ifade eder. Öğretmen ve öğrenci ana ekranına ait görseller sırasıyla Şekil 2 ve Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 2. Uygulamanın Öğretmen Ana Ekranı



Şekil 3. Uygulamanın Öğrenci Ana Ekranı

Öğretmen Arayüzünde, dersi başlatma, dinamik QR kod oluşturma görevleri bulunur. Aynı zamanda Yapay Zekâ destekli içgörüler de bu modülde yer almaktadır. Öğrenci arayüzünde ise, QR kodu tarama ve uygulama içi bildirimleri alma işlevleri yürütülür.

Mantıksal Servis Modülü, sistemin ana omurgasını ve işleyişini oluşturur. Burada öğrenci yoklaması ile ilgili doğrulama ve güvenilirlik gibi işlemler yürütülür. Dinamik QR servisi, kodun her 60 saniyede bir değişmesini sağlayarak, sınıfta olmayan bir öğrencinin fotoğrafını paylaşarak yapılan suistimalleri minimize eder. Ayrıca ek olarak, güvenilirliği arttırmak amacıyla Geofence servisi kullanılmaktadır. Bu servis ile öğrencinin GPS konumu hesaplanır, fiziksel olarak doğru koordinatlarda yani derslik içerisinde olup olmadığını doğrular. Bu iki özelliğin yanı sıra sistemin güvenilirliğini maksimize etme amacıyla, her bir mobil cihaza sadece bir öğrenci hesabı ile giriş yapabilme kısıtı eklenmiştir. Sistemde kimlik doğrulama süreci öğretmen ve öğrencilerin akademik kayıtları üzerinden gerçekleştirilmektedir.

Veri Modülü, verilerin güvenli bir şekilde saklandığı ve servisler arası iletişimin sağlandığı modüldür. Bulut tabanlı kimlik doğrulama sistemi kullanılarak, giriş yapan kişilerin akademik kimlikleri doğrulanır. Uygulamanın geliştirildiği Bursa Uludağ Üniversitesi örneğinde, öğrenci ve öğretmen rolleri, e-posta uzantısından anlaşılmaktadır. Yine NoSQL yapısıyla yoklama verileri, konum bilgileri ve uygulama durumlarının anlık takibi sağlanır. Ek olarak bulut tabanlı bilgilendirme sayesinde öğrencilere motivasyon mesajları veya devamsızlık uyarıları gibi anlık bildirimler gönderilir. Analiz ve Raporlama, veriyi anlamlı bilgilere dönüştüren yapay zekâ destekli bir özelliktir. Bulut sisteminde yer alan veriler kullanılarak öğrenci devamlılığı hakkında tahminleme yapılır, motivasyon içerikleri üretilir ve akademik raporlar için özetler hazırlanır. Bu modülde yer alan diğer bir yetenek, toplanan tüm dijital verinin çıktı formatına dönüştürülerek idari süreçler tamamlanır.

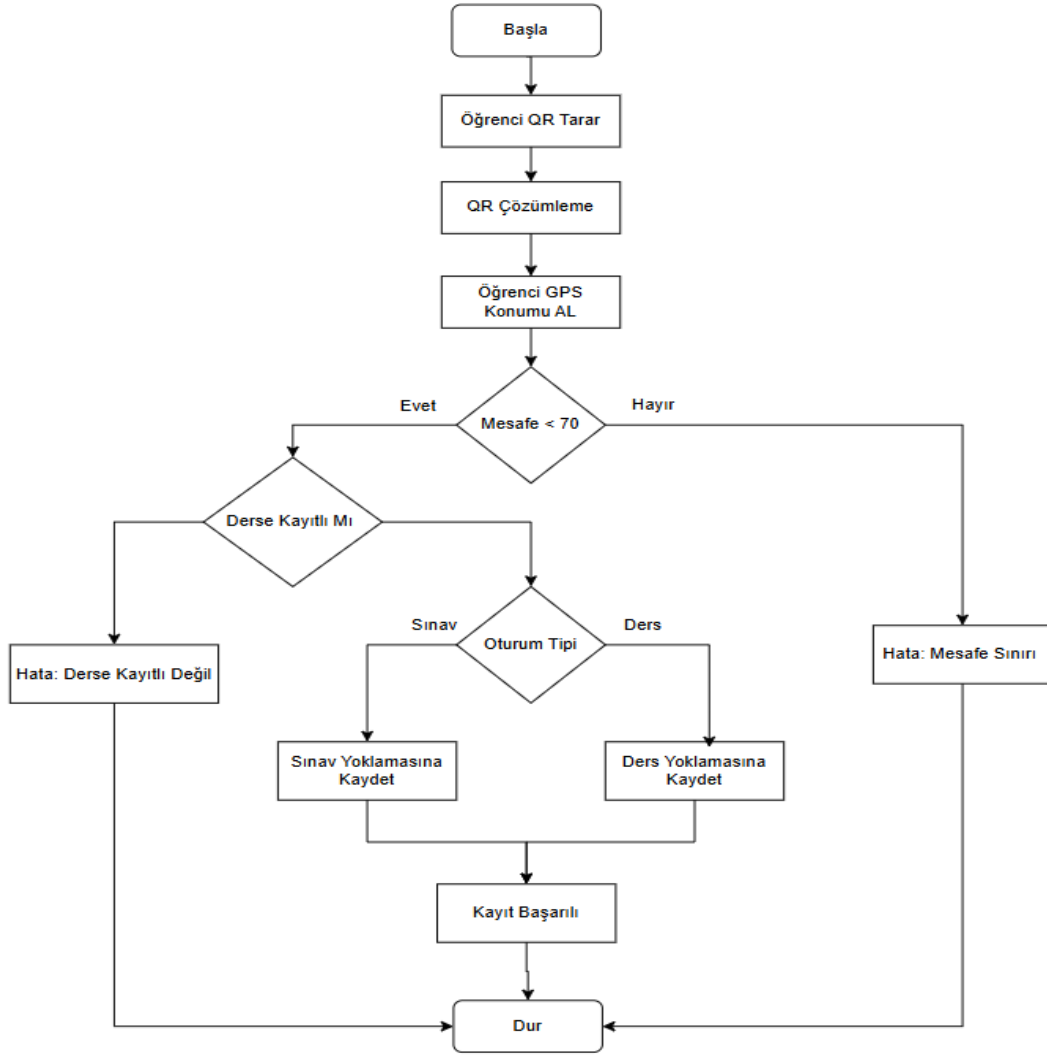
3.1. BYOD Stratejisi ve Çapraz Platform Mimarisi

Araştırmada kullanılan teknolojik altyapı, sürdürülebilirlik, maliyet-etkinlik ve maksimum erişilebilirlik prensipleri doğrultusunda BYOD stratejisi üzerine inşa edilmiştir. Sistemin uç birim yazılımları, iOS ve Android işletim sistemlerinde eşzamanlı ve yerel performans kaybı olmaksızın çalışabilmesi için çapraz platform mimarisinde geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yazılım merkezli BYOD yaklaşımı sayesinde, eğitim kurumlarının sınıflara kurması gereken özel donanım ihtiyacı ortadan kaldırılmıştır. Bu sayede kurumsal dijital dönüşümün önündeki büyük engellerden biri olan maliyet kısıtları minimize edilmiştir.

3.2. Dinamik QR Kod ve Çok Katmanlı Konum Doğrulama Algoritması

Standart barkod veya basit e-imza tabanlı sistemlerin en büyük güvenlik zafiyeti olan, kodu kopyalayarak uzaktan yoklamaya katılma problemini azaltmak için, çalışmada Dinamik QR Kod ve Konum Tabanlı Yakınlık algoritmalarını birleşimi hibrit bir güvenlik katmanı geliştirilmiştir. Asenkron Yenilenme Algoritması, sunucu tarafında kriptografik olarak üretilen kimlik doğrulama anahtarı, istemci tarafındaki zamanlayıcı fonksiyonu aracılığıyla her 60 saniyede bir asenkron olarak güncellenmektedir. Bu kısa ömürlü yapı, üretilen kodun ekran görüntüsünün alınarak başka platformlarda paylaşılması riskini en aza indirmektedir. Ek olarak öğretmenin hatalı derse ait QR kod üretimini önlemek amacıyla, günü ve saati gelmeyen oturumlara ilişkin QR oluşturulamamaktadır.

GPS Tabanlı Yakınlık Doğrulaması, salt optik okumayla yetinmeyerek çok katmanlı bir doğrulama mekanizmasını devreye sokar. QR kod içeriğine, oturumu başlatan öğretim elemanının cihazından alınan konum verileri gömülmüştür. Öğrenci kodu tarattığında sistem, öğrencinin anlık konum verisini çekmekte ve Haversine tabanlı matematiksel bir mesafe kıyaslaması yapmaktadır. Literatürdeki saha çalışmalarında, kapalı alanlardaki GPS sinyal sapmalarının katsayısı 0,356 olarak raporlanmıştır (Pakpahan, 2024). Uygulamanın yapıldığı ortamdaki derslikler için 50 metrelik maksimum köşegen uzunluğu varsayımı yapıldığında konumun hata eşiği yaklaşık 70 metre olarak hesaplanır. Mekânsal yakınlık eşleşmesini sağlayamayan istekler, kod doğru olsa bile güvenlik amacıyla reddedilmektedir. Sistemin bu yoklama doğrulama akış diyagramı Şekil 4'te gösterilmiştir.



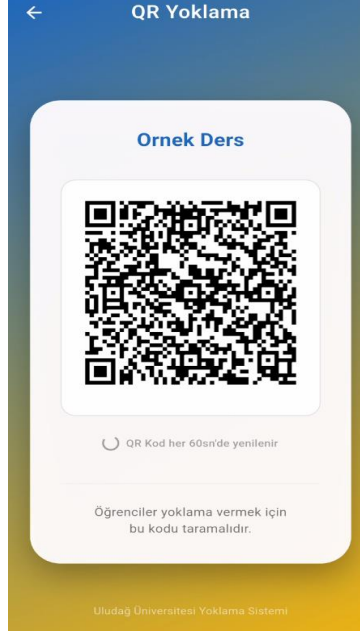
Şekil 4. Yoklama Doğrulama Algoritması Akış diyagramı

Şekil 4’te gösterilen süreç, öğrencinin öğretmenin cihazındaki dinamik QR kodu taramasıyla başlar. Uygulama, kodun içindeki şifrelenmiş veriden öğretmen GPS koordinatlarını ve oturum tipi bilgisini ayrıştırır. Geliştirilen uygulamada hem öğrencinin derse katılım durumları hem de sınava katılım bilgileri yer alabildiğinden oturum tipi ders veya sınav olabilir. Sistem, eş zamanlı olarak öğrencinin cihazından GPS verisini alır ve öğrenci ile öğretmen arasındaki mesafeyi hesaplar. Eğer mesafe hesaplanan 70 m eşik değerinden fazla ise, öğrencinin fiziksel olarak sınıfta olmadığı varsayılır ve işlem hata mesajıyla sonlandırılır.

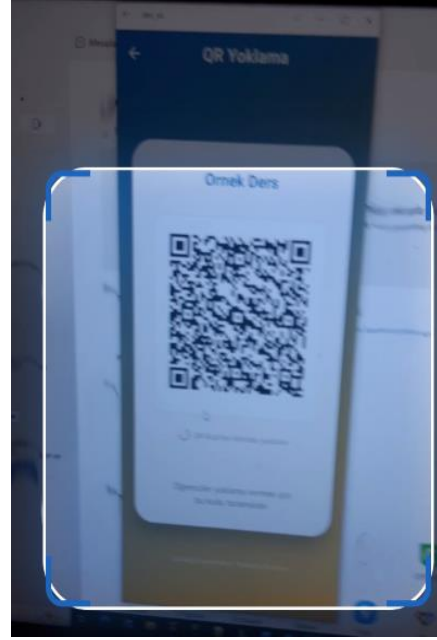
Konum doğrulamasının geçerliliğinin ardından, sistem yoklamanın bir derse mi yoksa bir sınava mı ait olduğunu belirtir. Eğer QR kod bir sınava aitse, doğrudan sınav yoklama tablosuna kayıt yapılır. Eğer bir ders oturumu ise, ek güvenlik adımları devreye girer. Bu aşamada yetkilendirme ve token kontrolü gerçekleştirilir. Yetkilendirmede öğrencinin bu derse gerçekten kayıtlı olup olmadığı belirlenir. Token kontrolünde ise taranan QR kodun içindeki bilginin, veri tabanındaki güncel ve periyodik olarak 60

saniyede bir yenilenen token ile eşleşip eşleşmediği kontrol edilir. Tüm kontrollerden geçen işlem, veri tabanına "Başarılı" olarak kaydedilir ve öğrenciye görsel bir onay mesajı gösterilerek süreç tamamlanır.

Öğretmen ve Öğrenci için QR kod oluşturma ve okuma ekran görüntüleri sırasıyla Şekil 5 ve Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 5. Öğretmen QR Kod Oluşturma Ekranı

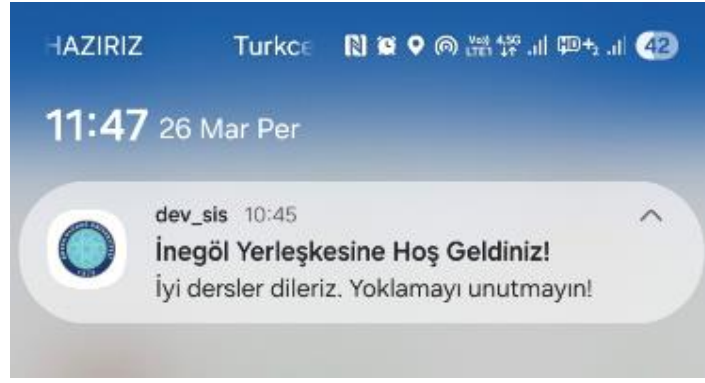


Şekil 6. Öğrenci QR Kod Okuma Ekranı

Bu algoritma, dinamik token kullanımı sayesinde hem ekran görüntüsü paylaşımını önler hem de GPS konum kontrolü sayesinde uzaktan yoklama verilmesini engelleyerek sistemin güvenilirliğini artırır.

3.3. Sanal Çit ile Konum Duyarlı Akıllı Bildirim Sistemi

Sistemin kullanıcı deneyimini zenginleştiren ve öğrenci devamsızlıklarını dolaylı yoldan azaltmayı hedefleyen işlevsel bileşenlerinden biri, Konum Duyarlı Akıllı Bildirim özelliğidir. Akıllı kampüs felsefesiyle uyumlu çalışan bu özellik, arka planda sanal çit algoritmasını kullanmaktadır. Sisteme önceden tanımlanmış kampüs GPS koordinatları, sanal bir sınır oluşturur. Bir öğrenci kampüs sınırlarından içeri girdiğinde, mobil cihazın konum servisleri bu durumu algılar ve sistemin akademik takvim modülünü otomatik olarak tetikler. Gerçek zamanlı saat verisi ile ders programı çapraz kontrolden geçirilir. Eğer öğrencinin başlamasına 15 dakika kalmış bir dersi bulunuyorsa sistem, cihazın ekranına doğrudan bir anlık bildirim gönderir. "*Dersinizin başlamasına 15 dakika kaldı. Ders: [Ders Adı], Konum: [Derslik/Amfi Adı]*" formatında gönderilen bu otonom bildirimler, öğrencilerin kampüs içi oryantasyonunu maksimize etmekte, zaman yönetimi konusunda bir asistanlık sunmakta ve derse geç kalma oranlarını düşürmeyi hedeflemektedir. Benzer şekilde dersi bulunan öğretmene de kampüs alanına girildiğinde uygulama içi bilgilendirme mesajı gönderilir (Şekil 7).



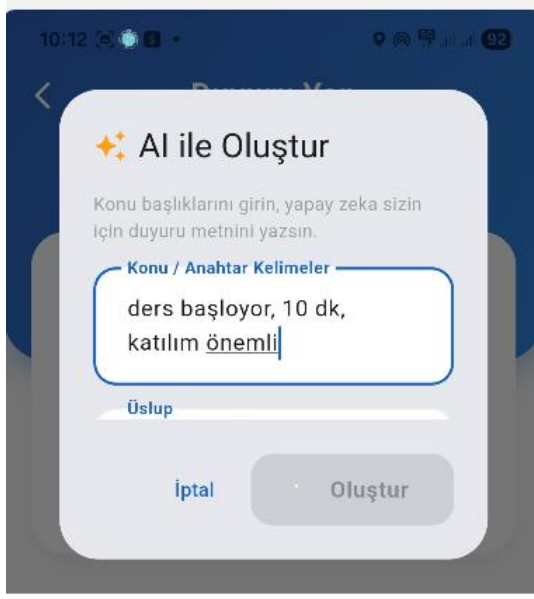
Şekil 7. Uygulama İçi Bildirim Mesajı Örneği

3.4. Entegre Sınav ve Oturum Yönetimi

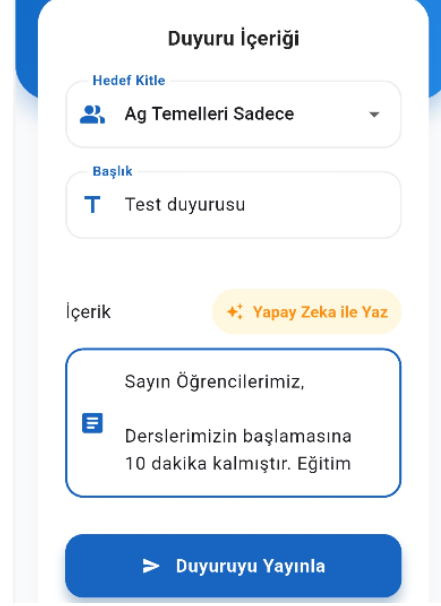
Geliştirilen mimarinin esnekliği, sistemi sadece rutin ders yoklamalarıyla kısıtlamayıp, kurumsal akademik yönetimin en stresli süreçlerinden biri olan "Sınav Oturumu Entegrasyonu" ile ölçeklenebilir kılmıştır. Bu modül sayesinde, kâğıt tabanlı sınav giriş belgeleri tamamen dijitalleştirilmiş olup, sınav esnasındaki kimlik doğrulama ve yoklama alma süreçleri saniyeler düzeyine indirilmiştir. Ders oturumları ile sınav oturumları, arka planda farklı konfigürasyonlara sahip olmalarına rağmen aynı güvenlik mimarisi üzerinden izole bir biçimde çalıştırılmaktadır.

3.5. Üretken Yapay Zekâ Asistanı ve İzole Veri Mimarisi

Literatürdeki standart yoklama otomasyonlarından ayrılan temel husus, sisteme zeki bir karar destek mekanizması olarak Büyük Dil Modellerinin entegre edilmiş olmasıdır. Bu amaçla, güçlü doğal dil işleme yeteneklerine sahip Yapay Zeka API'si sistemin analitik motoru olarak konumlandırılmıştır. Yapay zekâ asistanı, sistemde biriken devam verilerini sürekli analiz ederek öğrencilerin devamlılık eğilimlerini saptar. Devamsızlık yasal sınırını aşma eğilimi gösteren risk grubundaki öğrencileri belirleyerek öğretim elemanlarına raporlar sunar. Yapay zekâ destekli diğer bir özellik de akademisyenlerin asgari çabayla azami verim alması için sisteme girilen birkaç anahtar kelimedenden çok kısa sürede resmi, kurumsal veya daha samimi bir dil alternatifleri ile duyuru metinleri üretilebilmesidir (Şekil 8 ve Şekil 9).



Şekil 8. Anahtar kelimedenden üretilmiş bir ders duyurusu

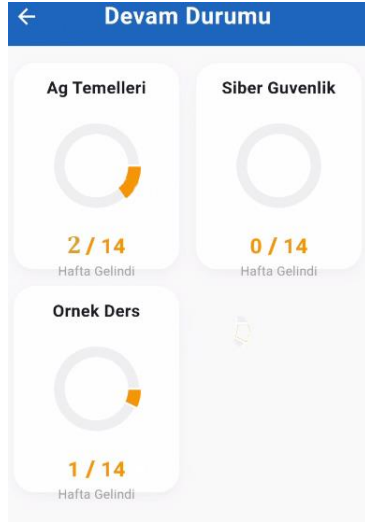


Şekil 9. AI ile üretilmiş bilgilendirme mesajı örneği

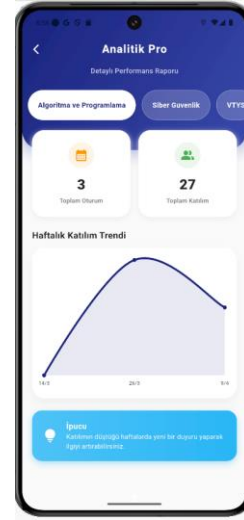
Yapay zekaya sağlanan bağlamların veri ihlali oluşturmasını engellemek için Rol Tabanlı Erişim Kontrolü seviyesi, AI sorgu katmanına kadar genişletilmiştir. Öğrenci ve eğitmen veri bağlamları sistem içinde tamamen izole edilmiş olup, yetkisiz veri çıkarımı imkânsız hale getirilmiştir.

3.6. Bilişsel Geri Bildirim

Mobil uygulama içerisine öğrencinin kendi durumunu görsel olarak algılaması ve öz-denetime katkıda bulunması amacıyla Geri Bildirim özelliği entegre edilmiştir. Bu özellikte her ders için öğrencinin katılım istatistiği gerçek zamanlı olarak sunulur (Şekil 10). Diğer taraftan öğretmen için de dersin devamına ilişkin grafiksel analizler sunularak derse katılım durumunu zamana göre analizleri sunulur (Şekil 11).



Şekil 10. Öğrenci Devam Sorgulama Ekranı



Şekil 11. Öğretmen Devam Takip Ekranı

Öğrencinin devamsızlık oranı, belirlenen yasal devamsızlık limitine yaklaştığında sistem bunu anında algılar. Renk kodlu uyarı mekanizması devreye girerek, mobil arayüzdeki grafikleri kademeli olarak dönüştürür. Bu renkli uyarılar, eşzamanlı gönderilen bildirimlerle desteklenerek dersten kalma gibi akademik başarısızlığın önüne geçmek için dijital bir akademik rehberlik hizmeti sunar.

Tasarlanan sistemin ayırt edici bir diğer özelliği, Büyük Dil Modelleri entegrasyonu sayesinde kullanıcıya veritabanı üzerinde doğal dil ile sorgulama imkânı tanınmasıdır. Şekil 12’de örneklendirilen bu arayüz, öğretim elemanlarının teknik bir raporlama bilgisine ihtiyaç duymaksızın karmaşık veri setleri içerisinde anlık katılım istatistiklerini ve devamlılık paternlerini sözel komutlarla analiz etmesine olanak sağlamaktadır.



Şekil 12. Doğal Dil ile Sorgulama ve Anlamlı İçgörüler Sunma

Literatürdeki sistemlerin reaktif yapısını ve veri anlamlandırma kısıtlılıklarını aşmak amacıyla geliştirilen bu modelde LLM katmanı, erken uyarı sağlayan bir analiz mekanizması olarak konumlandırılmıştır. Sistemin sunduğu bu dinamik yetenek, yalnızca mevcut durumun raporlanmasını değil, aynı zamanda geçmiş verilerden hareketle gelecekteki katılım eğilimlerine yönelik öngörüler çıkarımlar elde edilmesini mümkün kılmaktadır. Böylelikle önerilen ekosistem, geleneksel yöntemlerin aksine statik bir kayıt aracı olmaktan çıkarak; sınıf yönetiminde veri odaklı bir perspektif sunan, akademik başarının izlenebilirliğini artıran ve müdahale kapasitesini maksimize eden akıllı bir karar destek asistanı işlevi görmektedir.

3.7 Uygulamanın Özellikleri

Önerilen sistem, geleneksel devam kontrol mekanizmalarının ötesine geçerek kapsamlı bir 'öğrenci devamsızlık asistanı' olarak kurgulanmıştır. Bu doğrultuda sistemin fonksiyonel mimarisi sadece kayıt tutma odaklı değil, etkileşimli, proaktif ve veri analitiği temelli bir kullanıcı deneyimi sunacak şekilde tasarlanmıştır. Uygulamanın sahip olduğu temel fonksiyonlar ve bu özelliklerin operasyonel kapsamları Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Geliştirilen Uygulamanın Temel Fonksiyonları

Özellik	Açıklama
Dinamik QR tabanlı yoklama	Statik ekran görüntüsü paylaşımını engellemek için belirli saniye aralıklarıyla yenilenen ve sunucu tarafında doğrulanan karekod mekanizması.
GPS destekli konum doğrulama	Öğrencinin yoklama işlemi sırasında sadece fiziksel olarak dersliğin koordinatları (Geofencing) içindeyse sistemin onay vermesi.
Öğrenci mazeret talebi	Sağlık raporu veya teknik aksaklık gibi durumların, öğrenci tarafından öğretim üyesinin onayına sunulması.
Sınav yoklama sistemi	Sınav yoklaması yerine geçen sınav katılım doğrulaması.
İstatistiksel analizler	Devamsızlık trendleri, ders bazlı katılım oranları ve risk grubundaki (devamsızlık sınırına yaklaşan) öğrencilerin veriye dayalı tespiti.
Anlık acil bildirimler	Derslik değişikliği, ders iptali veya kampüs içi acil durumlarda tüm öğrencilere anında ulaşan bilgilendirme mesajları.
Takvim entegrasyonu	Sistemin mobil takvim ile senkronize çalışarak, ders saatlerinin ve değişikliklerin öğrenci/hoca takviminde otomatik görünmesi.
Dijital dürtme	Devamsızlık yapan veya geç kalan öğrencilere motivasyonu artırıcı otomatik hatırlatıcılar.
BYOD	Öğrencilerin ek bir donanıma ihtiyaç duymadan kendi akıllı telefonlarını güvenli bir terminal olarak kullanabilmesi.
LLM destekli asistan	Yoklama verilerini analiz eden, "Hangi hafta katılım nasıldı?" , “ABC dersi için en riskli öğrenciler kimler?" gibi soruları yanıtlayan yapay zeka tabanlı sohbet botu.
Raporlar	Yönetimsel kararlar için Excel, PDF veya görsel grafik formatında sunulan haftalık, aylık veya dönemlik kurumsal çıktı raporları.

Tablo 1’de sunulan özellikler kümesi, önerilen sistemin literatürde sıklıkla vurgulanan operasyonel ve motivasyonel kısıtlılıklara yönelik geliştirdiği çok katmanlı yaklaşımı ortaya koymaktadır. Mevcut çözümlerin genellikle yalnızca veri toplama odaklı ve reaktif kalması, eğitim süreçlerinde bütünsel bir yönetim mekanizmasının kurulmasını zorlaştırmaktadır. Bu noktada geliştirilen model, GPS doğrulaması ve dinamik QR kod entegrasyonu ile veri bütünlüğünü güvence altına alarak geleneksel yöntemlerdeki güvenlik açıklarını minimize etmeyi hedeflemektedir.

Bunun yanı sıra, sistemin sunduğu LLM destekli asistan ve dijital dürtme mekanizmaları, veriyi sadece bir kayıt birimi olmaktan çıkarıp öğrenci bağlılığını ve öz-denetim bilincini destekleyen dinamik bir etkileşim kanalına dönüştürmektedir. Böylelikle çalışma, literatürdeki teknik güvenlik ihtiyacı ile pedagojik etkileşim eksikliği arasındaki boşluğu, düşük maliyetli ve kullanıcı merkezli bir mimariyle doldurmaya yönelik mütevazı ancak işlevsel bir çözüm önerisi sunmaktadır.

4. TARTIŞMA

Mobil yoklama sistemlerine yönelik gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda, bu tür uygulamaların sahip olması gereken fonksiyonel ve teknik yetkinlikler, ilgili bilimsel kaynaklardaki referanslarıyla birlikte Tablo 2’de sistematik hale getirilmiştir. Tabloda, akademik çalışmalarda ön plana çıkan mobil yoklama özelliklerinin bir envanteri sunulmaktadır. Bu envanter, geliştirilen uygulamanın sunduğu çözümleri mevcut literatürle kıyaslayarak uygulamanın güçlü yönlerini ve literatüre katkı sağlayan özgün modüllerini ortaya koymak için bir temel teşkil etmektedir.

Tablo 2. Uygulamanın Sahip Olması Gereken Özellikler

No	Yetenekler	Açıklama	Kaynaklar
Y1	Mevcut Kurumsal Bilgi Sistemleri ile Entegrasyon	Sistemin öğrenci işleri veritabanı, ders programları ve kurumsal altyapılarıyla eşgüdümlü çalışması	(Çoruk vd., 2015), (Tarhan vd., 2023), (Sezdi ve Tüysüz, 2018), (Dalkılıç ve Aydın, 2018)
Y2	Ağ/Güç Kesintilerine Karşı Çevrimdışı Çalışma ve Yerel Yedekleme	İnternet veya elektrik kesintisi durumunda modülleriyle verinin korunması	(Uğuz ve Turan, 2020), (Sezdi ve Tüysüz, 2018)
Y3	Kriptografik Veri Güvenliği ve Şifreleme	Verilerin aktarımı ve depolanması sürecinde şifreleme gibi güvenlik standartların kullanılması	(Dalkılıç ve Aydın, 2018), (Sezdi ve Tüysüz, 2018), (Uçar ve Uludag, 2018)
Y4	Taşınabilirlik ve Enerji Bağımsızlığı	Harici bir elektrik şebekesine veya sabit kablo bağlantısına ihtiyaç duymaması	(Uçar ve Uludag, 2018), (Uğuz ve Turan, 2020)
Y5	Biyometrik Tanıma Teknolojileri	Kullanıcıların parmak izi veya yüz hatları üzerinden yüksek doğrulukla teşhis edilmesi	(Uğuz ve Turan, 2020), (Turan ve Doğan, 2024), (Pehlivanoğlu ve Duru, 2016)
Y6	Zorlu Koşullarda Algılama	Tıbbi maske kullanımında veya kalabalık giriş senaryolarında yüz tanıma işleminin kesintisiz sürmesi	(Turan ve Doğan, 2024)

Y7	Konum Doğrulama ve Mekânsal Yakınlık Ölçümü	Çeşitli ek teknolojiler ile öğrencinin derslikte olduğunu teyit edilmesi	(Bilen vd., 2015), (Akçay ve Altay, 2023)
Y8	Sistemi Yanıltmayı (Yerine İmza Atma) Önleyici Güvenlik Katmanları	Dinamik QR kodlar, asimetrik şifreleme ve öğretim elemanı onay mekanizmaları ile suistimallerin engellenmesi	(Dalkılıç ve Aydın, 2018), (Uğuz ve Turan, 2020)
Y9	Platform Bağımsız ve Duyarlı (Responsive) Arayüz	iOS, Android ve Web üzerinden sorunsuz erişilebilen, ergonomik ve kullanıcı dostu yazılım tasarımları	(Dalkılıç ve Aydın, 2018), (Uçar ve Uludag, 2018), (Başar ve Aslay, 2012)
Y10	İşitsel ve Görsel Geri Bildirim Mekanizmaları	Ekran uyarıları, göstergeler ve sesli uyarılar ile kişiselleştirilmiş özel bildirimlerin gönderilmesi	(Sezdi ve Tüysüz, 2018), (Turan ve Doğan, 2024)
Y11	Rol Tabanlı Erişim Kontrolü ve Yetkilendirme (RBAC)	Yönetici, akademisyen ve öğrenci yetkilerinin birbirinden izole edilerek güvenliğinin artırılması	(Uçar ve Uludag, 2018)
Y12	Manuel Kayıt Düzenleme ve İstisnai Durum Yönetimi	Geç kalan veya kartını unutan öğrenciler için öğretim elemanına sunulan manuel veri girişi ve silme imkânı	(Uğuz ve Turan, 2020), (Pehlivanoglu ve Duru, 2016)
Y13	Gelişmiş Analitik Raporlama ve İstatistik Sunumu	Öğrenci, sınıf, ders ve tarih bazlı dökümlerin otomatik raporlanması	(Sezdi ve Tüysüz, 2018), (Pehlivanoglu ve Duru, 2016), (Yılmaz vd., 2020), (Soba, 2012)
Y14	Veri Madenciliği ve Akademik Başarı Tahminleme	Devamsızlık-başarı ilişkisinin analiz edilmesidir	(Dalkılıç ve Aydın, 2018), (Can vd., 2018)
Y15	Proaktif Bildirimler, Anlık Mesajlaşma ve Dijital Asistanlık	Coğrafi sınır tabanlı zaman duyarlı hatırlatmalar, otomatik uyarı mesajları ile akademik rehberlik sunulmasıdır	(Uçar ve Uludag, 2018), (Ertem, 2020), (Şanlı vd., 2015), (Saridere ve Arslan, 2017)

Geliştirilen sistemlerin eksiklikleri, elde edilen bulgular ve önerilen yapılar incelendiğinde, başarılı ve işlevsel bir akıllı devam takip sisteminin sahip olması gereken temel kriterler Donanım ve Teknik Altyapı Kriterleri, Güvenlik ve Doğrulama Kriterleri ve Kullanıcı Deneyimi ve Operasyonel Kriterler olmak üzere üç başlık altında toplanabilir.

Donanım ve Teknik Altyapı Kriterleri: Sistem, kurumun var olan elektronik bilgi altyapısına (öğrenci işleri veritabanı, mevcut kimlik kartları vb.) entegre edilebilmeli ve devasa yeni donanım maliyetleri yaratmamalıdır. Ağ bağlantısı koptuğunda veya elektrik kesildiğinde sistemin durmaması gerekir. Verilerin cihazlar üzerinde yerel veri tabanlarında saklanması ve bağlantı sağlandığında ana sunucu ile senkronize olması verilerin kaybolmasını engeller. Bazı senaryolarda sistemin akıllı telefon, aktif internet bağlantısı veya harici bir elektrik kaynağına ihtiyaç duymadan, şarjlı ve taşınabilir bir modül şeklinde çalışabilmesi büyük esneklik sağlar.

Güvenlik ve Doğrulama Kriterleri: Verilerin yerel sunucularda veya bulutta tutulması sırasında siber güvenlik risklerine karşı gelişmiş kriptografik algoritmalar kullanılmalıdır. Öğrencilerin başkası yerine imza atmasını engellemek adına çeşitli özellikler kullanılmalı ya da süreç mutlaka bir öğretim

görevlisinin bizzat kontrolünde yürütülmelidir. Yoklamayı başlatma, sonlandırma veya cihazdaki verileri silme gibi yetkiler öğrencilere tamamen kapalı tutulmalı, sistem yalnızca öğretim görevlisinin doğrulama yapması ile bu işlemlere izin vermelidir.

Kullanıcı Deneyimi ve Operasyonel Kriterler: Hızlı, Pratik ve Temassız Kullanım: Sistem gerçek zamanlı çalışarak sınıf içi zaman kaybını minimuma indirmeli, öğrenciler açısından hijyenik ve pratik olması için tercihen temassız olmalıdır. Kullanıcıların işlemlerinin başarılı olup olmadığını anlaması için sistem, görsel veya işitsel anonslarla geri bildirim sunmalıdır. Geliştirilen yazılımların duyarlı tasarıma sahip olması gerekir. Ayrıca, sistem sadece devamsızlık saymakla kalmamalı; öğrenci bazlı, ders bazlı veya sınıf bazlı devam takiplerini detaylı istatistiklerle süzebilme imkanı vermelidir. Yine devamsızlık sınırı kritik düzeye gelen öğrencilere, sistem üzerinden otomatik uyarı gönderilerek öğrencinin mağduriyeti önceden engellenmelidir. Diğer taraftan öğrencilerin derse geç gelmesi veya gibi durumlar karşısında, sistem otomatikman bu kişileri geç kalan olarak işaretleyebilmelidir.

Tablo 2’de literatür taraması sonucunda kapsamlı bir şekilde sunulan sistem yetenekleri ve kriterleri baz alınarak, bu çalışmada geliştirilen uygulamanın mevcut durumu analiz edilmiştir. Yapılan bu nitel değerlendirme; özelliklerin karşılanma düzeyine göre 'Var', 'Yok' ve 'Kısmen' şeklinde sınıflandırılarak Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Geliştirilen Uygulamanın Yetenekleri

Yetenek	Yok	Var	Kısmen
Y1		✓	
Y2	✓		
Y3		✓	
Y4		✓	
Y5	✓		
Y6	✓		
Y7		✓	
Y8		✓	
Y9		✓	
Y10		✓	
Y11		✓	
Y12			✓
Y13		✓	
Y14			✓
Y15		✓	

Tablo 3 genel hatlarıyla incelendiğinde, belirlenen 15 kriterin büyük bir çoğunluğunun sistemde tam olarak karşılık bulduğu görülmektedir. Özellikle Y1, Y3, Y4, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y13 ve Y15 numaralı yeteneklerin sağlanması, sistemin fonksiyonel açıdan literatürdeki beklentileri karşılama

potansiyeli bulunduğunu göstermektedir. Tabloda görülen Y5 (Biyometrik Tanıma Teknolojileri) ve Y6 (Zorlu Koşullarda Yüz Tanıma) yeteneklerinin sistemde yer almamasının temel nedeni, KVKK ve veri güvenliği politikalarına olan tam uyum yaklaşımıdır. Biyometrik veriler, niteliği itibarıyla "özel nitelikli kişisel veri" statüsünde olup, bu verilerin işlenmesi ve saklanması ciddi hukuki sorumluluklar ve siber güvenlik riskleri barındırmaktadır. Önerilen sistem, kullanıcı mahremiyetini ve veri güvenliğini merkeze alan bir yaklaşımla, biyometrik veri toplamak yerine dinamik doğrulama yöntemlerini tercih etmiştir. Bu sayede hem etik standartlar korunmuş hem de uygulamanın yasal uyum süreçleri kolaylaştırılmıştır. Y2 kriteri olarak belirtilen çevrimdışı çalışma ve yerel yedekleme yeteneği, sistemin şu anki versiyonunda yer almamakla birlikte, sistemin sürekliliğini ve esnekliğini artırmak amacıyla bir sonraki geliştirme aşamasının temel önceliği olarak belirlenmiştir. Bu özelliğin sisteme entegrasyonu, gelecek çalışmalar kapsamında planlanmaktadır.

Y14 (Akademik Başarı Tahminleme) yeteneği için, literatürde devamsızlık verilerinin öğrenci başarısı üzerindeki etkisi bilinen bir gerçeklik olsa da bu çalışma doğrudan bir başarı analizi veya tahminleme amacı gütmemektedir. Geliştirilen sistem, veri toplama altyapısı itibarıyla bu tür bir madencilik çalışmasına potansiyel olarak imkân tanısa da mevcut aşamada bu veriler üzerinde istatistiksel bir modelleme veya korelasyon analizi gerçekleştirilmemiştir. Bu nedenle söz konusu yetenek, sistemin gelecekteki kullanım senaryolarına açık bir kapı bırakmak adına "Kısmen" olarak işaretlenmiştir. Sistem, veri suistimallerini engellemek ve kayıtların doğruluğunu garanti altına almak amacıyla geniş kapsamlı bir manuel müdahale yetkisini kısıtlamıştır. Bu nedenle Y12 sistemde sadece, mobil cihazı olmayan veya cihazını unutan öğrencilerin mağduriyetini gidermek adına, yalnızca eğitim görevlisinin sınırlı müdahalesine izin verecek şekilde tasarlanmıştır. Bu özel istisna dışında sistem tamamen otomatize doğrulama protokolleriyle çalıştığı için, genel bir manuel düzenleme imkânı sunulmamış ve bu sebeple ilgili kriter "Kısmen" olarak işaretlenmiştir.

Tablo 3'te ortaya konan karşılaştırmalı matris, sistemin mevcut haliyle literatürdeki teknik gereksinimleri karşılamadaki yetkinliğini kanıtlamakta olup; 'Kısmen' veya 'Yok' olarak işaretlenen maddeler, projenin ikinci fazı ve gelecek çalışma yol haritası için birer gelişim fırsatı olarak tanımlanmaktadır.

4.1. Pilot Uygulama Değerlendirmesi

Tasarlanan sistemin işlevselliğini ve kararlılığını test etmek amacıyla, 5 haftalık bir periyotta üç farklı akademik ders kapsamında (23, 26 ve 20 öğrenci) pilot bir çalışma yürütülmüştür. Uygulama sürecinde, yoklama işlemlerinin ortalama 5 ile 8 dakika arasında tamamlanmıştır. Bu süre geleneksel yoklama yöntemlerine kıyasla operasyonel verimlilikte önemli bir artışa işaret etmektedir.

Saha uygulaması sırasında toplam 4 öğrenci için "Mesafe sınırı aşıldı" uyarıları alınmıştır. Ancak sonraki denemelerinde öğrenciler başarılı bir şekilde sisteme giriş yapabilmişlerdir. Bu durum teknik bir arızadan ziyade mekânsal koordinatların cihazların GPS hassasiyeti gibi anlık çevresel

değişimlerinden kaynaklandığını göstermektedir. Ayrıca, fiziksel sınıf ortamında QR kodun mesafeye bağlı olarak okunabilirliği sorunu yaşanmıştır. QR kodun dijital arayüzde büyütülmesi özelliği eklenerek sorun çözülmüştür.

Mevcut çalışma, önerilen sistemin saha performansını ve operasyonel kararlılığını test etmek amacıyla yürütülen bir pilot uygulama niteliği taşımaktadır. Elde edilen bulgular, sistemin önümüzdeki akademik dönemde daha geniş öğrenci kitleleri ve farklı disiplinlerden oluşan ders kümeleriyle yaygınlaştırılmasını hedeflemektedir. Çalışmanın bir sonraki aşamasında, sistemin eğitsel deneyim üzerindeki etkilerini daha kapsamlı bir şekilde analiz edebilmek amacıyla, eğitmen ve öğrencilerin sisteme yönelik tutumlarını ölçmeye odaklanan nicel ve nitel veri toplama yöntemleri araştırma tasarımına dahil edilecektir. Bu sayede, sistemin sadece teknik işlevselliği değil, akademik süreçlerdeki kullanıcı deneyimi ve memnuniyet düzeyi de bilimsel bir temelde değerlendirilecektir.

4.2 Sistemsel Sınırlılıklar

Geliştirilen sistemin operasyonel süreçte bazı teknik sınırlılıkları bulunmaktadır. Geliştirilen uygulama, bulut tabanlı bir veritabanı mimarisi üzerinde çalışmaktadır. Bu durum İnternet bağlantısını zorunlu kılmaktadır. Ancak sistem çevrimdışı çalışma senaryolarını destekleyecek şekilde tasarlanmıştır. Cihaz arka planında veri eşitleme süreçlerini sürdürerek, bağlantının yeniden kurulduğu anda verileri güvenli bir şekilde veritabanına iletmektedir. Yine de yoklama verilerinin anlık olarak doğrulanması süreçlerinde internet bağlantısına ihtiyaç duymaktadır. Diğer bir sınırlılık sistemin konum doğrulama mekanizmasının sağlıklı çalışabilmesi için kullanıcı cihazında GPS servislerinin aktif olması zorunluluğudur. Konum servislerinin kapalı olması, sistemin güvenlik protokolü gereği katılım kaydını engellemektedir. Diğer bir sınırlılık, mevcut mobil işletim sistemlerinin sunduğu "sahte konum" (Fake GPS/GPS Spoofing) uygulamalarının, mesafe sınırlamalarını aşmaya yönelik potansiyel bir risk unsuru oluşturmasıdır. Uygulamanın bir sonraki sürümünde, bu tür girişimleri tespit edebilmek adına sadece GPS verisine değil, cihazın sunduğu diğer çevresel parametrelere (örn. baz istasyonu verisi, ağ servis sağlayıcı bilgisi vb.) dayalı çapraz doğrulama mekanizmaları üzerinde çalışılmaktadır. Gelecek geliştirme süreçlerinde, bu tür manipülasyonları engelleyecek donanım-yazılım bütünleşik doğrulama katmanlarının entegrasyonu planlanmaktadır.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma kapsamında, eğitim kurumlarındaki geleneksel devamsızlık takip süreçlerini dijitalleştirmek ve veri güvenliğini artırmak amacıyla; Dinamik QR Kod, GPS tabanlı coğrafi doğrulama, Anlık Bildirim ve LLM desteğini entegre eden yenilikçi bir mobil yoklama ekosistemi geliştirilmiştir. Literatürde yer alan 15 temel yetenek kriteri üzerinden yapılan karşılaştırmalı analizler, önerilen sistemin teknik beklentileri yüksek oranda karşıladığını ortaya koymuştur. Çalışma; sadece konum ve görsel doğrulama ile suistimallerin önüne geçmekle kalmayıp, LLM entegrasyonu sayesinde veriye dayalı akıllı geri bildirimler sunabilen, modern ve ölçeklenebilir bir mimari ortaya koymaktadır.

Çalışmanın literatüre ve uygulamaya sağladığı en temel katkı, gelişmiş teknolojik yetkinlikler ile yasal/etik uyum arasında kurduğu hassas dengedir. Literatürde yaygın olan ancak KVKK (Kişisel Verilerin Korunması Kanunu) kapsamında ciddi riskler barındıran biyometrik tanıma yöntemleri, bu çalışmada bilinçli olarak tercih edilmemiştir. Bunun yerine, dinamik QR kodların GPS verisiyle harmanlanması ve anlık bildirimlerle kullanıcı etkileşiminin güçlendirilmesi, kişisel veri güvenliğinden ödün vermeden yüksek doğruluklu bir teşhis mekanizmasının kurulabileceğini kanıtlamıştır. Ayrıca, mobil cihazı olmayan öğrenciler için eğitim görevlisine tanınan sınırlı manuel müdahale yetkisi, sistemin saha uygulamalarındaki esnekliğini ve kapsayıcılığını artırmıştır.

Gelecek perspektifinde, geliştirilen bu prototipin daha ileri seviyelere taşınması hedeflenmektedir. Mevcut versiyonda merkezi veri senkronizasyonu ve anlık bildirim akışı önceliklendirilmiş olsa da bir sonraki aşamada ağ kesintilerine karşı direnç sağlayan yerel yedekleme modüllerinin entegrasyonu planlanmaktadır. Ayrıca, sistemin halihazırda sunduğu zengin veri seti üzerinde entegre LLM desteği kullanılarak, devamsızlık örüntülerinden öğrenci başarısını tahmin eden ve akademik danışmanlık sağlayan bir karar destek mekanizmasına dönüştürülmesi projenin vizyonunu oluşturmaktadır. Bu geliştirmelerle birlikte sistemin, akıllı kampüs ekosistemlerinde sürdürülebilir ve güvenli bir dijital yönetim aracı olarak konumlanması öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- Akçay, M., & Altay, A. (2023). İşaret yayıcı ve akıllı telefon destekli öğrenci yoklama otomasyonu. *eskişehir türk dünyası uygulama ve araştırma merkezi bilişim dergisi*, 4(3), 45-49. <https://doi.org/10.53608/estudambilisim.1359631>
- Aynas, N. (2024). Birinci sınıf öğretmen adaylarının üniversiteye uyum düzeylerinin akademik öz yeterlikleri ve akademik başarılarını yordama düzeyi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 1013-1029. <https://doi.org/10.17679/inuefd.1417056>
- Bahşi, İ., Çetkin, M., Kervancıoğlu, P., Orhan, M., Ayan, H., Sayın, S.(2018). Tıp fakültesi derslerinin verimliliği, işleniş şekli ve öğrencilerin devam kontrolünün değerlendirilmesi. *Genel Tıp Dergisi*. 2018 Sep. 1;28(3):89-95.
- Basit, N., Floryan, M., Hott, J. R., Huo, A., Le, J., & Zheng, I. (2025). ASCI: AI-Smart classroom initiative. *Proceedings of the 56th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1*, 81-87. <https://doi.org/10.1145/3641554.3701957>
- Başar, M. S., & Aslay, F. (2012). Yazılım ergonomisi: Atatürk üniversitesi öğrenci bilgi sisteminin ergonomisinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(1).
- Berger, R., Grané, M., Marconi, A., Fornari, F., Byxx, N., Verbraeken, V., Cole, L., Casaccio, F., Kliewe, T., Francioni, N., Mozzoni, L., & Czakert, J. P. (2025). Nudging educators toward digital innovation in higher education. 4927-4935. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2025.1250>
- Bilen, M., Yiğit, T., Işık, A. H. (2015). 17. Akademik bilişim konferansı - AB 2015, KNN algoritması tabanlı mobil devam takip yazılımı. ss: 256-261

- Can, Ş., Özdi, T., & Yılmaz, C. (2018). Üniversite öğrencilerinin ders başarısını etkileyen faktörlerin lojistik regresyon analizi ile tahminlenmesi. *International Review of Economics and Management*, 6(1), 28-49. <https://doi.org/10.18825/iremjournal.349984>
- Cankurtaran, Y. (2025). Eğitimde yenilik yönetimi ve yapay zekâ uygulamaları. *Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(28), 119–132. <https://doi.org/10.58635/ufuksbedergi.1715383>
- Chilakala, L. R., Ramesh, M., Fayaz, M., Bhuvanesh, K., Roy, A., & Kotla, M. (2026). Student analytics with ai-powered agent attendance System for IoT Smart Library. 2026 International Conference on Intelligent Processing, Hardware, Electronics, and Radio Systems (CIPHER), 1-5. <https://doi.org/10.1109/CIPHER70417.2026.11523779>
- Çoruk, A., Çağatay, Ş. M., & Öztürk, H. (2015). Lisansüstü eğitimde kayıt ve devam sorunları. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 2015(25).
- Dalkılıç, F., & Aydın, Ö. (2018). Üniversite öğrencilerinin ders devamlarının takibine yönelik bilgi sistemi. *Deu Muhendislik Fakültesi Fen ve Muhendislik*, 20(60), 863-875.
- Ege, F., & Özdemir, M. (2026). RFID-based non-biometric classroom attendance system: proxy attendance detection via weight sensor integration (Versiyon 1). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2604.22697>
- Ekincioglu, P. İ., & Keser, S. (2025). Video tabanlı sınıf yoklamasının derin öğrenme ve makine öğrenmesi temelli hibrit bir yaklaşımla gerçek zamanlı olarak elde edilmesi. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 8(2), 163-172. <https://doi.org/10.51764/smutgd.1795569>
- Ertem, H. Y. (2020). Üniversite birinci sınıf öğrencilerinin akademik ve sosyal uyumları: öğrenci kalıcılık programı üzerine deneysel bir çalışma. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 39(1), 122-137.
- Neelakantan, A., Satpute, P., Shinde, P., & Devang, T. M. (2025). AIOT based smart education system: a dual layer authentication and context-aware tutoring framework for learning environments (Versiyon 1). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2510.26999>
- Ömer, A. & Dalkılıç, F. (2018). Üniversite öğrencilerinin ders devamlarının takibine yönelik bilgi sistemi. *DEUFMD*. 1;20(60):863-75.
- Özcan, C., Saray, F., & Tarı, M. (2018). Mobil cihazlar için RFID & bluetooth düşük enerji teknolojisi ile öğrenci yoklama sistemi tasarımı. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 2(1), 26-30.
- Pakpahan, A. V. (2024). Convolutional neural network and haversine formula in presence system for easy attendance. 2024 Asian Conference on Communication and Networks (ASIANComNet), 1-6. <https://doi.org/10.1109/ASIANComNet63184.2024.10810512>
- Pehlivanoglu, M. K., & Duru, N. (2016). Üniversite öğrencilerinin devamlılığının parmak izi okuyucu cihaz kullanılarak izlenmesi. *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 8(2), 9-16.
- Purnamawati, P., Nuridayanti, N., Akil, M., Iskandar, A., & Pratama, M. R. (2026). Educational datafication in smart attendance systems: a bibliometric and science mapping analysis. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 8(1), 255–272. <https://doi.org/10.35877/454RI.asci4805>

- Polat, E., Doğan, H. (2025). Yüz tanıma ile gerçek zamanlı öğrenci yoklama sistemi. VII. BİLSEL Uluslararası Efes Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi.
- S. Hemaswathi, K. T., K.B. H., R.P. S. S., & R. S. B. (2026). Next—gen university helpdesk (nexu). 2026 IEEE International Conference on Emerging Computing and Intelligent Technologies (ICoECIT), 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICoECIT68303.2026.11497274>
- Salunkhe, A., Pawar, V., Pise, P., Mule, S., Survase, A., Godase, V., & Zambre, S. (2025). A review on real-time RFID-based smart attendance systems for efficient record management. *Advance Research in Analog and Digital Communications*, 2(2), 32-46.
- Sarıdere, U., & Arslan, Y. (2017). Eğitim fakültesi öğrencilerinin devamsızlık nedenleri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(2), 341-351.
- Sezdi, E., & Tüysüz, B. (2018). Elektronik bilgi sistemleri tabanlı öğrenci yoklama kontrol sistemi. *Bilgi Yönetimi*, 1(1), 23-31. <https://doi.org/10.33721/by.398269>
- Soba, M., (2012). Üniversite öğrencilerinin performanslarının akademisyenler tarafından analitik hiyerarşi süreci ile değerlendirilmesi: Uşak üniversitesi örneği. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi-Electronic Journal of Social Sciences* , vol.11, no.42, 368-381.
- Şanlı, Ö., Altun, M., & Tan, Ç. (2015). Okula devamsızlık yapan öğrencilerin devamsızlık sebeplerinin öğrenci görüşlerine göre değerlendirilmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(55). <https://doi.org/10.17755/esosder.91015>
- Şılbır, G. M. (2025). Eğitimde yapay zeka ile biyometrik veri işleme: yöntemler ve uygulamalar. İçinde L. Şılbır ve D. Solak Berigel (Ed.), *Eğitimde biyometrik veri: Sistemler, uygulamalar ve etik yaklaşımlar* (ss. 42-57). Serüven Yayınevi.
- Tarhan, S., Ünal, F., Çürükvelioğlu Köksal, E., & Büyüksahin, Y. (2023). Yükseköğretimde akademik danışmanlık: öğretim elemanlarının perspektifinden sorunlar ve çözüm önerileri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(87), 776-795. <https://doi.org/10.17755/esosder.1208842>
- Tate, A. (2023). A nudge for positive behaviours: digital nudging in higher education. *Journal of Learning Development in Higher Education*, (28). <https://doi.org/10.47408/jldhe.vi28.1026>
- Turan, H., & Doğan, H. (2024). Yüz tanıma tabanlı öğrenci takip sistemi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 6(1), 1-7. <https://doi.org/10.55979/tjse.1400518>
- Uçar, A. & Uludağ, M. H. (2018). Nesnelerin interneti (IoT) ile akıllı sınıf ve öğrenci takip sistemi tasarımı, *DÜMF MD*, c. 9, sy 2, ss. 591–600, Eyl. 2018.
- Uğuz, S., & Turan, Ş. (2020). Parmak izine dayalı taşınabilir özellikli öğrenci yoklama sistemi geliştirilmesi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*. <https://doi.org/10.31202/ecjse.755754>
- Yılmaz, K., Şahbaz, O., Demirciler, V. O., Alıç, U., & Koca, M. (2020). Türkiye’de öğrenci devamsızlığı ile ilgili nitel bir araştırma. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(3), 1440-1460. <https://doi.org/10.33206/mjss.672506>
- Yugesh Karan,P., Sibikumar S., Haricharan U., and Sasikumar Gurumoorthy. (2024). Design and development of attendance management and analysis system using LLM. *Journal of Information Technology and Digital World* 6 (3): 286-301. <https://doi.org/10.36548/jitdw.2024.3.007>.

EXTENDED ABSTRACT**LLM-POWERED MOBILE ATTENDANCE ASSISTANT: A CASE STUDY OF BURSA
ULUDAĞ UNIVERSITY****Introduction and Problem Definition**

The sustainability of academic success in higher education institutions is largely associated with regular student attendance. However, traditional sign-in methods or static digital solutions create operational burdens in today's crowded classroom environments and can lead to various forms of misconduct. A review of the current literature reveals that smart attendance systems often remain limited due to hardware costs, low interaction capacity, and difficulties in analyzing collected data. In particular, the high installation costs and sensitivities regarding data privacy (GDPR/KVKK) make the widespread adoption of biometric systems challenging. On the other hand, most existing systems are reactive, focusing solely on record-keeping and lacking proactive interventions to increase student motivation. This study proposes an innovative mobile ecosystem that provides both secure verification and academic guidance through Large Language Models (LLM) to address these gaps.

Methodology and System Architecture

The methodology of this study is built upon a Bring Your Own Device (BYOD) model, designed to eliminate institutional hardware dependency while ensuring high scalability and cost-efficiency. The system architecture is developed using a cross-platform framework (Flutter/Dart), enabling seamless operation across different mobile operating systems with a single codebase.

The architecture is structured into four specialized layers to ensure modularity and security:

1. **Presentation and Interaction :** The user interface is designed to provide role-specific experiences for both students and instructors. By leveraging Flutter's reactive framework, the system provides real-time updates for dynamic QR code generation and instant attendance feedback.
2. **Verification and Proximity Logic:** To prevent spoofing and ensure physical presence, the system employs a multi-layered verification framework. This includes:
 - **Dynamic QR Codes:** Generated with an asynchronous renewal algorithm that refreshes tokens every 60 seconds, rendering static screenshots useless.
 - **Proximity-Based Validation:** The system integrates GPS-based Geofencing. This ensures that attendance can only be recorded when the student is within a mathematically verified radius of the classroom.
3. **Local Intelligence and Data Management:** For high-performance data handling and offline capabilities, the architecture incorporates cloud, a lightweight and fast NoSQL database. It is utilized

to store complex objects and encrypted session tokens locally, ensuring that the application remains functional and responsive even in environments with intermittent network connectivity.

4. **LLM Integration:** The core innovation of the architecture is the integration of a Large Language Model. This layer acts as a bridge between the raw attendance data and the instructor. It processes natural language queries to identify patterns, such as at-risk students or absenteeism trends, transforming a standard database into a proactive academic assistant.

This multi-layered approach ensures that the system is not merely a digital ledger but a robust, secure, and intelligent ecosystem tailored for the modern academic environment.

Findings and Application Features

The developed application functions as a proactive academic assistant rather than a simple recording tool. Thanks to the Geofencing feature, students entering the campus boundaries are reminded of their course schedules, and academic responsibility is reinforced through "digital nudges". The most distinctive aspect of the system is the integrated LLM layer. This layer allows academics to perform complex data analysis through natural language queries such as "Which students are at the limit of absenteeism?" without the need for a technical reporting interface. Additionally, the system increases transparency by providing a self-monitoring interface where students can track their attendance status via visual charts.

Discussion and Comparison with Literature

In the analysis based on 15 fundamental capability criteria in the literature, it was observed that the proposed system provides full compliance in critical areas such as institutional integration, location verification, platform independence, and proactive notification. Biometric recognition technologies were intentionally excluded from the system to protect data privacy and ethical standards; instead, dynamic verification protocols were preferred. Compared to other existing studies, this model is evaluated as one that not only collects data but also transforms this data into educational gains by interpreting it. Features such as academic success prediction and offline operation are defined as potential areas for the system's future development phases.

Conclusion

This mobile attendance ecosystem developed for the Bursa Uludağ University case breaks the static structure of traditional methods and offers a proactive and secure management model. Academic integrity is protected through dynamic QR codes and asynchronous GPS verification, while the efficiency of administrative processes is increased with LLM support. Consequently, this study stands as a user-centered digital transformation tool with low costs, aligned with the smart campus vision. In the future, the system is aimed to be strengthened with local backup modules against network outages and to provide deeper academic counseling based on absenteeism patterns.