MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PREMATÜRE RETİNOPATİSİ HASTALIĞI (ROP) TAKİBİ İÇİN WEB PLATFORMU VE MOBİL UYGULAMA GELİŞTİRİLMESİ

SEZER KARTAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı
Bilgisayar Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Zehra Aysun ALTIKARDEŞ

EŞ-DANIŞMAN
Doç. Dr. Ayşe İpek ÜNSAL

İSTANBUL, 2022

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PREMATÜRE RETİNOPATİSİ HASTALIĞI (ROP) TAKİBİ İÇİN WEB PLATFORMU VE MOBİL UYGULAMA GELİŞTİRİLMESİ

SEZER KARTAL
(523618011)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı
Bilgisayar Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Zehra Aysun ALTIKARDEŞ

EŞ-DANIŞMAN
Doç. Dr. Ayşe İpek ÜNSAL

İSTANBUL, 2022

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, her ihtiyacım olduğunda yanımda olan, bilgi birikimiyle yol gösteren değerli danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Zehra Aysun Altıkardeş'e, değerli eş danışmanım Sayın Doç. Dr. Ayşe İpek Ünsal'a, tez süresince ilgisiyle ve değerli yönlendirmeleriyle yardımını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Buket Doğan'a ve çalışma süresince hep yanımda olup tüm zorlukları benimle beraber göğüsleyen değerli arkadaşım Belgin Coşar'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Eylül, 2022 **Sezer Kartal**

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR **I**

İÇİNDEKİLER **II**

ÖZET **III**

ABSTRACT **IV**

KISALTMA LİSTESİ **V**

ŞEKİL LİSTESİ **VI**

TABLO LISTESI **VIII**

1. GİRİŞ **1**

1.1. İlgili çalışmalar *2*

1.2. Tez çalışmasının amacı ve önemi *7*

2. MATERYAL VE YÖNTEM **11**

2.1. GELIŞTIRME ORTAMLARI 11

2.1.1. WebStorm *12*

2.1.2. Android Studio *13*

2.1.3. SDK (Software Development Kit) *13*

2.1.4. Xcode *14*

2.1.5. MongoDB *15*

2.1.6. MongoDB Compass *15*

2.1.7. Javascript *15*

2.1.8. Typescript *16*

2.1.9. React.js *17*

2.1.10. React Native *17*

2.1.11. Node.js *18*

2.1.12. Npm (Node Package Manager) *18*

2.1.13. Nest.js *19*

2.1.14. GIT Versiyon Kontrol Sistemi *19*

2.2. SISTEM GELIŞTIRILMESI 19

2.2.1. Kimlik Doğrulama ve Yetkilendirme Mekanizması (JWT Jeton) *19*

2.2.1.1. JWT Yapısı 20

2.2.2. Mobil Uygulama Ekranları *22*

2.2.2.1. Göz Doktoru Ekranları 24

2.2.2.2. Hasta Kullanıcısı Ekranları 31

2.2.3. Web Platform Ekranlar *43*

2.3. KULLANIM SENARYOSU DİYAGRAMI (USE CASE DİAGRAM) 46

2.4. VERI TABANI 47

2.4.1. Veri Tabanı Tablolar *48*

2.5. SINIF (CLASS) DİYAGRAMI 49

3. SONUÇLAR **50**

3.1 TIP UZMANLARININ DEĞERLENDIRMELERI 51

4. KAYNAKÇA **54**

ÖZET

PREMATÜRE RETİNOPATİSİ HASTALIĞI (ROP) TAKİBİ İÇİN WEB PLATFORMU VE MOBİL UYGULAMA GELİŞTİRİLMESİ

Prematüre Retinopatisi(ROP) erken doğan bebeklerin gözlerinde görülen en önemli sağlık sorunlarından biri olarak tanımlanmaktadır.

Bu çalışmada prematüre bebeklerin saptanması, ROP'un zamanında teşhis edilebilmesi ve retinanın damarlanması tamamlanana kadar takiplerinin düzenli yapılabilmesi için bir mobil uygulama ve web platformu geliştirilmiştir. Web platformu üzerinden; Neonatolog ve Aile hekimi kullanıcıları hasta kaydı yapabilmektedirler. Göz Doktoru kullanıcısı ise her bir hastası için, ROP analizi yapabilmekte ve bu analiz sonucuyla birlikte hasta geçmiş viziti olarak kaydedebilmektedir. ROP analizini sırasıyla şu şekilde yapabilmektedir; sisteme göz resmini yükleyip "Analiz Et" butonuna tıklar, web servis aracılığıya bu resim verisi Bilg. Müh. Emine Çiftçi' nin geliştirdiği derin öğrenme modeline gönderilir, üretilen sonuç yüzdesel bir şekilde cevap olarak web platformunda Analiz sonucu şeklinde gösterilir. Bu tez çalışması için Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Rektörlüğü Tıp Fakültesi Dekanlığı Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan Karar:17 Protokol No:2020/177 ve Emine Çiftçi'nin tez çalışması içinde Karar:15 Protokol No:2020/48 kapsamında çalışma gerçekleştirilmiştir.

Mobil uygulama üzerinden; Daha önce kaydı yapılmış hasta kullanıcıları (hasta yerine ebeveyni), mobil uygulamaya giriş yapabilmekteler. Randevu oluşturabilmekte, geçmiş randevularını görüntüleyebilmektedirler. Ayrıca bildirimleri de alabilmektedir. Göz doktoru, uygulamaya kullanıcı girişi yapıp tüm randevularını, bir ajanda ekranı üzerinden takip edebilmektedir. Randevu üzerine not girebilmektedir. Seçeceği hastalarına veya tümüne bildirimler tanımlayıp gönderebilmektedir. Ayrıca hasta geçmiş vizitlerini web platformda gördüğü gibi, uygulamada da görüntüleyebilmektedir.

Çalışmanın sonunda, Uzman Neonatolog Dr. Meral Yıldız KORKUT ve Doç Dr. Ayşe İpek ÜNSAL katılımlarıyla gerçekleşen toplantıda proje demosu, gerçek bir hasta verisi kullanılarak başarılı bir şekilde yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Android, iOS, Javascript, Mobil sağlık, Node.js, Prematüre retinopatisi, React Native, ROP takip.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF WEB PLATFORM AND MOBILE APPLICATION FOR MONITORING RETINOPATHY OF PREMATURITY (ROP)

Retinopathy of Prematurity is defined as one of the most important health problems seen in the eyes of premature babies.

In this study, a mobile application and web platform were developed to detect premature babies, to diagnose ROP on time, and to follow up regularly until the vascularization of the retina is completed. On web platform; Neonatologists and family physicians can register patients. Ophthalmologist user can perform ROP analysis for each patient and save the patient as a past visit with the result of this analysis. The ROP analysis steps; upload the eye image to the system and click "Analyze" button, this picture is sent to the deep learning model developed by Comp. Eng. Emine Çiftçi via the web service, the result is displayed as a percentage response on the web platform as the Analysis result. For this thesis study, the study was carried out within the scope of Decision: 17 Protocol No: 2020/177 from Aydın Adnan Menderes University Rectorate Faculty of Medicine Dean's Office of Non-Invasive Clinical Research Ethics Committee and within the scope of Emine Çiftçi's thesis study, within the scope of Decision: 15 Protocol No: 2020/48.

On mobile application; patient users (parents instead of the patient) can login to the mobile application. They can create appointments and view past appointments. They can also receive notifications. The ophthalmologist can login to the application and follow the appointments on an agenda. She/He can add note upon appointment. He/She can define and send notifications to selected the patients or all. In addition, he/she can view their past visits in the application as well as on the web platform.

At the end of the study, Neonatologist Dr. At the meeting, which was held with the participation of Meral Yıldız KORKUT and Assoc. Prof. Ayşe İpek ÜNSAL, the project demo was successfully made using real patient data.

Keywords: Android, iOS, Javascript, Mobil health, Node.js, Premature retinopathy, React Native, ROP tracking.

KISALTMA LİSTESİ

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

API : Application Programming Interface

APP : Application

CSS : Cascading Style Sheets

ES6 : Ecma Script Six

GPS : Global Positioning System

HTML : HyperText Markup Language

HTTP : Hypertext Transfer Protocol

IDE : Integrated Development Environment

JSON : Javascript Object Notation

mHealth : Mobile Health

NoSQL : Non SQL (Structured Query Language)

Npm : Node Package Manager

RAM : Random Access Memory

ROP : Retinopathy of Prematurity

SQL : Structured Query Language

REST : Representational state transfer

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA

Şekil 1.1. Hanehalkı İnternet Kullanımı 1
Şekil 1.2. Mobil Sağlık Uygulamalarının Gelişim Süreci 7
Şekil 1.3. Genel sistem mimarisi 9
Şekil 2.1. WebStorm Geliştirme Aracı 12
Şekil 2.2. Android Studio Kurulum 14
Şekil 2.3. React Native Genel Mimarisi 18
Şekil 2.4. JSON Web Token (JWT) 21
Şekil 2.5. JSON Web Token (JWT) nin Kullanım Şekli 22
Şekil 2.6. Kullanıcı Girişi (Android - iOS) 23
Şekil 2.7. Splash Ekranı 23
Şekil 2.8. Randevularım Ekranı (Android - iOS) 24
Şekil 2.9. Hastaların Listelenmesi (Android - iOS) 25
Şekil 2.10. Hasta Bilgileri (Android - iOS) 25
Şekil 2.11. Hasta Arama (Android - iOS) 26
Şekil 2.12. Hasta Geçmiş Vizitleri (Android - iOS) 27
Şekil 2.13. Göz Resmi Detayı (Android - iOS) 28
Şekil 2.14. Bildirimler (Android - iOS) 28
Şekil 2.15. Bildirim Oluşturma (Android - iOS) 29
Şekil 2.16. Profil Ekranı (Android - iOS) 30
Şekil 2.17. Hamburger Menü (Android - iOS) 31
Şekil 2.18. Ana Ekran (Android - iOS) 32
Şekil 2.19. Duyurular (Android - iOS) 32
Şekil 2.20. Randevularım Ekran (Android - iOS) 32
Şekil 2.21. Yaklaşan Randevularım (Android - iOS) 34
Şekil 2.22. Randevularım – Geçmiş Randevularım (Android - iOS) 35
Şekil 2.23. Randevu Oluşturma – Hastane Randevusu Al (Android - iOS) 35
Şekil 2.24. Randevu Oluşturma – Genel Arama (Android - iOS) 36
Şekil 2.25. Randevu Oluşturma –Hastane Seçimi (Android - iOS) 37
Şekil 2.26. Randevu Oluşturma – Randevu Saati Seçimi (Android - iOS) 38
Şekil 2.27. Bildirimlerim Ekranı (Android - iOS) 39
Şekil 2.28. Bildirimlerim Detayı (Android - iOS) 40
Şekil 2.29. Hasta Profil Ekranı (Android - iOS) 41

Şekil 2.30. Hasta Hamburger Menü (Android - iOS) 42
Şekil 2.31. Hamburger Menü Koyu Mod (Android - iOS) 42
Şekil 2.32. Web Platform Kullanıcı Girişi 43
Şekil 2.33. Hasta Listesi 44
Şekil 2.34. Hasta Ekleme 44
Şekil 2.35. Hasta Geçmiş Vizitleri 45
Şekil 2.36. Göz Muayene Ekranı 45
Şekil 2.37. Kullanım Senaryosu Diyagramı 46
Şekil 2.38. Veri tabanı Varlık İlişki Diyagramı (ERD) 47
Şekil 2.39. Sınıf (Class) UML Diyagramı 49

TABLO LISTESI

SAYFA

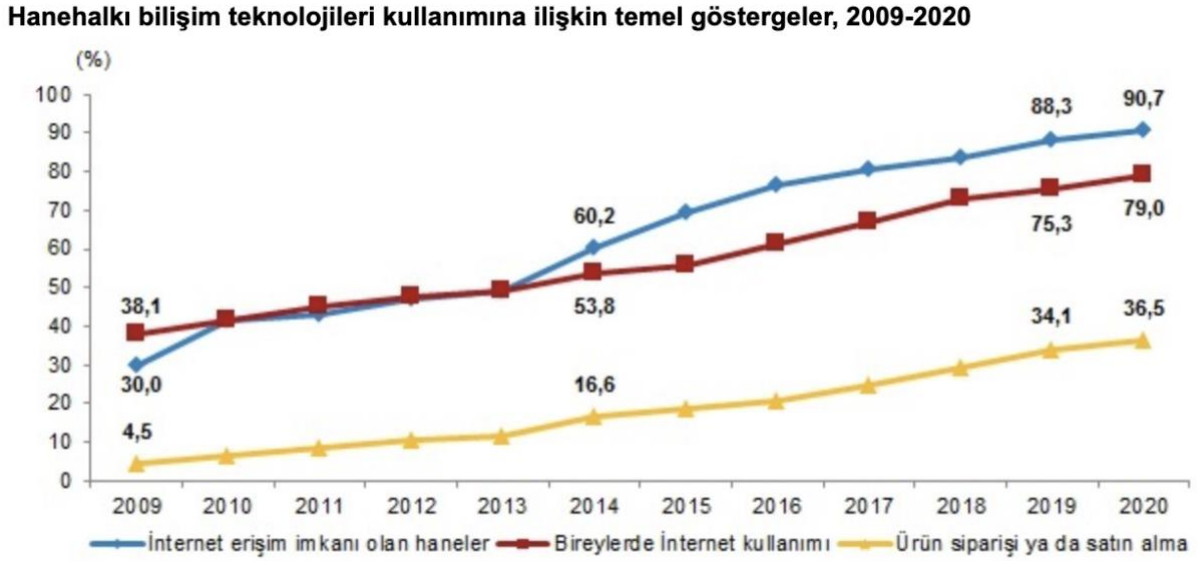
Tablo 2.1. Kullanılan veritabanı tabloları ve açıklamaları 48

1. GİRİŞ

Günümüzde kullanılan akıllı telefonların bilgi işleme yeteneği yükselmiş ve bununla birlikte kullanım kolaylığı artmıştır. Mikrofon ve kameranın yanı sıra ivme ölçer, GPS, nabız ölçer gibi sensörler ile donanımları güçlendirilmiştir. Geliştirilmiş mobil sağlık uygulamaları, kullanıcıların takip edilmesine, tıbbi ve fiziksel aktivite verilerinin saklanmasına, raporlanmasına ve böylece kullanıcılara daha sağlıklı bir yaşam sunulmasına imkân sağlamaktadır [1].

TÜİK verilerine bakıldığında, 2020 yılında internet kullanan insanların oranı %79 olarak belirlenmiştir. İnternet kullanım oranı cinsiyete göre de değişiklik göstermektedir, erkeklerde %84,7, kadınlarda %73,3 olarak ölçülmüştür. Ayrıca evden internete erişim sağlayabilen hanelerin oranı ise %90,7 olarak ölçülmüştür (Şekil 1.1) [2].

5G ve 6G teknolojilerinin kullanımıyla hem güvenli hem de oldukça hızlı iletişim sağlanabildiği için sağlık alanındaki akıllı cihaz kullanımının verimi artmıştır. Bu teknolojiler, sağladıkları imkanlar ile hastanelerin daha iyi ve kaliteli hizmet vermesine büyük oranda gelişim sağlamaktadır. Bu tür uzaktan sağlık hizmetleri ile hastaneler arasında, hastane içi bölümler arasında ve doktor arasında çevrimiçi bir danışma platformu oluşturulacaktır [3].



Şekil 1.1. Hanehalkı İnternet Kullanımı [3]

1.1. İlgili çalışmalar

Mobil sağlığa örnek olabilecek ilk aplikasyonlar 1960 senesinde astronotların sağlıklı olup olmadıklarının uzaydan izlenebilmesi maksadıyla gerçekleştirilmiştir [4]. Fiziksel aktivitede bulunan kullanıcıların şahsi ve fiziki performanslarıyla alakalı gerekli bilgiye sahip olmalarına olanak sağlayan sağlık sektöründeki ilk portatif cihaz olan kablosuz kalp atım hızını ölçme aleti, 1975 senesinde üretilmiştir. 2000'li senelerde akıllı cihazların yaygınlaşması ve geliştirilmesi ile akıllı aplikasyonlar bireylerin sağlıklı yaşam hakkında bilinç ve farkındalık düzeylerinin artmasına, zaman ve mekândan bağımsız olarak bireylerin verilen sağlık hizmetlerinden faydalanmalarına olanak tanımıştır. 2007 yılında "kendini ölç" hareketi başlamış, bu hareket ile her yerde ve katılımcı sağlık hizmetlerinin bir diğer ifade edilme şekli olan evde sağlık ve evde hastane kavramlarının temeli atılmıştır. 2010 senesinden itibaren akıllı telefonlarda sağlık profesyonellerinin desteği veya bireyin kendi çabasıyla kullanabileceği sağlığı geliştirmeye yönelik olan akıllı uygulamalar kullanılmaya başlamıştır [5].

Mobil Sağlık aplikasyonları; eğitim sistemleri/öğretim sistemleri, bakım ve ameliyat sonrası destek, hasta takibi, sağlık ödemelerini kontrol eden aplikasyonlar, salgın himayesi, acil tıbbi müdahale sistemleri ve sağlık bilgi sistemleri uygulamaları gibi başlıklar altında toplanmıştır.

- Eğitim-öğretim sistemleri: Sağlık çalışanlarının bilgi ve yetkinliğini arttırma ile koruyucu hekimliğin geliştirilmesi,
- Bakım ve ameliyat sonrası destek: Sağlık personellerine tanı ve teşhis sürecinde destek vermesi. Bu sistemler doktorlara, hastaların şahsi klinik bilgilerini baz alarak karar verebilmeleri konusunda yardımcı olur. Örneğin; sağlık bakım hizmetlerinin kalitesini artırma, hastalıkların erken teşhisi, tıbbi alandaki hataları önleme, hastalara verilmesi uygun olan tedavinin sağlanması ve giderlerin azaltılması gibi konularda oldukça fayda sağlayabilir,
- Hasta takibi: Örneğin kronik hastalığı olan bir hastanın düzenli bir şekilde alması gereken ilaçları alıp almadığının hem doktor hem de hasta yakınları tarafından takip edilmesi,
- Sağlık ödemelerini kontrol eden uygulamalar, mobil ödeme yapmak için akıllı kartların kullanımı gibi durumlara yönelik kullanılmaktadır [6],
- Salgın himayesi: Bulaşıcı hastalıkların izlenmesi, özellikle 2020 senesinde COVID-19 salgının gözetim altına alınması için mobil sağlık uygulamaları büyük kolaylık sağlamıştır,
- Acil tıbbi müdahale sistemleri: Kazalar ve yangın, deprem, sel gibi doğal afet durumlarında uyarı vermesi,

- Sağlık bilgi sistemleri: Mobil sağlık uygulamalarına kayıt olan tüm hastaların sağlık verilerinin (KVKK kabul edildiğinde) sağlık bakanlığına bağlı sunucularda depolanması ve yönetilmesi.

Günümüzde kullanımda olan bir çok mobil sağlık uygulamaları bulunmaktadır. Bunların bir kısmı Android ve iOS platformlarında çalışıyorken, bir kısmı sadece Android, bir kısmı ise sadece iOS platformlarında çalışmaktadır. Bu mobil sağlık uygulamalarının ortak olarak sağladığı işlevler olmasına ek olarak kendi içlerinde daha özelleşmiş işlevler de içerebilmektedirler. Bu uygulamalardan bazıları ve kullanımları aşağıdaki gibidir:

Kalori Sayacı: Kalori Sayacı uygulaması yiyecek günlüğünü yönetebileceğin, aldığın kalorileri hesaplayabileceğin, kişiselleştirilmiş diyet ve öğün planlarına ulaşabileceğin ve kilo verme sürecini kolaylaştırabileceğin bir uygulamadır. Uygulama, kullanıcıların sağlıklı beslenmesini sağlamada yardımcı olmak için kullanıcıların girdiği verileri (alınan kalori ve egzersiz sırasında yakılan kalori kayıtları) günceller ve depolar [7].

Yemek Zamanı Planlayıcısı: Kullanıcıların sabah kahvaltısı, öğle yemeği ve akşam yemeğini kayıt edebileceği bir uygulamadır. Kullanıcıların uygulamaya girdikleri yaş, cinsiyet, kilo, hastalık ve beslenme türüne göre kişisel menüler oluşturur ve organize eder [8].

Su Tüketimi Takibi: Su, insan yaşamı için vazgeçilmezdir ve bireyin sağlıklı bir yaşam sürmesi için suya ihtiyacı vardır. Su tüketimi takibi uygulaması vücudunun ne kadar suya ihtiyacı olduğunu belirler, su içme sıklığını takip eder ve günlük hedefine ulaşmanda yardımcı olur. Kullanıcı sistem tarafından tüketilmesi gereken su miktarı oranına göre gün içerisinde uyarılır ve su içmeye teşvik edilir [9].

Diyabet Günlüğü: Diyabet hastalarının kan şekerlerini kontrol altında tutmalarına yarayan bir uygulamadır. Kullanıcıların ilaç, aktivite, glikoz, ağırlık ve su tüketimi gibi kan şekeri düzeyini etkileyen faktörleri takip etmeye olanak sağlar [10].

İlaç Hatırlatıcı: İlaç hatırlatıcı uygulaması, ilaçlarınızı ve doğum kontrol haplarınızı zamanında ve güvenli bir şekilde almanızı sağlar [7].

Pedometre: Akıllı cihazlarda yer alan hareket işlemcisini kullanarak daha sağlıklı bir yaşam sürmenizi sağlamak için adımlarınızı sayan bir uygulamadır. Günlük, haftalık, aylık ve yıllık adım sayınızı ölçebilir, yürüyüş rotaları oluşturabilir ve oluşturduğunuz rotaları arkadaşlarınızla paylaşabilirsiniz [11].

Düzenli Uyku: Uyku kaliteni arttırabileceğin, uyku derinliğini ve döngülerini öğrenebileceğin, haftalık ve aylık uyku verilerine erişebileceğin, uykuya daha rahat dalmak için yardımcı seslerle kendini rahatlatabileceğin ve akıllı alarm ile nazikçe uyanabileceğin bir uygulamadır [12].

Merkezi Hastane Randevu Sistemi (MHRS): Sağlık Bakanlığı tarafından vatandaşlara sunulan randevu almayı kolaylaştıran bir uygulamadır. Bu uygulama, hastaneye gitmeden randevu saati ve gününe uygun tüm hastane ve doktor bilgilerine erişebilmeyi kolaylaştırır [13].

e-Nabız: Sağlık Bakanlığı tarafından uygulamaya konulan, tüm vatandaşların sağlık hizmeti aldığı sağlık kuruluşlarında konulan teşhis, radyoloji görüntüleri, laboratuvar tahlilleri, randevu geçmişleri ve hastane ziyaretleri dahil tüm sağlık kayıtlarına ulaşabileceği bir uygulamadır. Bu uygulama vasıtasıyla tüm sağlık verileri kişinin isteği üzerine sağlık personelleri ile paylaşılabilir. Uygulamanın 112 acil butonu ve organ bağışı gibi özellikleri de mevcuttur [14].

E-Tansiyon: Kullanıcılar, uygulama ana ekranında yer alan "Tansiyon Ölçümü" sekmesi üzerinden kaydettikleri ölçümlere, eklendikleri zamana göre liste halinde veya belirli periyodlarda analiz edilmiş grafikler halinde uygulama ana ekranında yer alan "Tansiyon Geçmişi" sekmesinden ulaşabilmektedirler. Ayrıca, "Bilgilerim" sekmesi üzerinden kullanılan ilaçlar, kullanım sıklıkları ve dozları kayıt altına alınabilecek; istenirse uygulama içerisinden istenilen zamana alarm şeklinde ilaç hatırlatıcı kurulabilecektir. Kullanıcılar, yine aynı sekme üzerinden, kaydettikleri boy, kilo, bel çevresi gibi ölçümlerine de kaydedilen tarihe göre liste halinde ulaşabilmektedirler. Uygulamanın "Önemli Bilgiler" sekmesinde kullanıcılar, yüksek tansiyon ile ilgili bilinmesi gereken, güncel kılavuzlara göre hazırlanmış tüm bilgilere, başlıklar halinde gruplandırılmış video içerikleri aracılığıyla ulaşabileceklerdir. Uygulamanın yüklendiği tarihten itibaren kullanıcılara, daha önceden belirlenen periyotlarda; ilaç kullanımı, kan basıncı ölçümü, tuz kullanımı, egzersiz, beslenme, kilo verme, sigaranın bırakılması ve alkol kullanımının azaltılması gibi başlıklarda motivasyonu arttırmaya ve yaşam tarzı değişikliği sağlamaya yönelik anlık bildirimler gelecektir. Kullanıcılar, kaydettikleri kan basıncı ölçümlerinin listesini ve istedikleri periyodlarda kan basıncı ölçüm analizlerini takipte bulundukları hekime uygulama üzerinde yerleşik olan bildirim butonlarıyla e-posta üzerinden paylaşabileceklerdir. Tansiyon Geçmişi ekranında, liste halindeki tansiyon ölçüm değerlerinizin yanında, tansiyon değerinizin derecesine göre çeşitli renkler yer almaktadır. Tansiyon değerleriniz ne kadar yüksek olursa, temsil edilen renk mavi renkten siyah renge doğru kayar. Tansiyon değerleriniz hedef değerler arasındaysa, tansiyon geçmişi listeniz daha çok yeşil renkte

gözükecektir. ETansiyon akıllı telefon uygulaması, Yüksek Tansiyon (Hipertansiyon) hastalarının kullanımı ve aile hekiminin hastalarını takip edebilmesi için geliştirilmiş bir uygulamadır. Bu uygulamanın amacı, yüksek tansiyon hastalarının yüksek tansiyon konusunda bilgi düzeyini arttırmak, yaşam tarzı değişikliği konusunda motivasyonlarını arttırmak ve hastalık yönetiminde aktif rol almalarını sağlamaktır [15].

Yukarıda verilen uygulamalar dışında eczane veya nöbetçi eczanenin bulunması, en yakın hastane, akıllı cihazların ekran parlaklığını gözü rahatsız etmeyecek şekilde ayarlayan, meditasyon ve sigara kullanımını bıraktırmaya yardımcı olacak uygulamalar da bulunmaktadır [5].

Görüldüğü üzere mobil sağlık alanında geliştirilmiş uygulamalar ile sağlık bakımı ve takibi kolaylıkla yapılabilmektedir. ROP özelinde bir mobil sağlık uygulaması literatür taramaları sonucunda bulunamamıştır. Bu literatür taraması; https://scholar.google.com/, https://orcid.org/, https://ieeexplore.ieee.org, https://www.sciencedirect.com/, https://www.scopus.com/ akademik arama motorları üzerinde rop mobile app, retinopathy of prematurity mobile app, prematüre retinopatisi, mobil sağlık anahtar kelimeler ile 25.12.2021 tarihinde arama yapıldığında ROP özelinde mobil sağlık takibi ile alakalı örnek mobil uygulamalar görülmemektedir.

ROP kontrolünü yapan göz doktorlarının kullanabileceği ROP Check Software kullanabileceği isimli Amerika'da geliştirilmiş bir yazılım bulunmaktadır. Bu yazılım; mobil, tablet gibi akıllı cihazlarda ve bilgisayarda çalışabilmektedir. Ancak sadece göz doktorlarının kullanacağı ekranlar mevcut olup, hasta takibi ve hastaların kendi durumlarını görebilme gibi işlevleri bulunmamaktadır. Bu yazılımın sunduğu çeşitli işlevler şu şekilde sıralanabilir [16]:

- Merkezi Muayene Takvimi: ROP Denetimi'ndeki Aktif Bebekler sayfası, muayeneye tabi olan tüm bebekleri gösterir.
- Hızlı ROP Muayene Belgeleri: ROP Denetimi'ndeki Yeni Muayene sayfası, yeni ROP muayenelerinin hızlı bir şekilde belgelenmesini sağlar. Ayrıca, önceki muayeneler bu sayfanın üst kısmında kolayca görüntülenebilir.
- Teletıp Platformu: ROP Kontrolü, ROP muayeneleri için tam özellikli, güvenli bir teletıp platformu olarak kullanılabilir.
- VON ve Mıknatıs Raporlama: Gerçek zamanlı raporlama isteğe bağlı olarak ROP Denetimi'nde yapılabilir.
- Kullanışlı, Zaman kazandıran özellikler: İş Akışının Hızını Artırır, Önceki Muayeneleri Hemen Alınır, Göz Damarlarını Doğrudan Yazılımın içine Çeker, Muayeneden Sonra

Faturalandırmaya Girin ve Yazdırın, Gerçek Zamanlı Raporlama ve VON Yazdırılabilir Dahil Etme, Ebeveynler için Raporlar, Takip Takibi, Mac veya PC dizüstü bilgisayarlarda çalışır, İşler mobil cihazlarda - ör. iPad [16].

Bunlara ek olarak literatürde ROP teşhisi konusunda yapılmış görüntü işleme, derin öğrenme, makine öğrenmesi gibi alanlarda da oldukça fazla çalışmalar yapılmıştır. Hindistan'da Karnataka İnternet Destekli ROP Teşhisi, başka türlü sınırlı olan kırsaldaki hastalara hizmet etmek için geniş bir teletıp ağıdır [17]. ROP, pediatrik oftalmologlar ve retina uzmanları tarafından 28 veya 30 dioptri lens kullanılarak indirekt oftalmoskop incelemesi ile tespit edilebilir. Bununla birlikte, bu tarama yöntemi deneyimli pediatrik göz doktorları veya retina uzmanlarının varlığını gerektirir. Maalesef pek çok ülkede ROP taramasında bu tür bir uzmanlık bulunmamakta ve bu da ROP bakım hizmetlerinin yetersiz kalmasına yol açmaktadır. Geniş alan retinal görüntülemenin (örneğin, Retcam) ortaya çıkmasıyla bu, bir okuma merkezi ile birlikte tele-ROP taraması yapma imkanı sağlamıştır [18]. ABD'de, (Imaging and Informatics in Retinopathy of Prematurity (i) -ROP) ve Stanford Üniversitesi ROP Teşhis Ağı, ABD'deki iki büyük tele-ROP tarama ağıdır ((ROP), 01.06.2022), Hindistan'da ise, Karnataka İnternet Destekli ROP Teşhisi, başka türlü sınırlı olan kırsal hastalara hizmet etmek için oluşturulmuş geniş bir teletıp ağıdır [17].

Başka bir çalışmada renkli retina görüntülerinden Diyabetik Retinopati hastalığının erken tespiti için son yıllarda oldukça popüler olan derin öğrenmeye dayalı bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntem %98,5 gibi yüksek bir sınıflandırma başarısına sahiptir. Bu çalışmada görüntü sınıflandırmada oldukça yaygın olarak kullanılan derin öğrenme algoritmalarından CNN yöntemi tercih edilmiştir. CNN algoritmasının diğer algoritmalara nazaran en büyük avantajı karmaşık problemleri kolay ve hızlı bir şekilde çözebilmeleridir. Bunu yaparken CPU ile beraber GPU kullanılmaktadır. GPU sayesinde oldukça karmaşık problemler çok kısa sürede derin öğrenme yöntemiyle çözülebilmektedir. Derin öğrenme yöntemini diğer yöntemlerden ayıran belirgin özelliklerden biri budur. Diğer bir özellik ise öznitelik kümesi oluşturma işlemini öğrenerek kendi kendine halletmesidir. Bu işlem CNN ağının eğitimi aşamasında gerçekleşmektedir. Geleneksel yöntemlerde öznitelik kümesi kümeyi oluşturan bireye ve veri setine bağımlı olmakta, sınıflandırma yapmadan önce birey tarafından manuel olarak hesaplanmaktadır. Buda tamamen otomatik bir sınıflandırma yöntemi olmamaktadır. Bu problemlerin tümü derin öğrenme yöntemi ile aşılmaktadır [19].

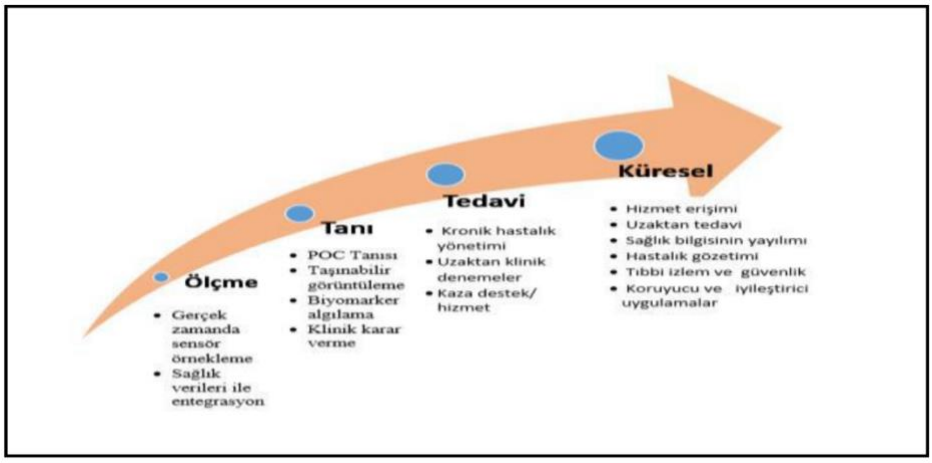
1.2. Tez çalışmasının amacı ve önemi

Teknolojinin sürekli gelişmesiyle birlikte mobil ve web uygulamaların kullanım sıklığı artmaktadır. Özellikle de her sektörde, artan ve takibi zorlaşan gereksinimleri karşılamak için mobil platformlar sıklıkla tercih edilmektedir. Bu sektörlerden biri de hatta en önemlisi sağlık sektörü olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin, UNICEF'e göre teknolojilerin stratejik kullanımı hamilelik hizmetlerine erişimde zaman, mekan ve koordinasyon gibi çeşitli sorunları ortadan kaldırabilir [20]. Bu nedenle, insan- bilgisayar etkileşimi alanında hamilelikte destek sağlayacak özgün teknolojilerin arayışı artmakta ve farklı teknolojilerin annelikteki rolü araştırılmaktadır [21].

Mobil sağlık uygulamaları, hasta doktor haberleşmesini, oldukça kolaylaştırmakta ve insanlar üzerinde de sağlık bakımı konusunda daha da ilgili olmaları açısından bir algı oluşturabilmektedir.

Kablosuz akıllı iletişim teknolojilerinin çok hızlı bir şekilde gelişmesiyle kullanım oranları artan akıllı cihazlar, bir çok sektörde olduğu gibi sağlık sektörünü de etkilemektedir [22]. Bu tür akıllı cihazların hızlı bir şekilde yaygınlaşması ve aktif kullanımı, sağlık sektörüne hizmet eden kurum ve kuruluşlara birçok imkân sağlamıştır. Kurum ve kuruluşlar da bu imkanları sağlık sektöründe de kullanmak isteyerek, kaliteli ve güvenli sağlık hizmetleri sunmaktadır [23].

Özellikle ABD ve İngiltere gibi ülkelerde kullanılmaya başlanan mobil sağlık hizmetlerinin gelişim sürecini tanımlamak için farklı yaklaşımlar kullanılabilmektedirler. Kumar ve arkadaşları tarafından ortaya konan yaklaşım süreci Şekil 1.2'de görülebilmektedir.



Şekil 1.2. Mobil Sağlık Uygulamalarının Gelişim Süreci. Kumar et al. (2013). Mobile HealthTechnology Evaluation, s. 229.

Şekil-1'de görüldüğü gibi, öncelikle sağlık verilerinin ölçülmesi ve toplanması için kullanılan mobil sağlık uygulamaları, sonrasında tanı amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Ardından, kronik hastalıkların tedavisi, uzaktan klinik denemeleri ve kaza durumlarında destek/hizmet sağlamak için kullanılmaktadır. Ve son olarak da küresel olarak hizmetin daha kapsamlı alana yayılıp erişilebilmesi sağlanmakta ve uzaktan tedavi, sağlık bilgisinin yayılması, hastalık gözetimi gibi alanlarda yetkinliği artırılmış olmaktadır. Bu tez çalışmasında geliştirilecek mobil uygulama da bu yaklaşımı benimsemektedir:

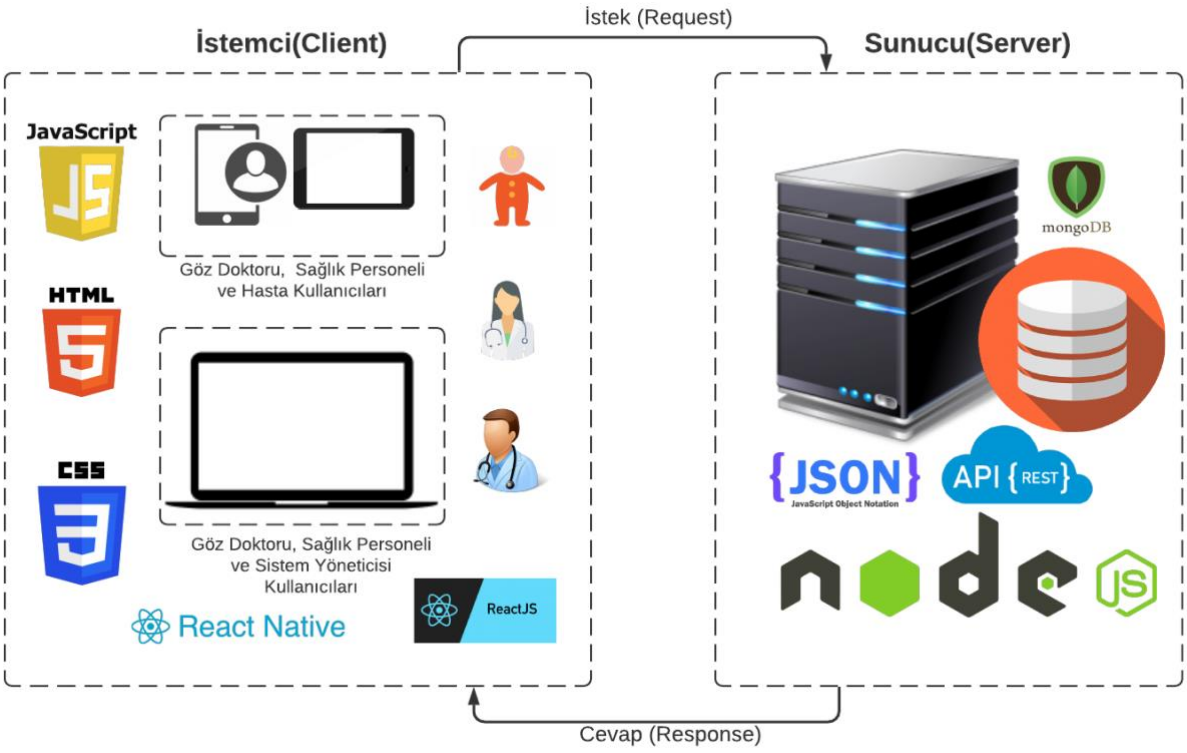
- Gerçek zamanlı olarak hastaya ait çeşitli kilo, kaç haftalık olduğu gibi demografik bilgiler alınır.
- Alınan bu bilgiler ışığında tanısı konulabilmesi mümkün olmaktadır. Aile hekimi ve göz doktoru koordineli çalışması ile göz doktoru tarafından teşhis konulabilmektedir.
- Teşhisi konulduktan sonra, hastanın sağlık durumu, mobil uygulama üzerinden kontrolü sağlanabilmektedir.
- Doktor tarafından, sağlık durumlarının geliştirilmesine yönelik uzaktan hastanın yönlendirilebilmesi sağlanabilmektedir.
- Derin öğrenme algoritmaları ile oluşturulmuş karar destek sisteminden gelen değerlendirme sonucu da, durumun aciliyetinin belirlenerek hastanın yönlendirilmesi ve takibi için doktora yardımcı olması amacıyla eklenmiştir.
- Ayrıca Web platformu üzerinden de doktor, hastalarının geçmiş vizitlerini takip edebilmekte, göz resimlerini ekleyip analiz edebilmektedir.

Bu tez çalışması için Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Rektörlüğü Tıp Fakültesi Dekanlığı Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan Karar:17 Protokol No:2020/177 ve Emine Çiftçi'nin tez çalışması içinde Karar:15 Protokol No:2020/48 kapsamında çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu uygulamalar ile gerçek zamanlı olarak hastanın bilgileri kolay bir şekilde elde edilebilmekte hasta ile sürekli irtibat halinde kalınabilmektedir. Hastanın bilgileri elde edildikten sonra tanısı konulabilmektedir. Hekim akıllı cihazı ile hastanın tetkik, radyolojik inceleme vb. sonuçlarını görüntüleyip hastalığa teşhis koyabilmektedir. Bu anlamda mobil sağlık uygulamalarının karar destek görevi gördüğü de söylenebilir. Hastanın tedavisine ilişkin olarak tanı konup tedavisine karar verildikten sonra mobil uygulama üzerinden hastanın sağlık durumu kontrol edilebilmekte, gerekli görüldüğü takdirde sağlık kurumuna yönlendirilebilmektedir. Daha geniş açıdan bakıldığında ise kronik hastalığa sahip hastaların

takibi, hastalığın uzaktan denetiminin sağlanması, sağlık durumlarının geliştirilmesine yönelik olarak hastanın yönlendirilebilmesi de mobil sağlık uygulamaları ile yapılabilmektedir. Dolayısıyla mobil sağlık uygulamaları çok çeşitli fonksiyonları yerine getirebilmektedir. Bugüne kadar yaşanan gelişmelere bağlı olarak bu fonksiyonlar yerine getirilebiliyorsa, mobil sağlık uygulamaları ile yakın gelecekte daha karmaşık işlerin görülebileceği öngörülebilir [24].

Bu çalışmada geliştirilecek uygulama ile ROP hastası olabilecek bebeklerin daha önceden izlenebilme ve müdahale edilebilme imkanları sağlanmış olacaktır. ROP teşhisinin zamanında olmasının ne kadar önemli olduğu bilinci ebeveynlere, aile hekimlerine aşılanmış olacaktır. Mobil sağlık uygulamalarına, kapsamı farklı bir yenisi daha eklenerek, akıllı cihaz kullanımının arttığı toplum üzerinde sağlığa olan önem artırılacaktır. Ayrıca web platformda da geliştirildiği için daha fazla kullanıcıya, farklı kanallar vasıtasıyla hizmet verebilecektir ve insanların kendi sağlıklarını doktorların talimatları ile uzaktan kolaylıkla kontrol altına alabilme fırsatları olacaktır.



Şekil 1.3. Genel sistem mimarisi

Şekil 1.3'de genel sistem mimarisi yer almaktadır. Bu tez çalışmasında, istemci-sunucu (client-server) mimarisi kullanılmıştır. Sunucu tarafı ayrı proje, istemci tarafı da ayrı proje olacak şekilde geliştirmeler yapılmıştır. İstemci özeline inilecek olursa; mobil tarafı ayrı proje,

web tarafı da ayrı proje olarak geliştirmeler yapılmıştır. Tek cümleyle projenin özetlenecek olursa; istemci, gerekli verileri arayüzler vasıtasıyla ekranlarda göstermek için sunucuya istekte bulunur ve sunucudan gelen cevaplara göre veriler gösterilir.

Burada görüldüğü üzere, istemci (client) tarafında farklı rollerde kullanıcılar mevcuttur. Bu kullanıcı tipleri aşağıda açıklanmıştır:

- Göz Doktoru Kullanıcısı: Mobil uygulamayı kullanarak, hastaları takip edebilmektedir. Ayrıca web panelini kullanarak da farklı arayüzlerle hastalarının takibi ve göz fotoğraflarının incelemesini yapabilmektedir.
- Hasta Kullanıcısı: ROP hastası bir bebek olacağı için, burada kullanıcı ebeveynler olmaktadır. Bebeğin tc kimlik numarası ve şifre ile mobil uygulamaya giriş yaparak göz doktoru takibine girebilmektedir.
- Sağlık Personeli Kullanıcısı: Mobil uygulama vasıtasıyla, kendisine gelen hastaların göz doktorlarına yönlendirilmesini sağlayabilmekte, ayrıca web panelinde hastaların genel bilgilerine erişebilmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında Android ve iOS işletim sistemlerinde çalışabilen yerel (native) bir mobil aplikasyon geliştirilmiştir. Ayrıca yönetim paneli içeren ve bazı işlevler gerçekleştirilebilen arayüzlere sahip web platformu geliştirilmiştir. Mobil uygulama ve web platformu güvenliği için kimlik doğrulama ve yetkilendirme mekanizması kurulmuştur. Uygulamada ve web platformda kullanılan verilerin depolanması için sunucu tarafında NoSql yapıda MongoDB veritabanı kullanılmıştır. İstemci (Client) ile sunucu arasındaki haberleşmenin sağlanması için REST Web Servisleri kullanılmıştır.

2.1. Geliştirme Ortamları

Geliştirme ortamları olarak kullanılan araçlar ise şunlardır:

- **WebStorm (Öğrenci lisanslı)**: Mobil, Web platformları ve sunucu tarafındaki REST Web Servisleri geliştirmeleri için,
- **Android Studio**: Mobil uygulama Android tarafı geliştirmesi için,
- **Xcode**: Mobil uygulama iOS tarafı geliştirmesi için,
- **MongoDB Compass**: MongoDB veritabanındaki verilerin sorgulanması, optimize edilmesi ve analizi için.

Tez çalışmasında kullanılan teknolojiler şu şekilde sıralanabilir; istemci tarafında Javascirpt ve Typescript programlama dilleri, React.Js kütüphanesi, React Native çerçevesi (framework), HTML ve CSS işaretleme dilleri kullanılmıştır. Sunucu tarafında ise Javascript ve Typescript programlama dilleri, NodeJs (Javascript Çalışma zamanı Ortamı) Javascript Runtime Environment, Nest.Js çerçevesi (framework) ve MongoDB veritabanı kullanılmıştır.

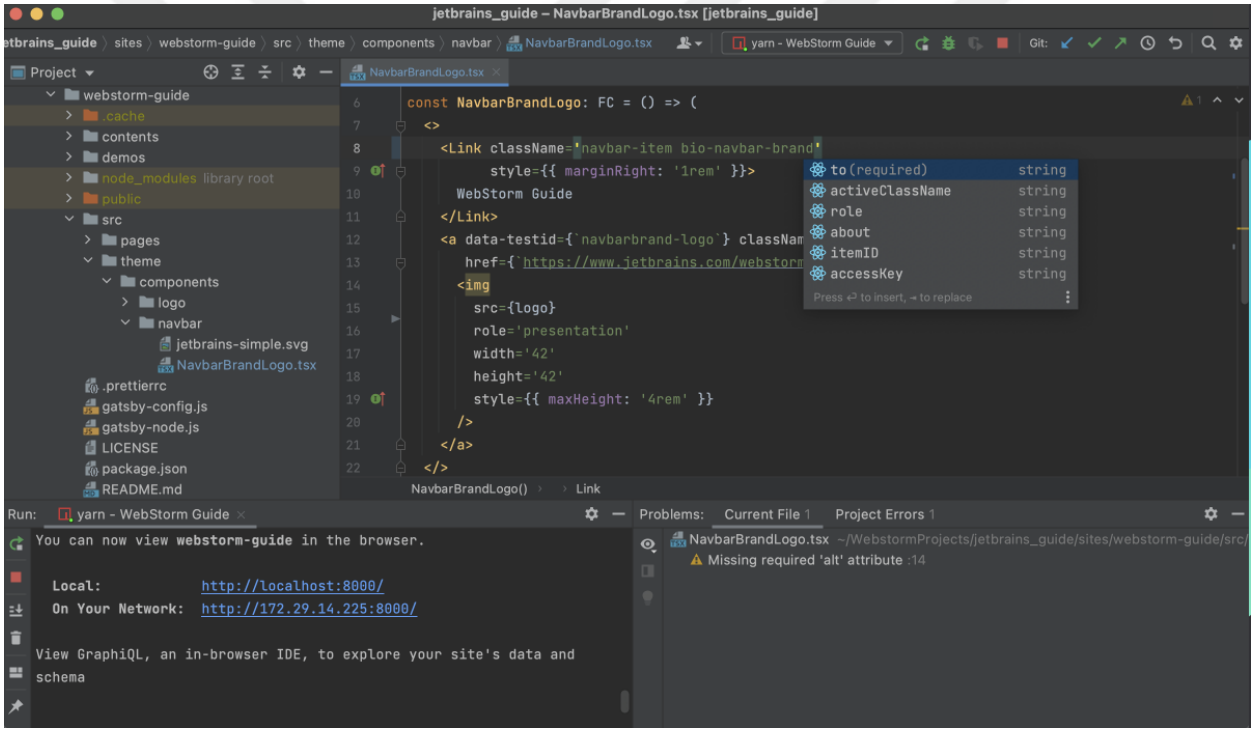
Bunlara ek olarak geliştirme yapılırken yazılan kodların geçmişini tutmak için ve versiyon kontrolünü sağlayabilmek için ise GIT versiyon kontrol sistemi kullanılmıştır. Mobil, web ve Rest Web Servis projelerinin kaynak kodlarının yönetimini ve internet ortamında depolanmasını sağlamak için ise Bitbucket kaynak kodu deposu barındırma hizmeti (source code repository hosting service) kullanılmıştır.

Geliştirilen mobil uygulama sanal ve gerçek cihazlar üzerinde test edilmiştir. Çalışmayla ilgili kullanılan geliştirme araçları ve teknolojiler bu bölümde alt başlıklar olarak detaylı anlatılmıştır.

2.1.1. WebStorm

WebStorm, JavaScript ve ilgili teknolojiler için entegre bir geliştirme ortamıdır. Kolay anlaşılır arayüz sunması, kod kalitesini artıracak öneriler sunması, GIT desteğinin olması, yeni çıkan araçlara entegrasyonu olabilmesi gibi bir çok sebeplerden dolayı bu IDE tercih sebebi olmaktadır [25].

Bu tez çalışmasında, hem istemci tarafındaki mobil, web platformlarının geliştirilmesi hem de sunucu tarafındaki REST Web Servislerinin geliştirilmesi için WebStorm (öğrenci lisanslı) aracı kullanılmıştır. Hem sunucu hem de istemci taraflarında Javascript ve Typescript programlama dilleri kullanıldığı için, WebStorm' un sunmuş olduğu özelliklerden oldukça fazla faydalanılmıştır. WebStorm Geliştirme Aracının arayüzü Şekil 2.1'de görülmektedir.



Şekil 2.1. WebStorm Geliştirme Aracı

2.1.2. Android Studio

Android Studio, IntelliJ IDEA tabanlı bir IDE olarak Android uygulama geliştirme amacıyla kullanılmaktadır. IntelliJ IDEA programının esnek kod düzenleyici ve geliştirici araçlarına ek olarak Android Studio, Android aplikasyonları oluştururken yaratıcılığınızı artıran pek çok özellik sunar, örneğin [26]:

- Gradle tabanlı esnek bir yapı
- Esnek ve çok fonksiyonlu bir emülatör
- Tüm farklı Android telefonlar için geliştirme yapabileceğiniz bir ortam
- Ekip olarak aynı uygulama üzerinde kolayca çalışmanızı sağlayacak ve yazılan kodları ekip içinde paylaşmanıza yardımcı olacak kod şablonları ve versiyon takibi yapabilmenizi sağlayan Git entegrasyonu
- Kapsamlı test yapmanızı sağlayacak çeşitli test araçları
- Performans, kullanılabilirlik, sürüm uyumluluğu ve diğer sorunları yakalamak için tüy bırakmayan araçlar
- Java, Kotlin ve C/C++ dilleri için kod tamamlama özelliği sunan kod düzenleyicisiyle daha iyi kod yazmayı sağlaması
- Firebase Cloud Messaging ve App Engine'i entegre etmeyi kolaylaştıran Google Cloud Platform için yerleşik destek

Android Studio, [26] referansta belirtilen linkten indirilip kurulumu yapılabilir. Android Studio içerisinde proje geliştirmek için gerekli bazı araçların indirilip kurulması gereklidir. Farklı boyutlar ve özelliklere sahip sanal cihazlar ile testler yapılabilmesi için bu araçların indirilmesi ve kurulumu gereklidir. SDK olarak bilinen bu araçların kurulumu alt başlık olarak anlatılmıştır.

2.1.3. SDK (Software Development Kit)

Android Studio, varsayılan olarak en son Android SDK'sını yükler. Bununla birlikte, yerel kodla bir React Native uygulaması oluşturmak, özellikle Android 10 (Q) SDK'sını gerektirir. Ek Android SDK'ları, Android Studio'daki SDK Yöneticisi aracılığıyla yüklenebilir.

Bunu yapmak için Android Studio'yu açın, "Yapılandır"(Configure) düğmesine tıklayın ve "SDK Yöneticisini seçin [26]. Belirtilen referansa göre SDK kurulumu, kullandığınız işletim sistemine göre uygulanan adımlar yazmıştır. Şekil '.2'de kurulum ekranı görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2.2. Android Studio Kurulum

2.1.4. Xcode

Bu çalışmada geliştirilecek uygulamanın iOS platformlarında çalışabilmesi için MacOS işletim sistemine sahip bilgisayar ve geliştirme ortamı olarak da Xcode programı indirilip kurulması gerekmektedir.

Xcode, geliştiricilerin Mac, iPhone, iPad, Apple TV ve Apple Watch için harika uygulamalar oluşturmak için ihtiyaç duyduğu her şeyi içerir. Xcode, geliştiricilere kullanıcı arabirimi tasarımı, kodlama, test etme ve hata ayıklama için birleşik bir iş akışı sağlar. Swift programlama diliyle birleştirilmiş Xcode IDE, uygulama geliştirmeyi kolay ve eğlenceli hale getirir. [27]. Belirtilen referanstaki linkten Xcode indirilip kurulumu yapılabilir.

Xcode kurulumu yapıldıktan sonra içerisinde iOS simülatör kurulumu yapılması gerekmektedir. Ayrıca projenin Xcode içerisinde derlenebilmesi için gerekli paketlerin indirilmesi gerekir bunun için de Cocoapods aracı kullanılabilmektedir [28]. Belirtilen

referansta bu diğer kurulumlar adım adım anlatılmıştır.

2.1.5. MongoDB

MongoDB 2009 tarihinde C++ ile geliştirilen açık kaynak kodlu, ölçeklenebilir bir yapıya sahip, doküman tabanlı bir NoSQL türünde bir veritabanı uygulamasıdır. Hız gerektiren ve geleneksel ilişkisel veritabanlarının yetişemediği, hantal ve yavaş kaldığı yapılarda kullanılmaktadır. Hızlı ve açık kaynak kodlu olması, günümüzde kullanılan birçok programlama dili için driver desteği bulunması bakımından daha çok tercih edilen MongoDB, evrensel bir popülerlik kazanmıştır. MongoDB'de her kayıt bir doküman olarak ifade edilir. Bu dokümanlar JSON formatı şeklinde saklanır. Orijinal verilerin birden fazla kopyasını saklayabilir. Böylece veri kaybının önüne geçerek kullanılabilirliğini arttırır. Anlamsal alanları dokümandan dokümana değişir ve veri yapısı zamanla değiştirilebilir. Bir alana(field) göre, belirli aralıklarla ya da regex kullanılarak arama yapabilme imkanını fazlasıyla sunar. Böylece yapılan aramalarda istenilen filed'ların döndürülmesine olanak sağlar. İndexleme özelliği sayesinde hızlı sorgu sonuçları alınır ve istenilen field'a göre indexleme yapılabilir. Load balancing, birden fazla MongoDB instance'ı arasında yatay ve dikey ölçekleme yapabildiği için donanım arızası oluşması halinde aktif olan instance üzerinden çalışmaya devam eder [29].

MongoDB kurulumu için https://docs.mongodb.com/manual/installation/ internet adresi ziyaret edilebilir. Burada kurulması istenen işletim sistemine göre gerekli talimatlar izlenerek kurulumu yapılabilmektedir.

2.1.6. MongoDB Compass

MongoDB Compass, MongoDB veritabanında kullanılan verilerin arayüzler ile görselleştirilip anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır. Veri koleksiyonlarına verileri eklemek, sorgulamak, silmek ve düzenleme yapmak gibi aksiyonlar, Compass' ın sunduğu arayüzler vasıtasıyla kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

Compas ücretsizdir ve açık kaynak kodludur. MacOS, Windows ve Linux işletim sistemlerinde çalıştırılabilir. https://docs.mongodb.com/compass/current/install/ internet sitesi ziyaret edilerek kurulumu yapılabilir.

2.1.7. Javascript

Genellikle JS olarak kısaltılan JavaScript, ECMAScript düzenlemesini izleyen bir yazılım tasarım dilidir. JavaScript tam zamanında derlenmiş, üst düzey ve çok modellidir [30].

Dinamik yazma, küme ayracı sözdizimi, birinci sınıf işlevler ve prototip tabanlı nesne yönelimi içerir. CSS ve HTML ile birlikte JavaScript, World Wide Web'in temel teknolojilerinden biridir [30].

JavaScript, etkileşimli web sitesi sayfalarını güçlendirir ve web uygulamalarının vazgeçilmez bir yönüdür. Web sitelerinin çoğu, istemci tarafı web sayfası davranışı için kullanır ve tüm ana web tarayıcılarının bunu gerçekleştirmek için ayrılmış bir JavaScript motoru vardır [30].

JavaScript, çok paradigmalı bir programlama dili olarak, zorunlu stilleri, olaya dayalı ve işlevsel stilleri destekler. Tarihler, metin, standart veri yapıları, Belge Nesne Modeli (DOM) ve düzenli işlemler için bir uygulama programlama arabirimine (API) sahiptir [30].

JavaScript motorları önceden yalnızca web tarayıcılarında kullanılıyordu, ancak artık belirli sunuculara, geleneksel olarak Node.js aracılığıyla ekleniyorlar. TypeScript, CoffeeScript, Dart ve Kotlin gibi JavaScript'in birçok türevi vardır [30].

Bunlar ayrıca Cordova ve Electron gibi çerçevelerle oluşturulmuş çoklu uygulamalara da yerleştirilmiştir [30].

2.1.8. Typescript

TypeScript, Microsoft tarafından oluşturulan ve sürdürülen nesne yönelimli, açık kaynaklı bir programlama dilidir. JavaScript'in ciddi bir sözdizimsel üst kümesidir ve dile seçmeli statik yazmayı artırır [31].

TypeScript (TS), büyük uygulamalar oluşturmak ve JavaScript'e dönüştürmek için tasarlanmıştır. TypeScript, hem sunucu tarafında hem de istemci tarafında yürütme için JavaScript uygulamaları oluşturmak için kullanılabilir. Geçerli JavaScript programları da geçerli TypeScript programlarıdır [31].

Trans-derleme için çeşitli alternatifler mevcuttur. TypeScript'i JavaScript'e dönüştürmek için ya varsayılan TypeScript Checker kullanılabilir ya da Babel derleyicisi kullanılabilir [31].

TypeScript, mevcut JavaScript kitaplıklarının tür verilerini içerebilen dosyaları destekler, tıpkı C++ başlık dosyalarının geçerli nesne dosyalarının yapısını tanımlayabilmesi gibi.

D3.js, jQuery ve MongoDB gibi yaygın kitaplıklar için üçüncü taraf başlık dosyaları vardır. Node.js temel modülleri için TypeScript başlıklarına da erişilebilir, bu da TypeScript içinde

Node.js programlarının geliştirilmesine izin verir. TypeScript derleyicisi TypeScript ile yazılır ve JavaScript ile birleştirilir. Apache Lisansı 2.0 altında kayıtlıdır [31].

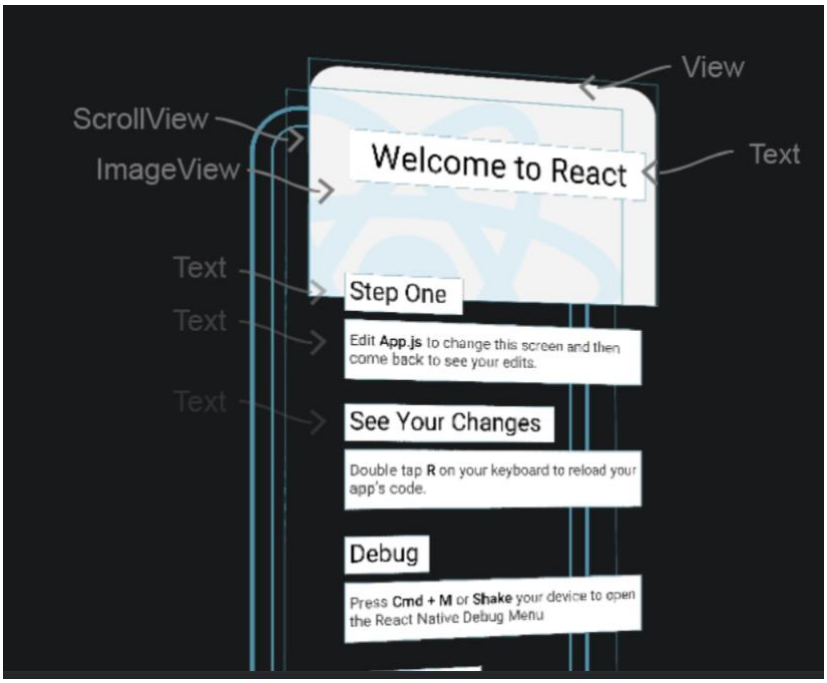
2.1.9. React.js

React bir Javascript kütüphanesidir. Web uygulamalarının arayüzlerini geliştirmeyi kolaylaştıran ve daha dinamik çözümler sunan, çok yaygın olarak kullanılan açık kaynak kodlu bir kütüphanedir. Meta (eski adıyla Facebook) ve bireysel yazılım geliştiriciler tarafından bu kütüphanenin devamlılığı sağlanmaktadır.

2.1.10. React Native

React Native, yerel (native) uygulama geliştirmenin en iyi kısımlarını, kullanıcı arayüzleri oluşturmak için sınıfının en iyisi JavaScript kütüphanesi olan React ile birleştirir. React Native' i bugün mevcut Android ve iOS projelerde kullanılabildiği gibi yeni proje olarak da uygulama geliştirmenize olanak sağlar kullanabilir veya sıfırdan yepyeni bir uygulama oluşturabilirsiniz [32]. React Native Genel Mimarisi Şekil 2.3'te görülmektedir.

React Native, yerel uygulamalar oluşturulmasına olanak tanır. Doğrudan platformun yerel UI yapı taşlarıyla eşleşen View, Text ve Image gibi bir temel platform agnostik yerel bileşenleri seti sağlar. Bu, tamamen yeni geliştirici ekipleri için yerel uygulama gelişt irmeyi mümkün kılar ve mevcut yerel ekiplerin çok daha hızlı çalışmasına izin verebilir [32].



Şekil 2.3. React Native Genel Mimarisi [32]

2.1.11. Node.js

Node.js; sunucu tarafından çalışan, hızlı ve ölçeklenebilir sunucu ve ağ uygulamaları oluşturmak için 2009 tarihinde geliştirilmeye başlanan bir çalışma ortamıdır. Performanslı ve gerçek zamanlı veriye dayalı uygulamalar geliştirmek için kullanılan teknolojilerin önde gelenlerindendir [33].

Node.js açık kaynaklı JavaScript motoru olan V8 üzerinde çalışır. V8 motoru, JavaScript ve C/C++ dilleriyle kodlanır. JavaScript kodunu derlenip makine koduna çevirme özelliği ile geliştirilen projelerin performansının artmasını sağlar. Node.js, aynı zamanda birden fazla işlemciyi işlemek için kullandığı bir mimari vardır; 'single threaded event loop' mimarisi. Bu mimariyi kullanmasıyla 'Multi threaded request-response' mimarisinin çok yavaş bir olay döngüsü (event loop) olduğu göze çarpar. Bu da aynı anda çoklu thread işlenmesini zorlaştırır. Daha basit bir model olan single thread event loop kullanılması daha uygundur [33].

Node.js'in en önemli avantajı I/O ve ağ(network) işlemlerini non-blocking (asenkron) olarak çalıştırmasıdır. Bundan dolayı Node.js, zaman ve kaynak kullanımı konusunda çok başarılıdır. Bu teknoloji, JavaScript ile server side uygulamalar yazabilmenin yanı sıra, real-time web aplikasyonları için performans öncelikli şekilde hazırlanabilir. En iyi Node.js IDE'leri; Visual Studio Code, Sublime Text, WebStorm, Atom, AWS Cloud 9, Eclipse, IntelliJ IDEA olarak sıralanabilir [33].

2.1.12. Npm (Node Package Manager)

2014 yılında kurulmuş bir şirkettir ve 2020 yılında GitHub tarafından satın alınmıştır. npm, JavaScript topluluğunun kritik bir parçasıdır ve dünyanın en büyük geliştirici ekosistemlerinden birinin desteklenmesine yardımcı olur [34].

npm, Node.js için paket yöneticisidir. JavaScript geliştiricilerinin paketlenmiş kod modüllerini kolayca paylaşmasına yardımcı olmak için 2009'da açık kaynaklı bir proje olarak oluşturuldu. npm Registry; Node.js, ön yüz web uygulamaları, mobil uygulamalar, robotlar, yönlendiriciler ve JavaScript topluluğunun sayısız diğer ihtiyaçları için açık kaynak kod paketlerinin halka açık bir koleksiyonudur. npm, geliştiricilerin bu paketleri kurmasına ve yayınlamasına izin veren komut satırı istemcisidir [34].

2.1.13. Nest.js

Nest (NestJS), verimli, ölçeklenebilir Node.js sunucu tarafı uygulamaları oluşturmaya yönelik bir çerçevedir. Aşamalı JavaScript kullanır, TypeScript ile oluşturulur ve tam olarak destekler (yine de geliştiricilerin saf JavaScript'te kodlamasını sağlar) ve OOP (Nesneye Yönelik Programlama), FP (İşlevsel Programlama) ve FRP (İşlevsel Tepkisel Programlama) öğelerini birleştirir [35].

Nest, Express (varsayılan) gibi güçlü HTTP Sunucusu çerçevelerinden yararlanır ve isteğe bağlı olarak Fastify'ı da kullanacak şekilde yapılandırılabilir. Nest, bu yaygın Node.js çerçevelerinin (Express/Fastify) üzerinde bir soyutlama düzeyi sağlar, ancak aynı zamanda API'lerini doğrudan geliştiriciye sunar. Bu, geliştiricilere, temel platform için mevcut olan sayısız üçüncü taraf modülünü kullanma özgürlüğü verir [35].

2.1.14. GIT Versiyon Kontrol Sistemi

Git, orijinal olarak 2005 yılında Linus Torvalds tarafından oluşturulmuş ücretsiz ve açık kaynaklı bir sürüm kontrol sistemidir. SVN ve CVS gibi eski merkezi sürüm kontrol sistemlerinin aksine Git dağıtılır: her geliştirici yerel olarak kod deposunun tam geçmişine sahiptir. Bu, havuzun ilk klonunu daha yavaş hale getirir, ancak taahhüt etme, suçlama, fark etme, birleştirme ve günlüğe kaydetme gibi sonraki işlemler önemli ölçüde daha hızlıdır [36].

Git ayrıca birçok yenilikçi ve güçlü iş akışına ve araca yol açan dallara ayırma, birleştirme ve depo geçmişini yeniden yazma için mükemmel bir desteğe sahiptir. Çekme istekleri, ekiplerin Git dallarında işbirliği yapmasına ve birbirlerinin kodunu verimli bir şekilde incelemesine olanak tanıyan popüler araçlardan biridir. Git, bugün dünyada en yaygın kullanılan sürüm kontrol sistemidir ve yazılım geliştirme için modern standart olarak kabul edilir [36].

2.2. Sistem Geliştirilmesi

Sistemin geliştirilmesinde kullanılan mekanizmalarla ilgili detaylar alt başlıklarda açıklanmıştır.

2.2.1. Kimlik Doğrulama ve Yetkilendirme Mekanizması (JWT Jeton)

Bu çalışmada, istemci (client) ile suncu (server) arasında haberleşme, REST Web servisleri ile sağlanmakta olduğu daha önce belirtilmişti. Bu web servisler ile veritabanına erişim sağlanabilmektedir. Dolayısıyla hem mobil uygulamaya hem de web platformuna kullanıcı girişi yapabilen yetkili kullanıcılar bu servisleri kullanabilecektir. Burada kullanıcı girişi

yapmamış kişiler, bu servisleri kullanarak veritabanına erişim sağlayamayacaktır.

Hem bu web servislerin güvenliği için hem de mobil ve web taraftaki ilgili ekranların görüntülenebilmesi için bir kimlik doğrulama sistemi olan JWT (JSON Web Token) mekanizması kullanılmıştır. Oldukça güvenli ve çok tercih edilen bir sistem olan JWT mekanizması ile mobil ve web platformunun güvenliği sağlanabilmiştir. Aşağıda JWT mekanizması daha detaylı olarak anlatılmıştır.

JSON Web Token (JWT), içerisinde JSON nesnesi olarak tuttuğu bilgileri, istemci ve sunucu arasında oldukça güvenli bir şekilde paylaşmak için sıkıştırılmış ve bağımsız bir yol oluşturan açık bir standarttır (RFC 7519). Tutulan bu bilgiler dijital bir şekilde imzalandığı için doğrulaması yapılabilir ve güvenilir olabilir. JWT'ler, HMAC algoritması ile veya RSA/ECDSA algoritmaları kullanılarak genel/özel anahtar çifti kullanılarak imzalanabilir [37].

İmzalı jetonlar, içerdiği iddiaların bütünlüğünü doğrulayabilirken, şifreli jetonlar bu talepleri diğer taraflardan gizler. Belirteçler genel/özel anahtar çiftleri kullanılarak imzalandığında, imza ayrıca yalnızca özel anahtarı elinde tutan tarafın onu imzalayan kişi olduğunu da onaylar [37].

2.2.1.1. JWT Yapısı

Json Web Token (JWT), 3 kısımdan oluşur. Bunlar; başlık (header), yük (payload), imza(signature).

Başlık (Header)

Başlık kısmı genel olarak iki bölümden oluşmaktadır. Bunlar; JWT’ nin tipi ve SHA256, RSA veya HMAC gibi yaygın kullanılan imzalama algoritması [37].

Yük (Payload)

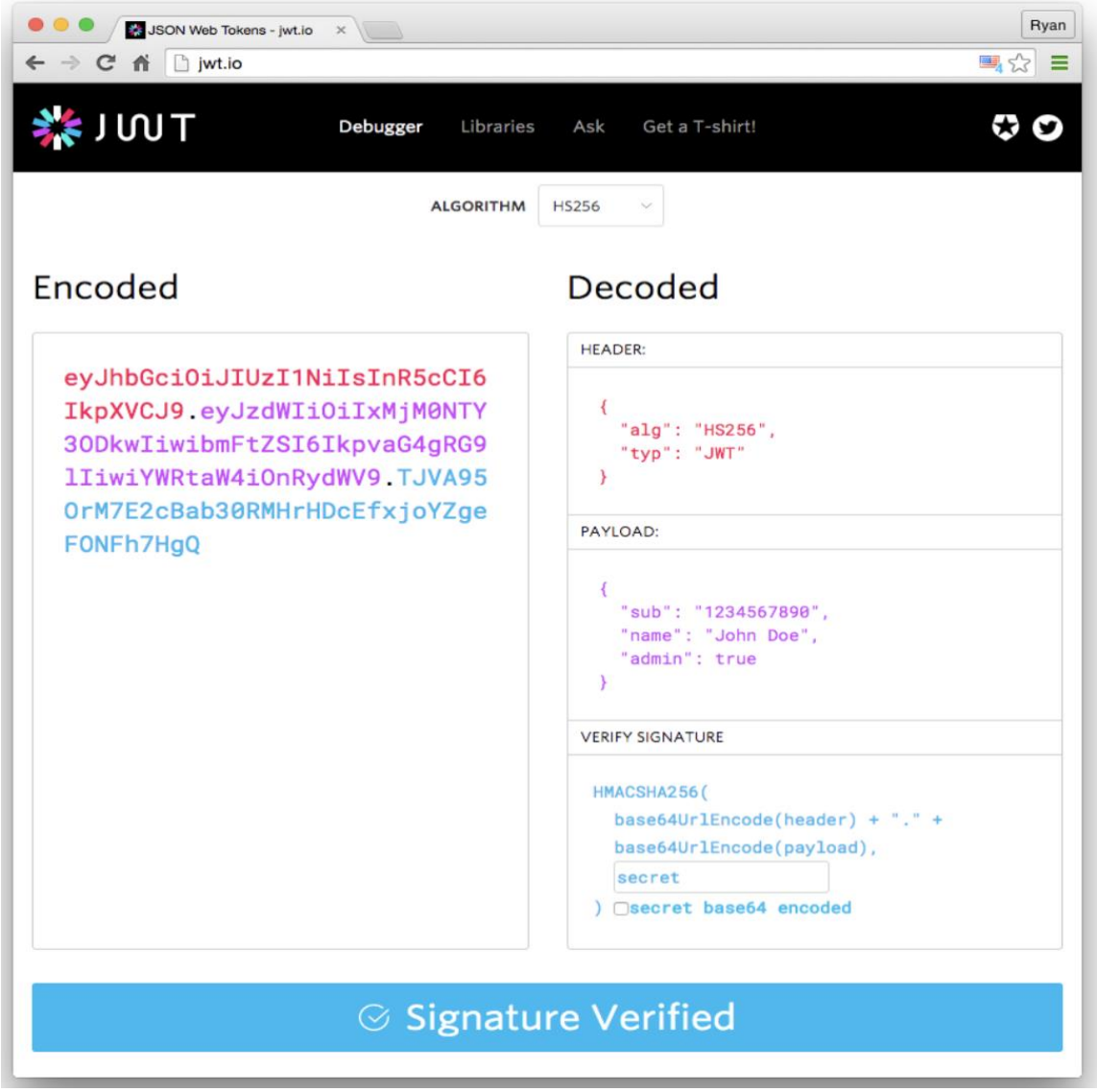
Bu kısım, istemciye göndermek istediğiniz bilgileri JSON formatında tutan bölümdür. Genelde burada kullanıcının giriş yaparken kullandığı kullanıcı adı (e-posta, cep numarası, …), isim ve soyisim bilgileri, rolü gibi bilgiler tutulur.

İmza (Signature)

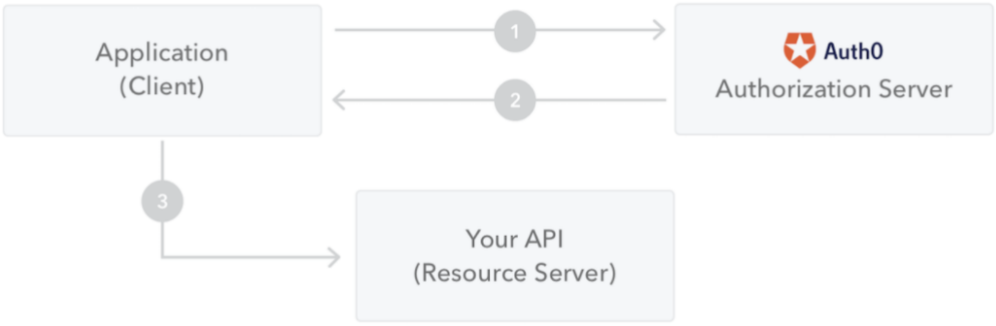
3 parçadan oluşur ve JWT’ nin son kısmıdır. İmzayı oluşturan, başlık ve yük olan kısımlardır. Bunlar, çeşitli sıralı adımlar oluşturararak imza kısmını oluşturmaktadırlar [37].

İmza, mesajın yol boyunca değiştirilmediğini doğrulamak için kullanılır ve özel bir anahtarla imzalanmış belirteçler durumunda, JWT' yi gönderenin söylediği kişi olduğunu da doğrulayabilir [37].

Çıktı, HTML ve HTTP ortamlarında kolayca geçirilebilen, noktalarla ayrılmış üç Base64-URL dizesidir ve SAML gibi XML tabanlı standartlarla karşılaştırıldığında daha kompaktır [37].



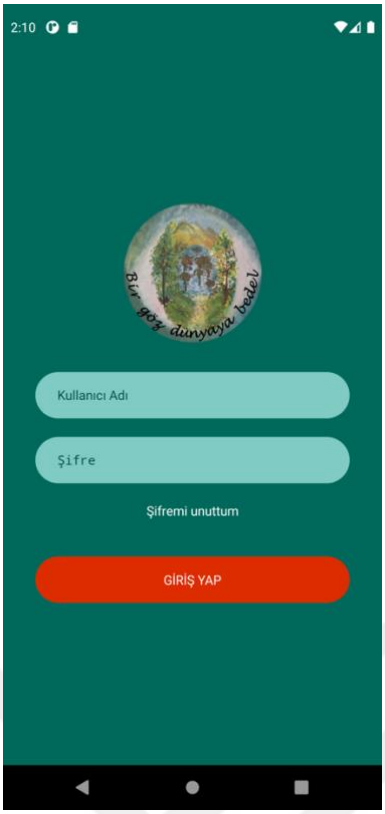
Şekil 2.4. JSON Web Token (JWT) [37]

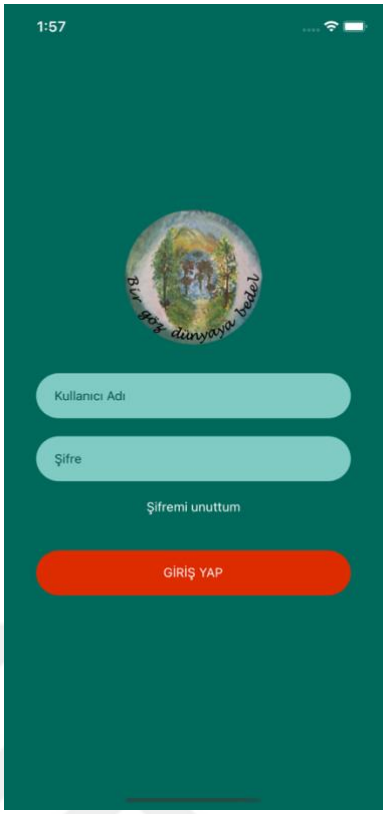


Şekil 2.5. JSON Web Token (JWT) nin Kullanım Şekli [37]

2.2.2. Mobil Uygulama Ekranları

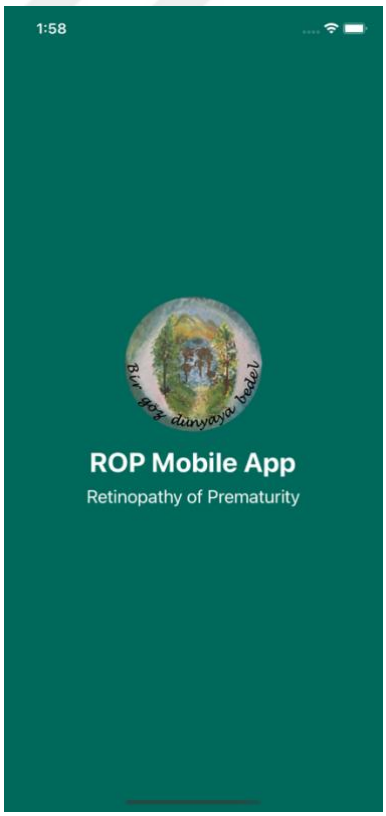
Mobil uygulama, hem iOS hem de Android işletim sistemlerine sahip akıllı cihazlarda çalışacak şekilde geliştirildi. Bu tez çalışmasında önemli yere sahip olan bu uygulama, iki farklı rolde kullanıcı ile giriş yapılıp rollerine göre kullanıcı dostu arayüzlere sahip ekranlar gösterebilmektedir. Buradaki kullanıcılar göz doktoru ve hasta kullanıcılarıdır. Her iki kullanıcı da tc kimlik numaraları ve onlara tanımlanan şifreler ile uygulamaya giriş yapabilmektedirler. Uygulamadaki ekranlar doktor kullanıcısı ve hasta kullanıcısı ayrı olduğu için ayrı alt başlıklar altında açıklanmıştır. Kullanıcı girişi ekranı ve uygulama açıldığında çıkan splash ekranları, her iki kullanıcıda da ortak olduğundan alt başlıklara girmeden anlatılmıştır.





Şekil 2.6.a. Android Kullanıcı Girişi **Şekil 2.6.b.** iOS Kullanıcı Girişi

Kullanıcı adı olarak tc kimlik numarası ve şifre girilerek giriş yapılabilmektedir (Şekil 2.6).

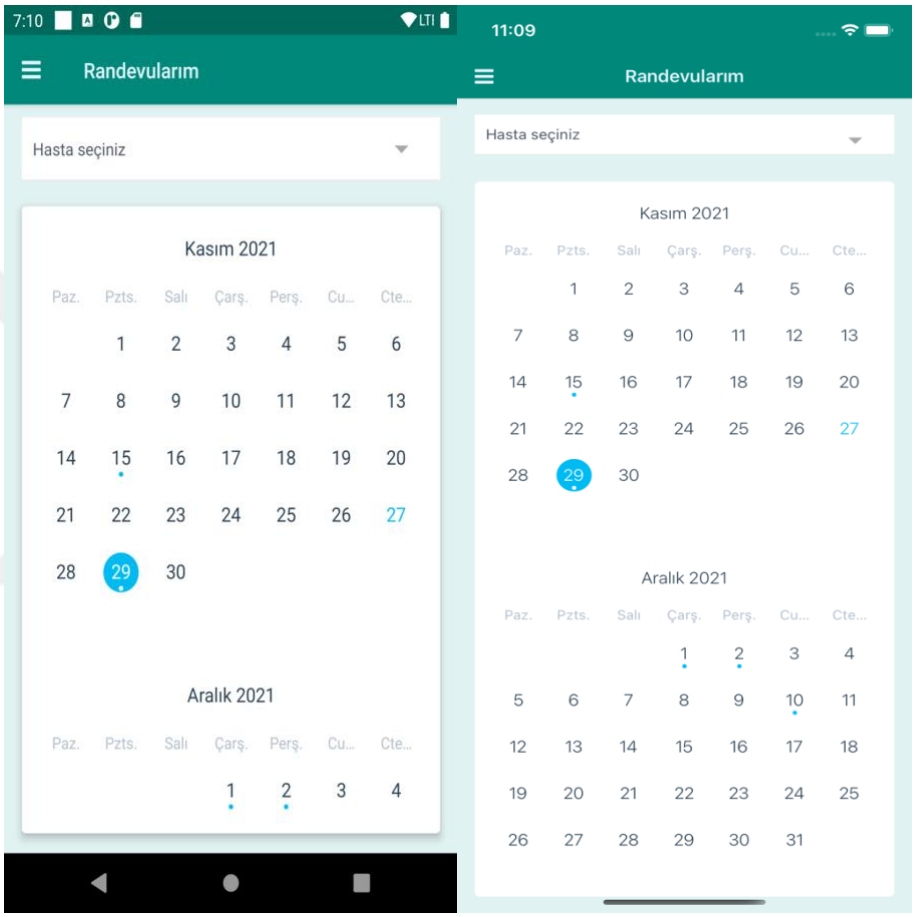


Şekil 2.7. Splash Ekranı

Splash ekranı, uygulamayı açmak için tıklandığında, ekranlar hazırlanana kadar (arka planda gerekli veriler yüklenene kadar) kullanıcıya boş bir ekran göstermemek için kullanılanılır. Uygulama hazır olduğunda otomatik olarak bu ekran kaybolacaktır.

2.2.2.1. Göz Doktoru Ekranları

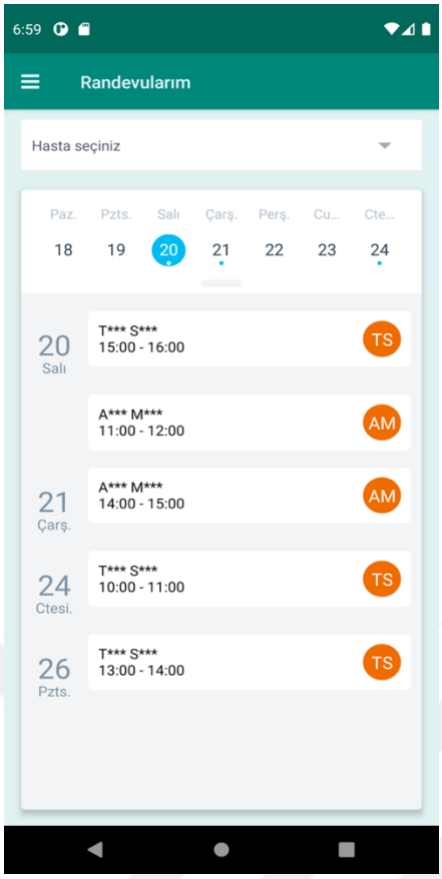
Göz doktoru giriş yaptığında doğrudan Randevularım Ekranı açılır. Diğer ekranlara girmek için soldan açılan hamburger menü ile erişim sağlayabilmektedir (Şekil 2.8).



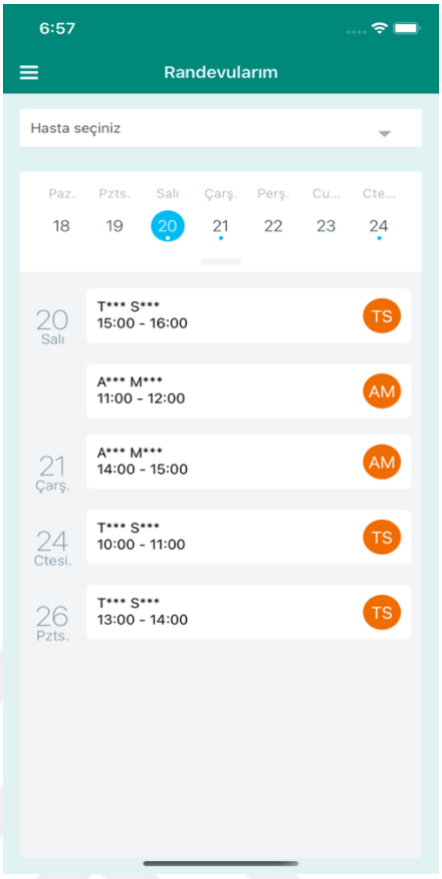
Şekil 2.8.a. Android Randevularım Ekranı **Şekil 2.8.b.** iOS Randevularım Ekranı

Göz Doktoru bu ekrana giriş yaptığında yukarıda hasta seçimi yapabileceği bir alan, ortada ise bir ajanda ile karşılaşır. Ajanda içerisinde tüm randevuları gösterilebilmektedir. Randevusu olduğu günler, mavi nokta ile ayırt edilebilir şekildedir. Bulunduğu mevcut gün ise mavi daire içerisinde (Şekil 2.8'de ayın 29'u mesela) görülür.

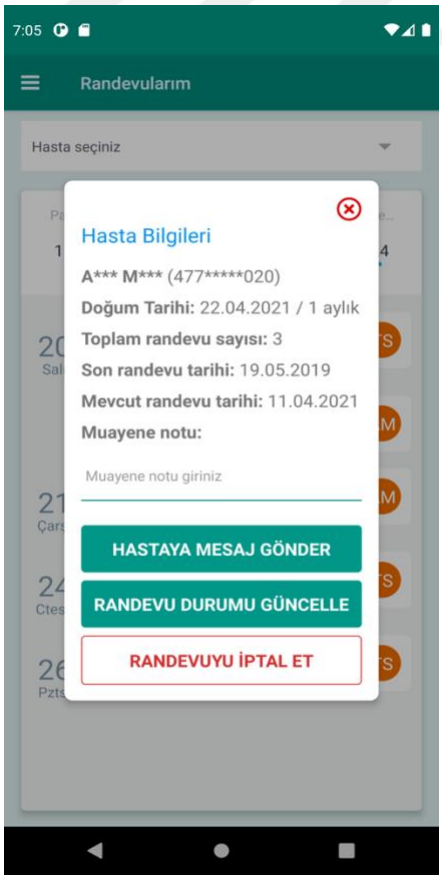
Ajanda içerisinde randevusu olduğu güne dokunduğunda, o güne ait hastalar ekranın alt bölümünde listelenir. (Şekil 2.9)



Şekil 2.9.a. Android Hastaların Listelenmesi



Şekil 2.9.b. iOS Hastaların Listelenmesi



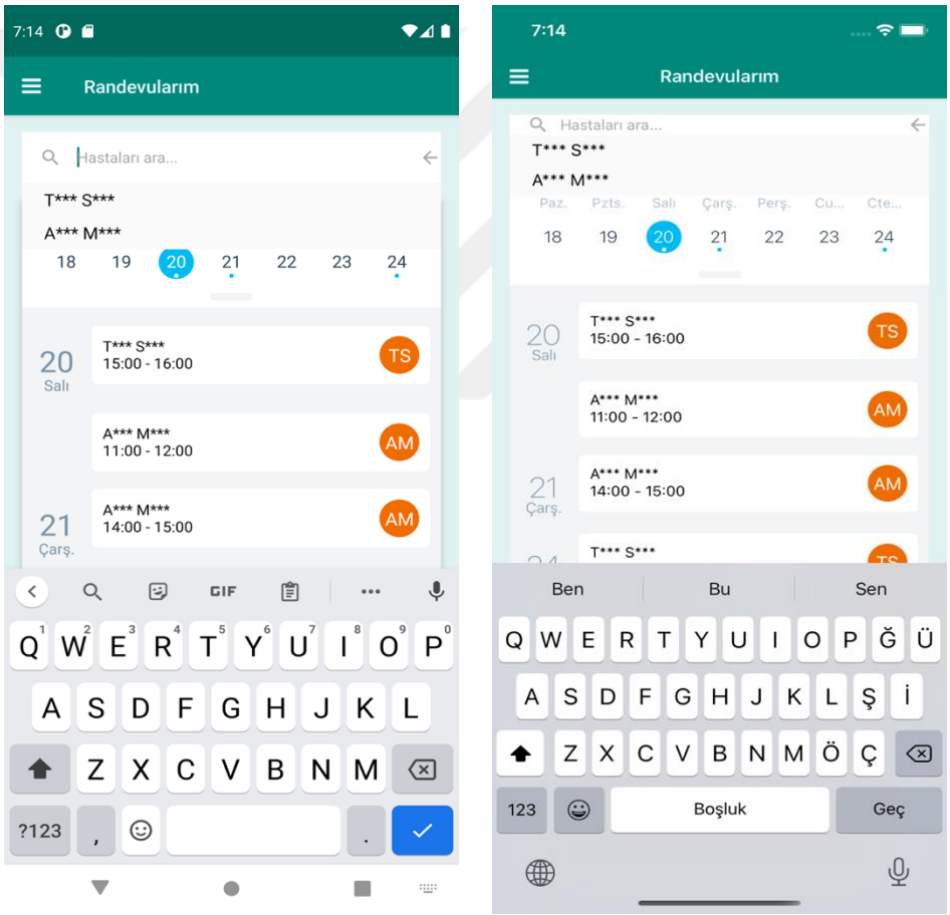
Şekil 2.10.a. Android Hasta Bilgileri



Şekil 2.10.b. iOS Hasta Bilgileri

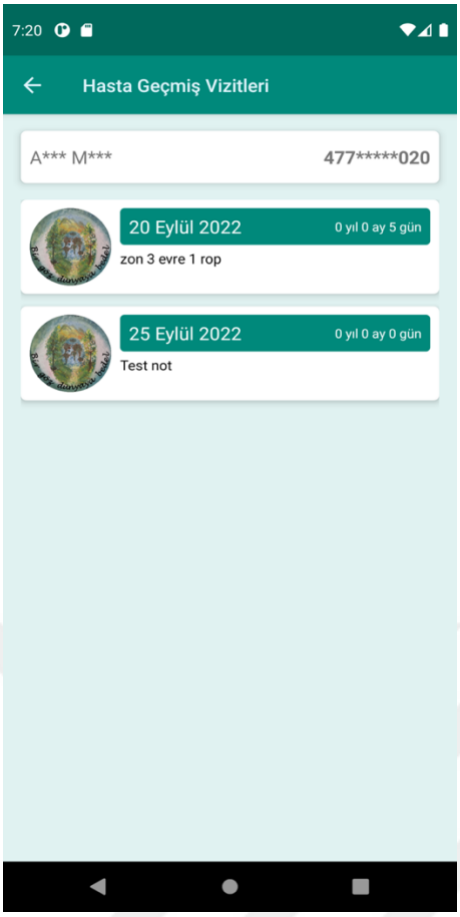
Şekil 2.9’ da listelenen hastalara ait randevu bilgileri görülebilmektedir. Her bir hastanın adı, soyadı, hangi saatler arasında randevu aldığı ve sol tarafta da isim soyisim baş harflerinden oluşan profil resmi yer almaktadır. Bu listede ekrana sığmayan kayıtlar aşağıdan yukarıya kaydırma hareketi ile görülebilmektedir.

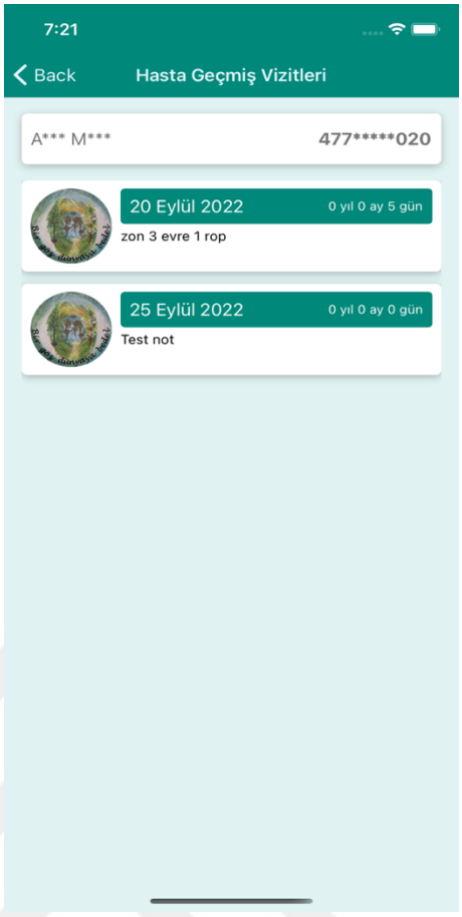
Şekil 2.10’ da listelenen hastalara tıklandığında, o hastanın randevu bilgilerinin detayı bir modal popup ile gösterilir. Burada hastanın doğum tarihi, toplamda aldığı randevu sayısı, en son aldığı randevu tarihi ve daha önce muayene notu girildiyse o bilgi gözükmektedir. Ayrıca muayene notu girilmesi için de alan açılmaktadır. Buradan not girildiğinde mevcutta girilen not da güncellenmiş olur. Eğer randevu tarihi geçmediyse ‘RANDEVUYU İPTAL ET’ butonu ile randevu iptali de yapılabilmektedir.



Şekil 2.11.a. Android Hasta Arama **Şekil 2.11.b.** iOS Hasta Arama

Şekil 2.11.’ de Hastaları ara bölümünden hasta ismi yazılarak arama yapılabilir. Herhangi bir isim girilmeden arama kısmına dokunulduğunda ise varsayılan olarak hastalar karışık isimlerde getirilmektedir. Getirilen hastalardan birisi seçildiğinde o hastanın geçmiş vizitlerinin olduğu ekrana yönlendirilmesi yapılır (Şekil 2.12).





Şekil 2.12.a. Android Hasta Geçmiş Vizitleri **Şekil 2.12.b.** iOS Hasta Geçmiş Vizitleri

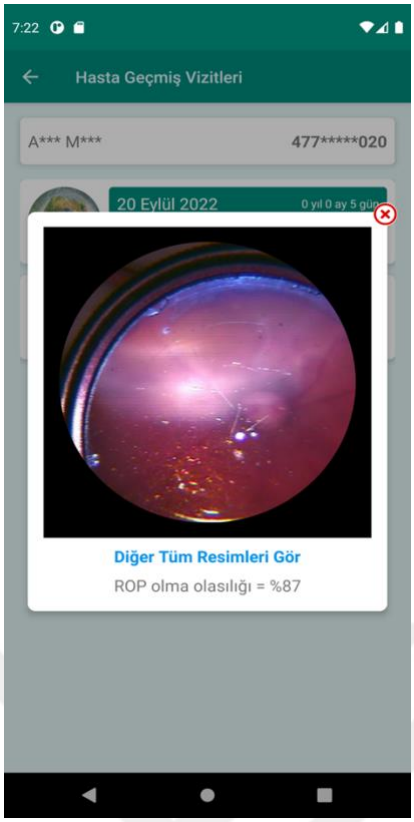
Şekil 2.12' deki ekranda, veriler web platformu ile gelmektedir. Göz doktoru, web platformu üzerindeki arayüzler vasıtasıyla hasta geçmiş vizitlerini girebilmektedir. Burası da ilgili verileri çekip gösterebilmektedir.

Yukarıda hasta ismi ve tc kimlik numarası, orta kısımda ise hastanın muayene tarihi, doktorun girdiği not ve göz resmini içeren her bir kayıt liste olarak gösterilmektedir.

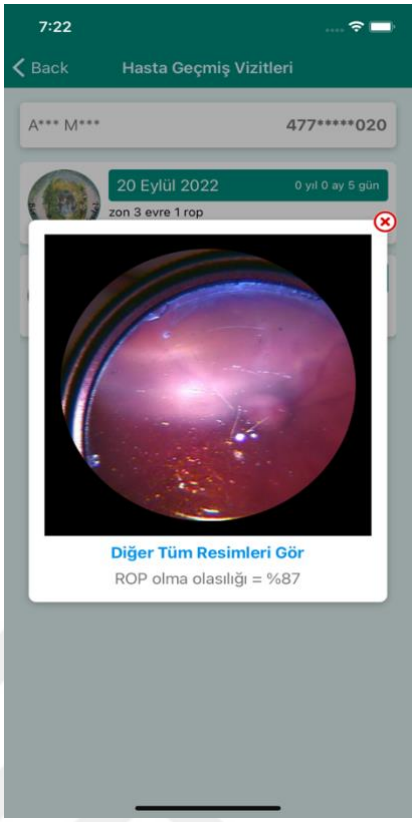
Hasta geçmiş vizitleri ekranında her bir kayıtın solundaki resim kutusuna dokunulduğunda, o kayıta ait göz resminin modal popup içerisinde daha detaylı hali görülmüş olur (Şekil 2.13).

Bu ekranda göz doktoru daha önce tanımlamış olduğu bildirimleri liste halinde görebilmektedir. Yeni bildirim tanımlamak istediğinde "Yeni Bildirim Oluştur" butonuna dokunarak , bildirim oluşturma ekranına yönlenmektedir. Bildirim oluştururken, bildirimin gitmesi istenilen hasta veya hastalar seçilmektedir. (Şekil 2.14)

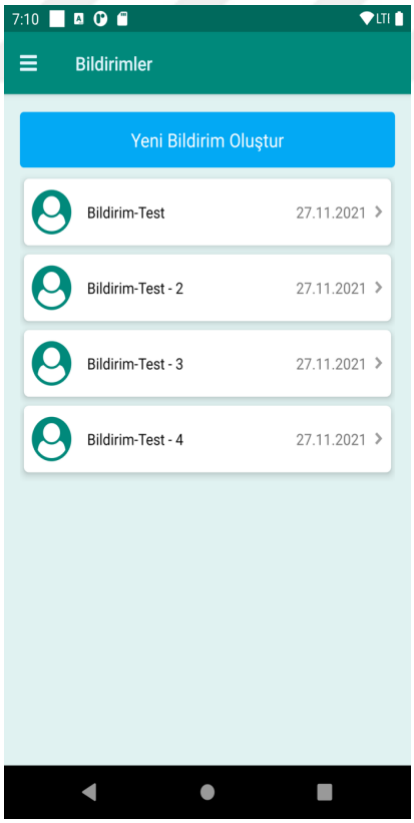
Her bir bildirimin detayı görüntülenmek istediğinde, bildirimler listesinde ilgili bildirimin üstüne dokunulduğunda, detayın yer aldığı ekrana yönlenecektir (Şekil 2.15).



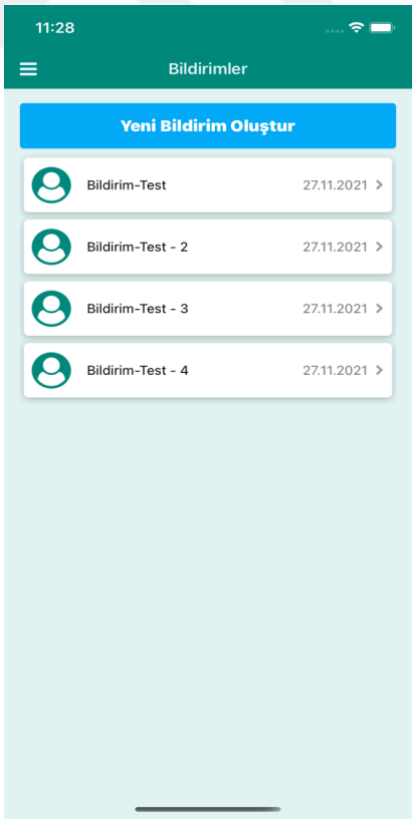
Şekil 2.13.a. Android Göz Resmi Detayı



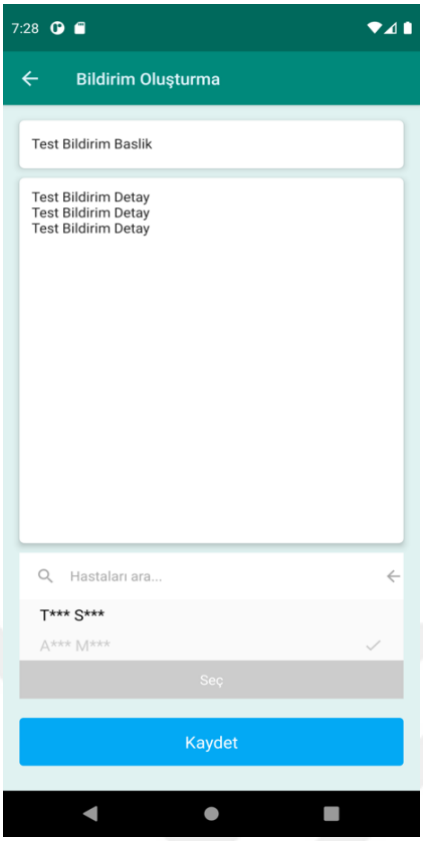
Şekil 2.13.b. iOS Göz Resmi Detayı



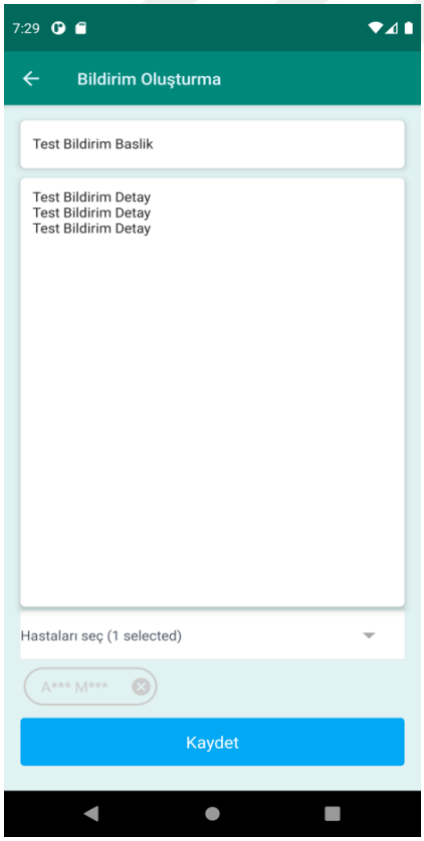
Şekil 2.14.a. Android Bildirimler



Şekil 2.14.b. iOS Bildirimler

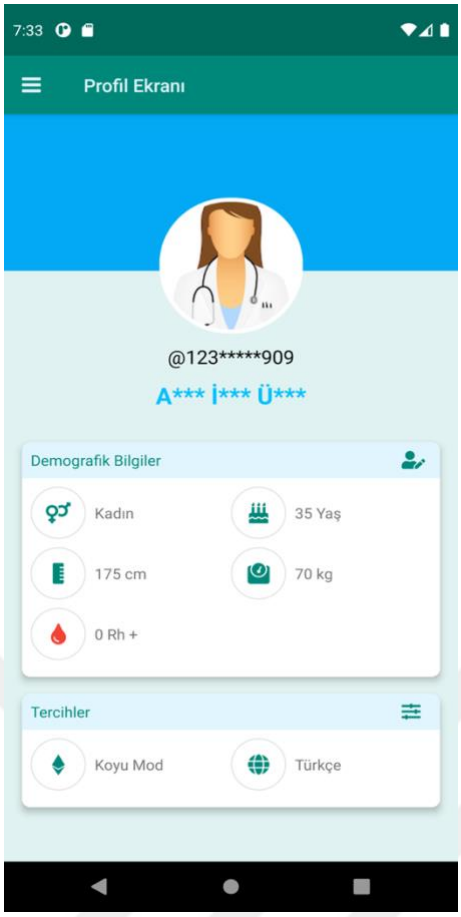




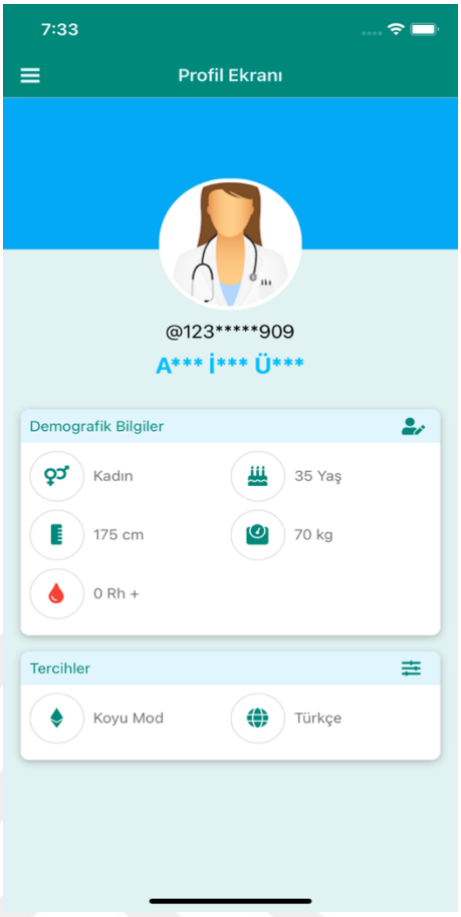




Şekil 2.15.a. Android Bildirim Oluşturma **Şekil 2.15.b.** iOS Bildirim Oluşturma

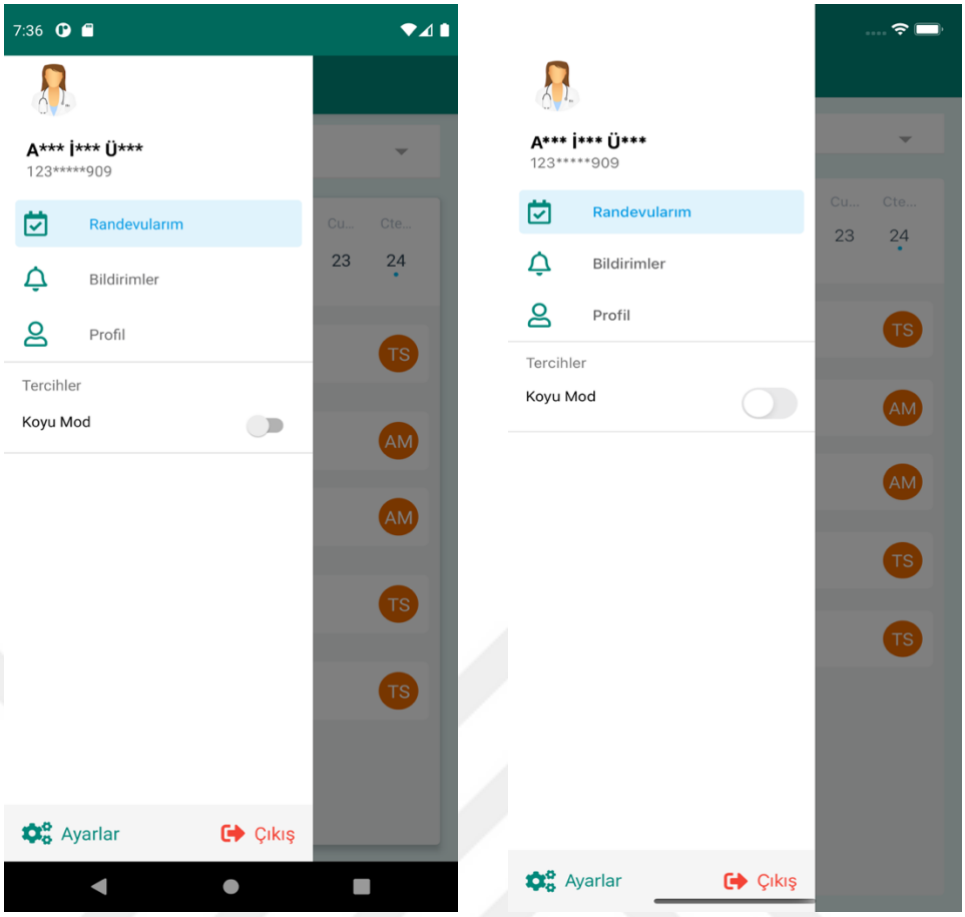


Şekil 2.16.a. Android Profil Ekranı



Şekil 2.16.b. iOS Profil Ekranı

Profil bilgilerinin görüntülendiği Şekil 2.16'daki bu ekranda, kullanıcıya ait demografik bilgiler ve uygulamanın kullanımı ile ilgili Tercihler yer almaktadır.

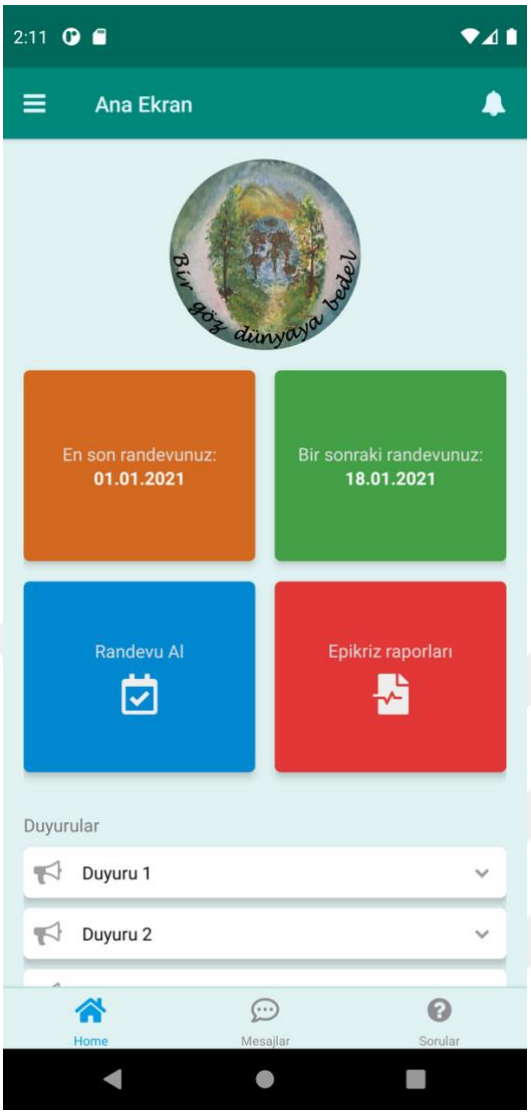


Şekil 2.17.a. Android Hamburger Menü **Şekil 2.17.b.** iOS Hamburger Menü

Ekranın başlık bölümünün soluna basıldığında ya da soldan sağa doğru dokunup kaydırıldığında hamburger menü açılır. Buradaki seçeneklere tıklandığında ana ekranla açılabilmektedir. Ayrıca Çıkış butonuna tıklandığında da oturum sonlandırılıp çıkış yapılabilmektedir. (Şekil 2.17)

2.2.2.2. Hasta Kullanıcısı Ekranları

Hasta kullanıcı giriş yaptığında doğrudan Ana Ekran açılır. Diğer ekranlara girmek için soldan açılan hamburger menü ile erişim sağlayabileceği gibi Ana Ekran üzerinden de bazı ekranlara da erişim sağlayabilmektedir.



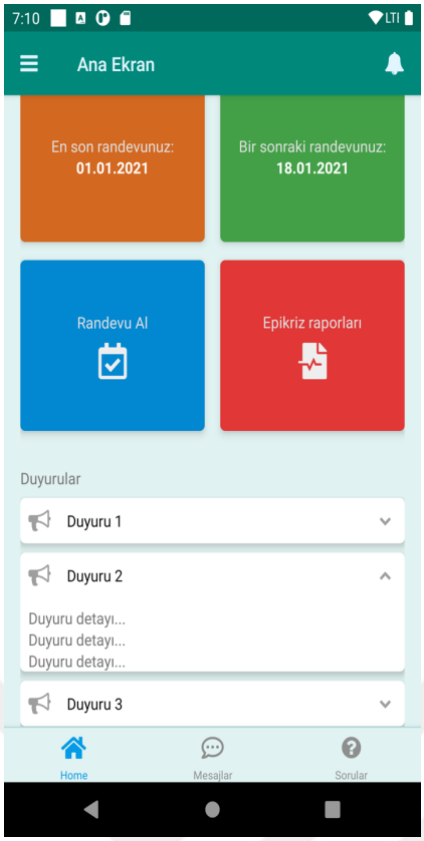
Şekil 2.18.a. Android Ana Ekran



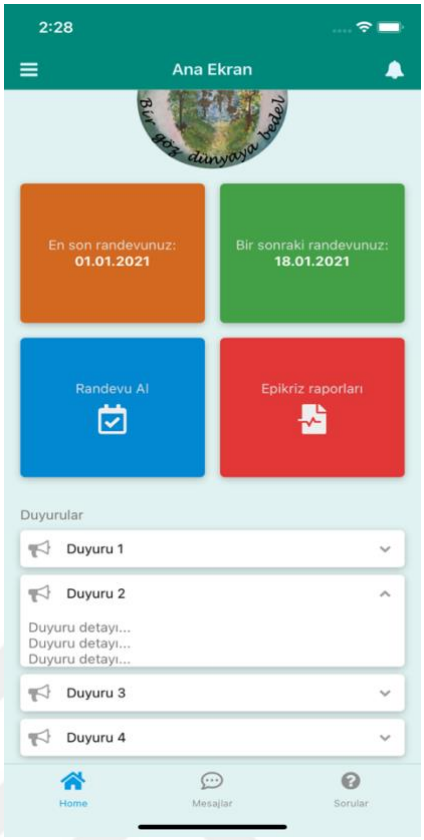
Şekil 2.18.b. iOS Ana Ekran

Hasta kullanıcısı uygulamaya giriş yaptıktan sonra doğrudan Ana Ekran açılır. (Şekil 2.18) Bu ekranda en son randevu tarihi ve bir sonraki randevu tarihi bilgileri yer almaktadır. Bu ekranda alt bölümde tab butonları yer almaktadır. Bu butonlar ile de ekran geçişleri yapılabilmektedir. Randevu Al butonuna basılarak Randevularım Ekranına yönlendirilir.

Ekranda duyurular bölümü de mevcuttur. Tanımlanan duyurular liste olarak gösterilir ve aşağı doğru kaydırılarak görüntülenebilir. Duyuruların detayının görüntülenebilmesi için üzerine basıldığında aşağı doğru detayı açılacaktır (Şekil 2.19).



Şekil 2.19.a. Android Duyurular



Şekil 2.19.b. iOS Duyurular

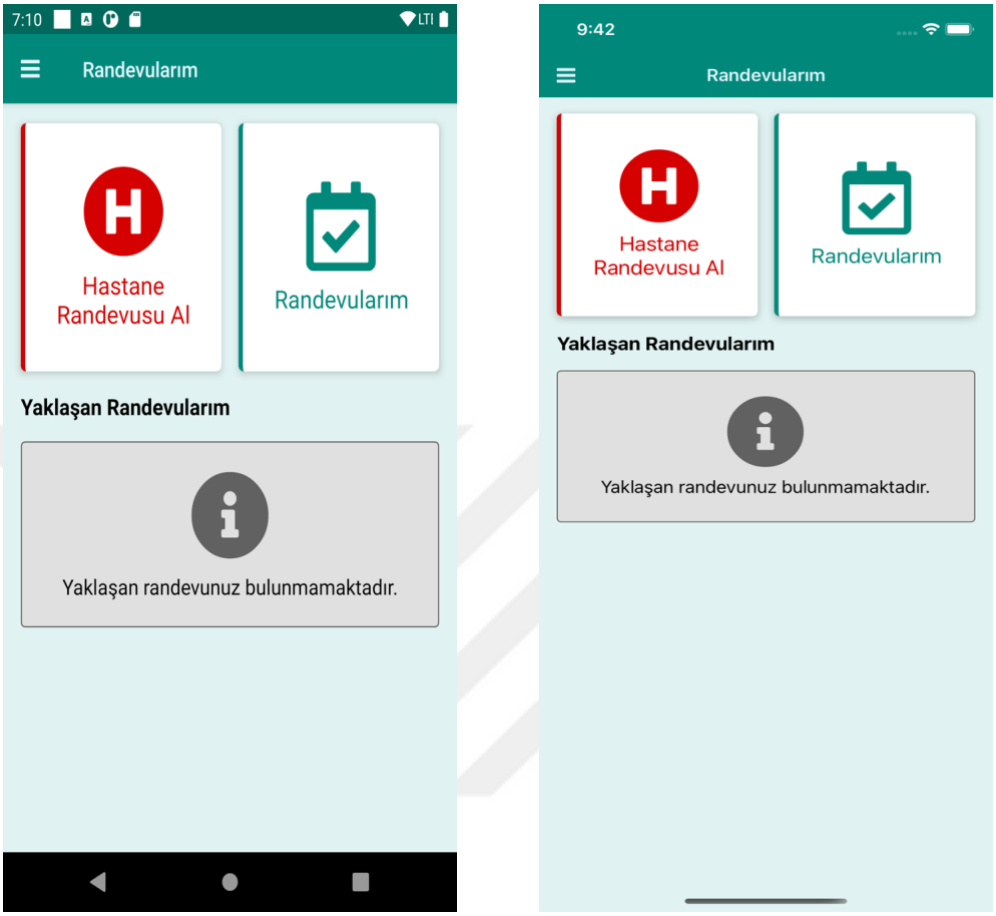


Şekil 2.20.a. Android Randevularım Ekran



Şekil 2.20.b. iOS Randevularım Ekranı

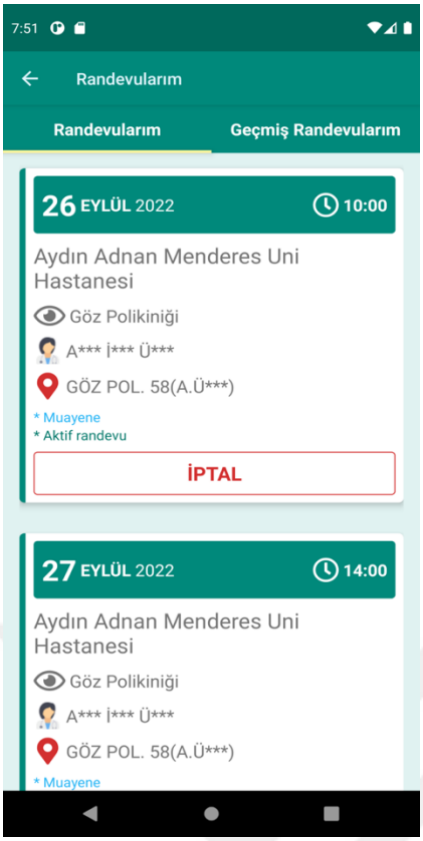
Ana Ekrandan Randevularım kutusuna basıldığında ya da soldan açılan hamburger menü üzerinden Randevularım seçeneğine basıldığında bu ekran açılır (Şekil 2.20). Burada randevu alma ve mevcut randevuları görüntüleme özellikleri mevcuttur.



Şekil 2.21.a. Android Yaklaşan Randevularım **Şekil 2.21.b.** iOS Yaklaşan Randevularım

Ayrıca yaklaşan randevular da bu ekranda görüntülenir. Yaklaşan randevular, randevu tarihine 3 gün kala gösterilmektedir ve bu değer parametriktir, sunucu tarafında ayarlanabilirdir. Eğer yaklaşan randevu yoksa burada randevunun olmadığna dair bir mesaj gösterilir (Şekil 2.21).

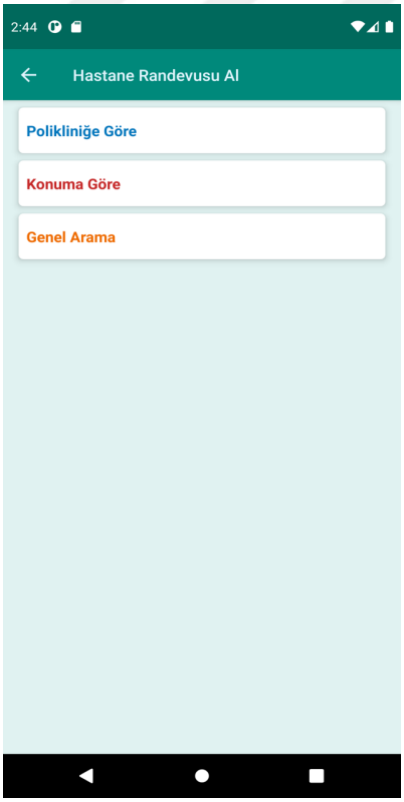
Randevularım Ekranı içinde Randevularım kutusuna basıldığında; geçmiş randevular ve mevcut randevuların tamamının listelendiği ekran açılır (Şekil 2.22). Bu ekranda üst bölümde tab butonlar (Randevularım | Geçmiş Randevularım) yer almaktadır. Bu butonlar seçilerek randevuların listelenmesi sağlanabilmektedir.



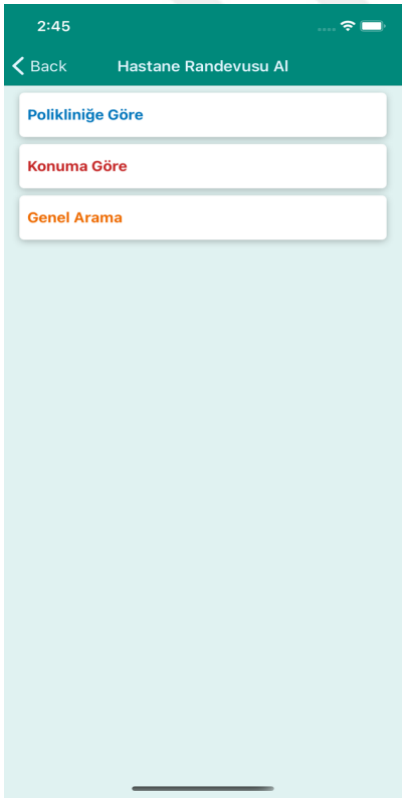
Şekil 2.22.a. Android Randevularım – Geçmiş Randevularım



Şekil 2.22.b. iOS Randevularım – Geçmiş Randevularım

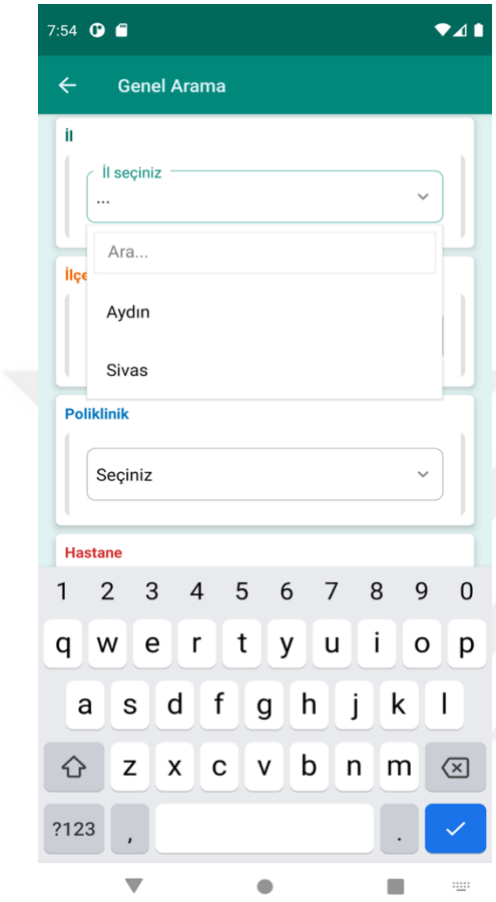


Şekil 2.23.a. Android Randevu Oluşturma – Hastane Randevusu Al



Şekil 2.23.b. iOS Randevu Oluşturma – Hastane Randevusu Al

Randevularım Ekranı içinde Hastane Randevusu Al kutusuna basıldığında; Polikliniğe Göre, Konuma Göre ve Genel Arama şeklinde seçeneklerin olduğu ekrana geçilir. Burada Genel Arama butonu ile arama yapılabilmektedir. Diğer arama seçenekleri uygulamanın daha sonraki versiyonlarında geliştirilecektir (Şekil 2.23).

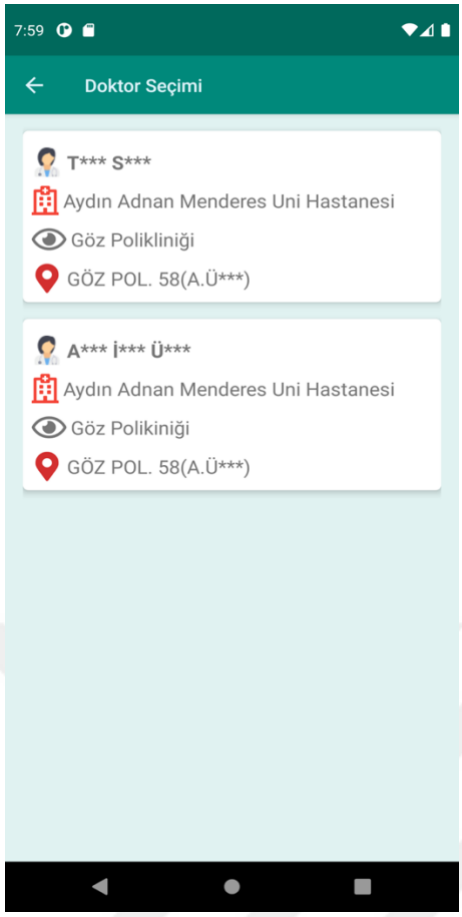


Şekil 2.24.a. Android Randevu Oluşturma – Genel Arama

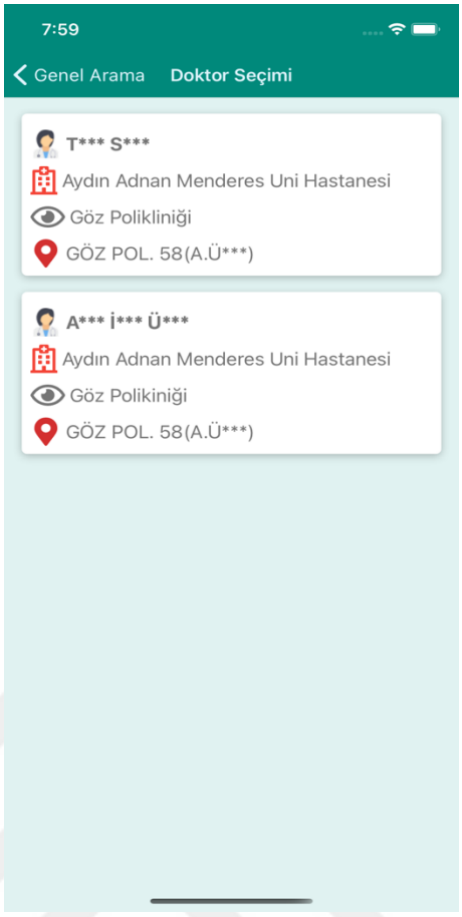


Şekil 2.24.b. iOS Randevu Oluşturma – Genel Arama

Bu ekranda; tarih, il, ilçe, poliklinik, hastane ve hekim gibi filtreleme seçenekleri ile arama daraltılabilmektedir. Bu filtreler eklendikten sonra Randevu Ara butonuna basılarak hekimlerin listeleneceği ekrana geçiş yapılabilmektedir (Şekil 2.24).



Şekil 2.25.a. Android Randevu Oluşturma – Hastane Seçimi

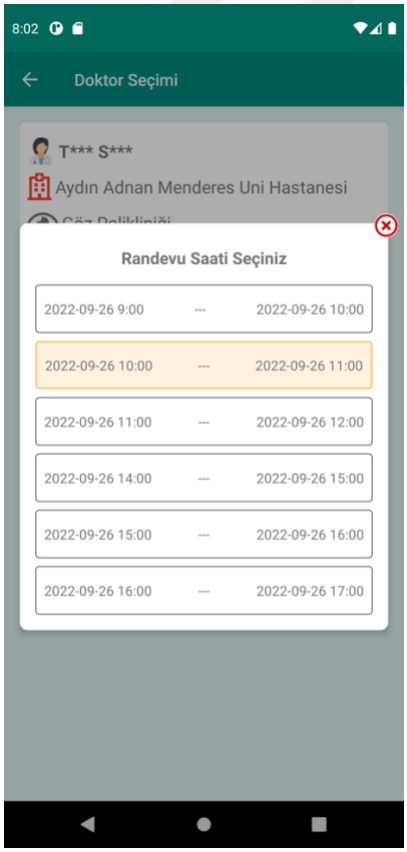


Şekil 2.25.b. iOS Randevu Oluşturma – Hastane Seçimi

Bu ekranda; girilen filtrelere uygun olarak hekimler listelenmektedir (Şekil 2.25.). Randevu alınmak istenen hekimin bilgilerini içeren karta basıldığında, o gün için hekimin müsait olduğu saatler listelenecektir. Randevu oluşturulmak istenen saat bilgisi buradan seçilebilir. Seçim yapıldıktan sonra doktor kartının içinde seçim yapılan saat bilgisi ve Randevu Oluştur butonu görünür olacaktır. Bu butona basılarak randevu oluşturma işlemi gerçekleştirilir ve Randevularım ana ekranına yönlendirilir. (Şekil 2.26).



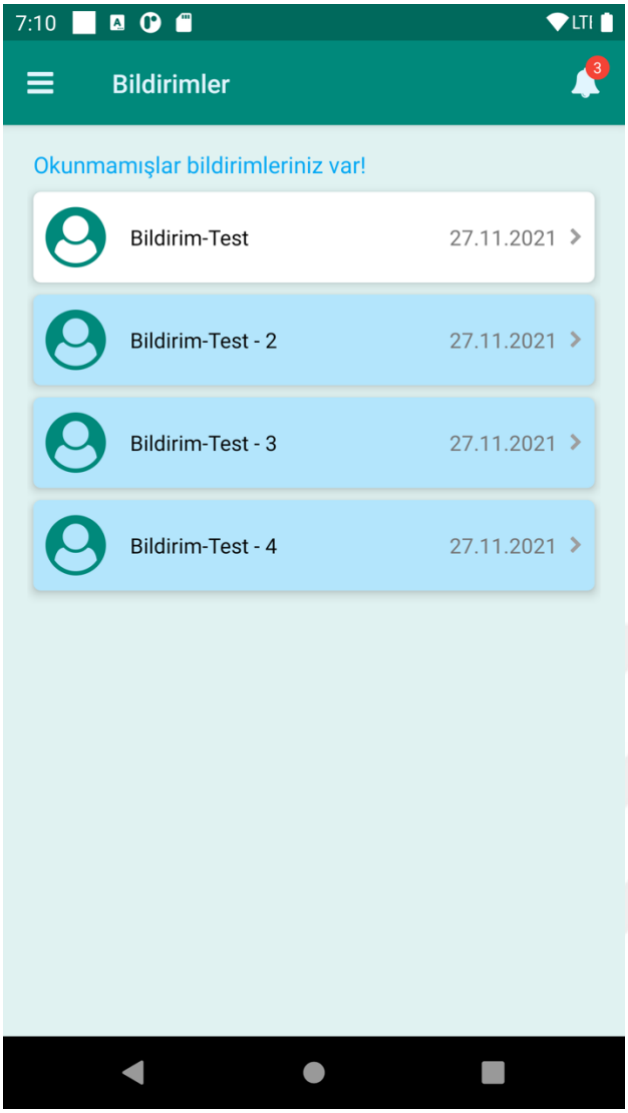


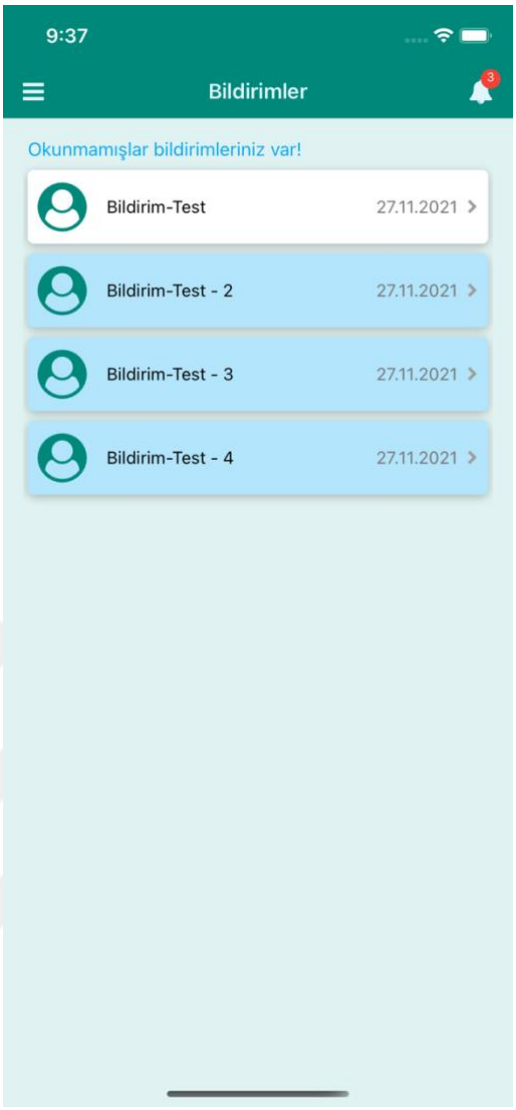




Şekil 2.26.a. Android Randevu Oluşturma – Randevu Saati Seçimi

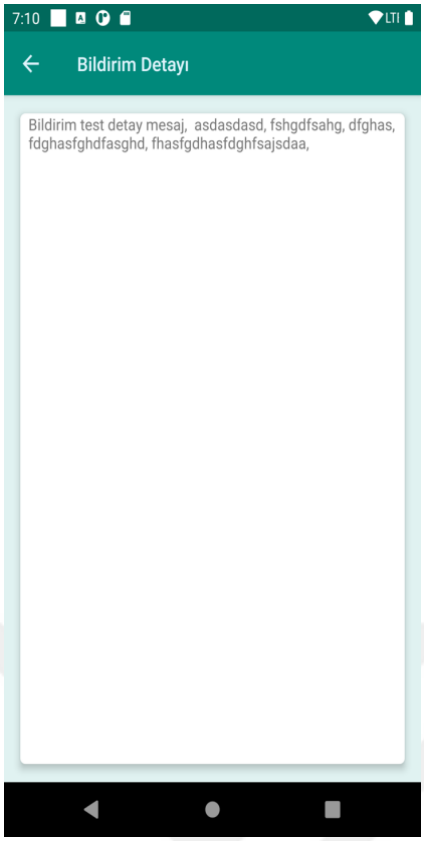
Şekil 2.26.b. iOS Randevu Oluşturma – Randevu Saati Seçimi

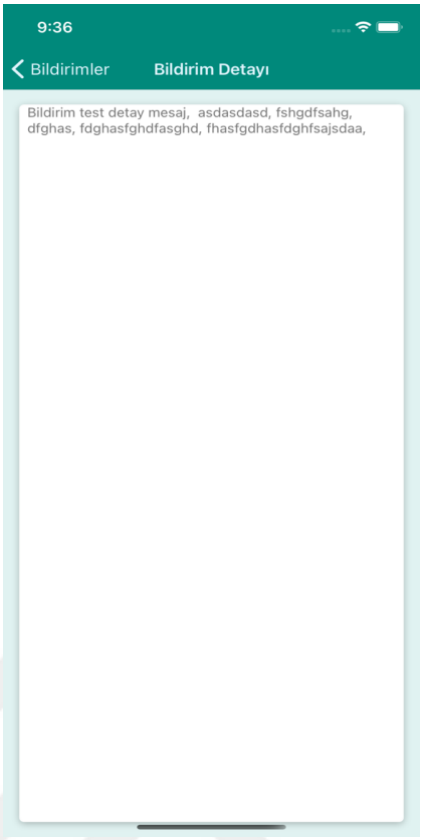




Şekil 2.27.a. Android Bildirimlerim Ekranı **Şekil 2.27.b.** iOS Bildirimlerim Ekranı

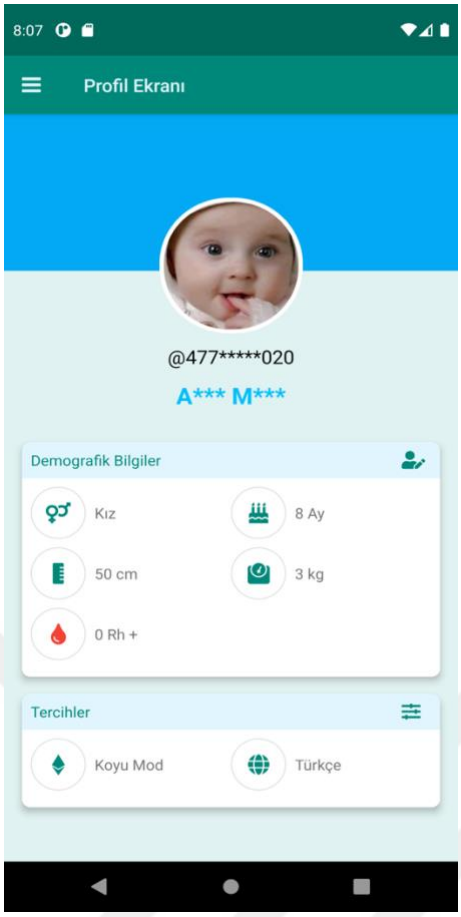
Bildirimlerim ekranında göz doktoru tarafından tanımlanmış bildirimler yer almaktadır. Okunmamış bildirimlerin sayısı, ekranın sağ üstündeki çan ikonu üzerinde gösterilir (Şekil 2.27). Ana ekranda iken de bu çan ikonu mevcuttur ve oradan da okunmamış bildirim olup olmadığı bilgisi kullanıcıya gösterebilmektedir. Ayrıca bu ekranda okunmamış bildirimler mavi renk tonunda renklendirilmiştir.



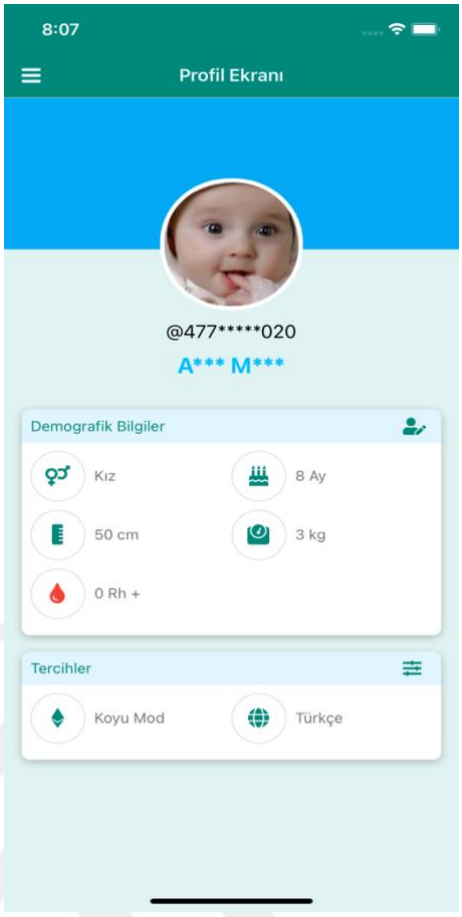


Şekil 2.28.a. Android Bildirimlerim Detayı **Şekil 2.28.b.** iOS Bildirimlerim Detayı

Okunmak istenen bildirimin üstüne basıldığında Bildirim Detayı ekranı açılır (Şekil 2.28). Bu ekranda detay görüntülenebilir. Bu ekrandan tekrar Bildirimler ekranına dönüldüğünde, bu bildirim okundu olacağı için rengi maviden beyaza dönmektedir ve ekranın sağ üstündeki çan ikonunda da okunmamış bildirim sayısı 1 azalmış olur.



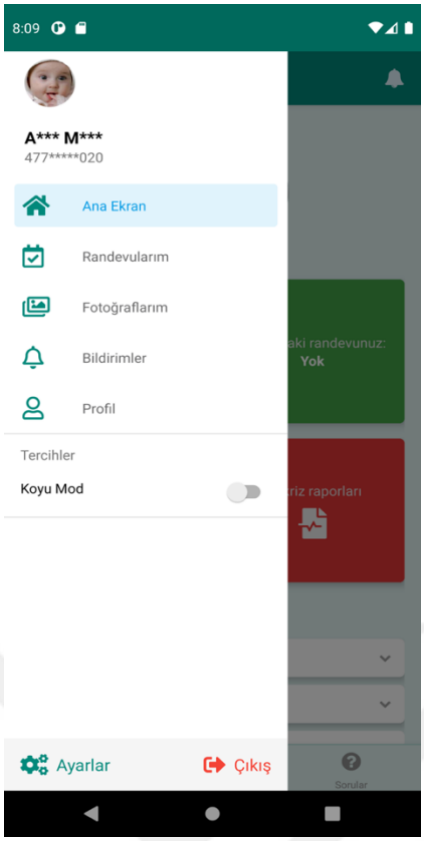
Şekil 2.29.a. Android Hasta Profil Ekranı



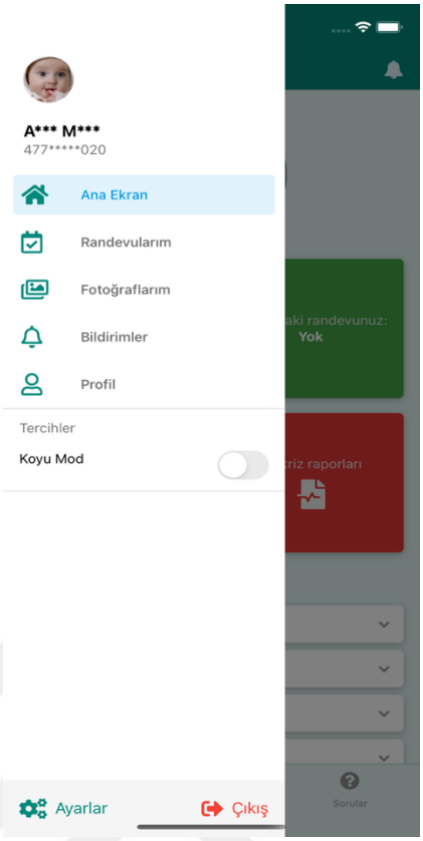
Şekil 2.29.b. iOS Hasta Profil Ekranı

Hasta kullanıcısı için profil bilgilerinin görüntülendiği bu ekranda, kullanıcıya ait demografik bilgiler ve uygulamanın kullanımı ile ilgili Tercihler yer almaktadır (Şekil 2.29)

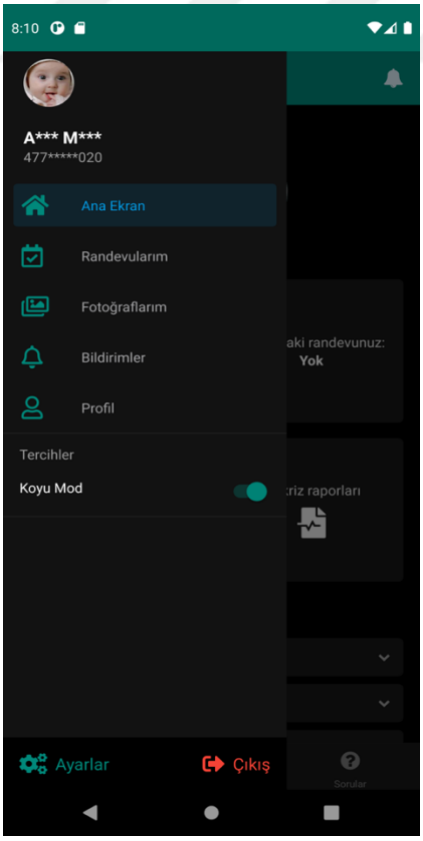
Ekranın başlık bölümünün soluna basıldığında ya da soldan sağa doğru dokunup kaydırıldığında hamburger menü açılır. Buradaki seçeneklere tıklandığında ana ekranla açılabilmektedir. Ayrıca Çıkış butonuna tıklandığında da oturum sonlandırılıp çıkış yapılabilmektedir. Göz doktoru kullanıcısından farklı seçenekler çıktığı bu menüde görülebilmektedir. Kullanıcı rolüne göre seçenekler değişiklik göstermektedir (Şekil 2.30).



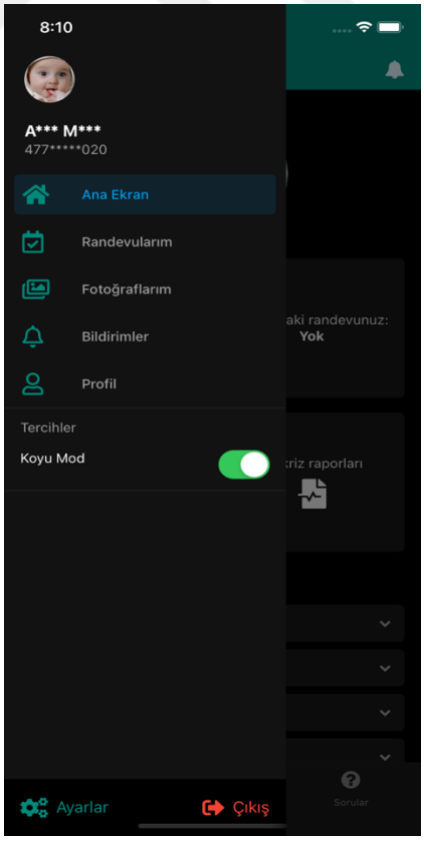
Şekil 2.30.a. Android Hasta Hamburger Menü



Şekil 2.30.b. iOS Hasta Hamburger Menü



Şekil 2.31.a. Android Hamburger Menü Koyu Mod

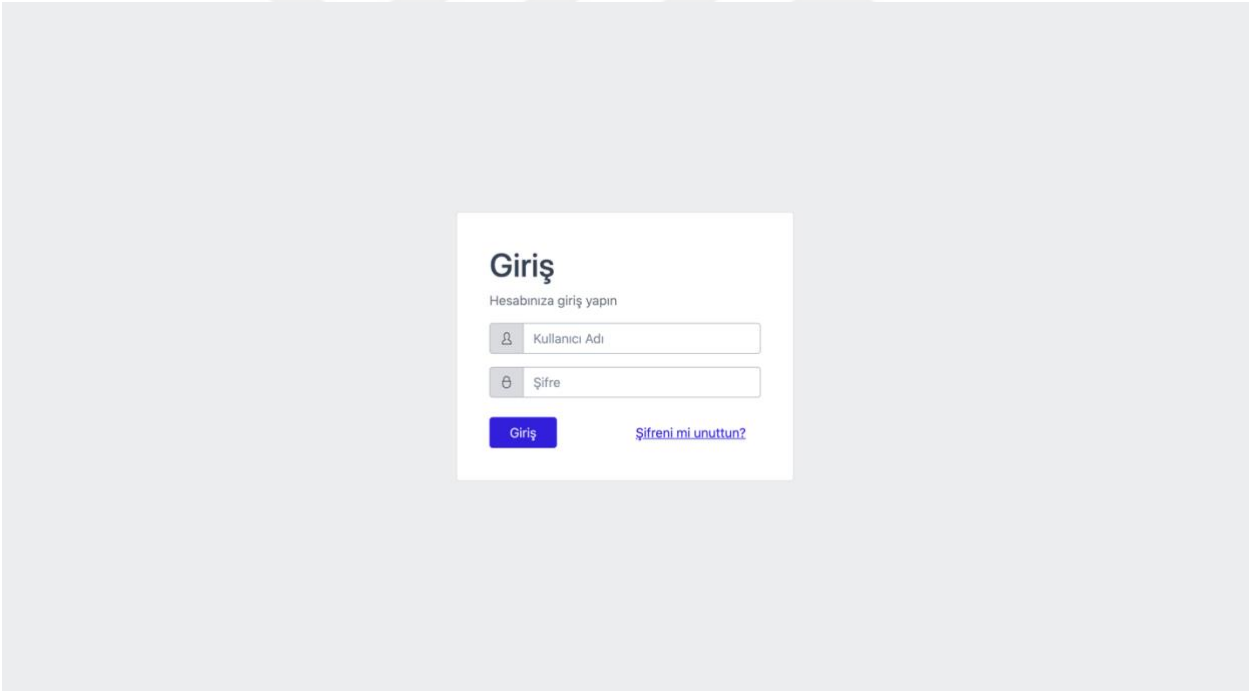


Şekil 2.31.b. iOS Hamburger Menü Koyu Mod

Hamburger menü üzerinden Koyu Mod seçeneği aktif hale getirildiğinde, uygulama teması koyu tonlarına geçmiş olur. Bazı ekranlarda henüz koyu moda uygun renk tonları mevcut değildir. Ama koyu mod uyumlu ekranlar da uygulamada mevcuttur. Şekil 2.31'de koyu modun hamburger menüde nasıl durduğu görülebilmektedir.

2.2.3. Web Platform Ekranlar

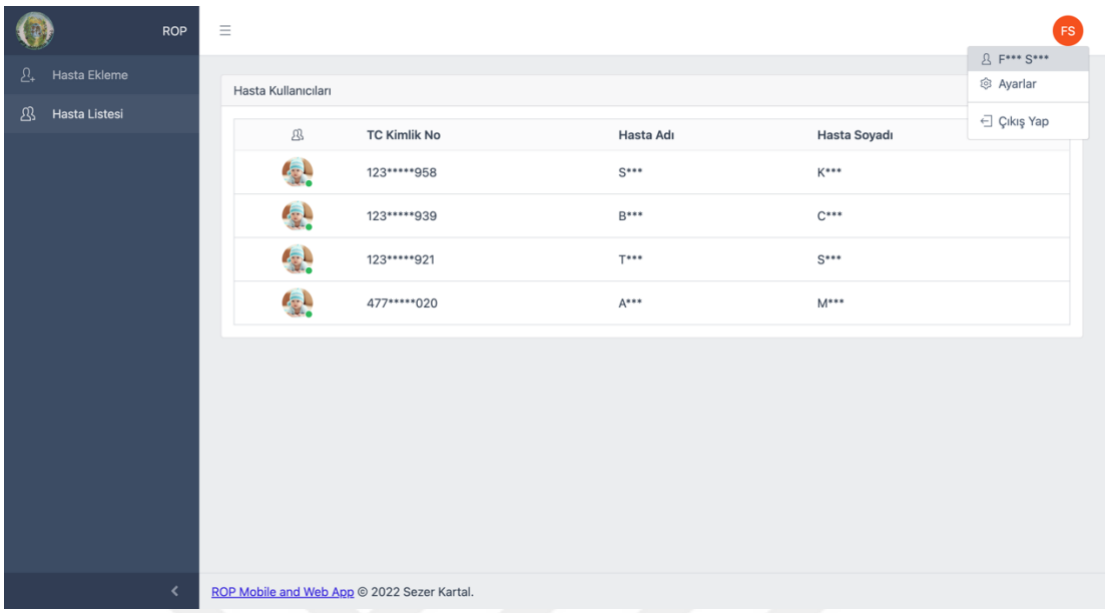
Web platformu mobil uygulamaya göre daha az özellik içermektedir. Yeni özellikler kolayca eklenerek, geliştirmeye kolaylıkla devam edilebilecek esnek bir yapı oluşturulmaya çalışıldı. Mevcut durumda bu tez çalışmasının gereksinimlerini karşılayacak kadar ekranlar bulunmaktadır. "Neonatolog / Aile Hekimi" (şu an için aynı rollerdeler) ve "Göz Doktoru" rollerinde iki farklı kullanıcı ile giriş yapılıp farklı ekranlar görüntülenebilmektedir. Kullanıcı giriş ekranı iki kullanıcı için de ortak olarak geliştirilmiştir.



Şekil 2.32. Web Platform Kullanıcı Girişi

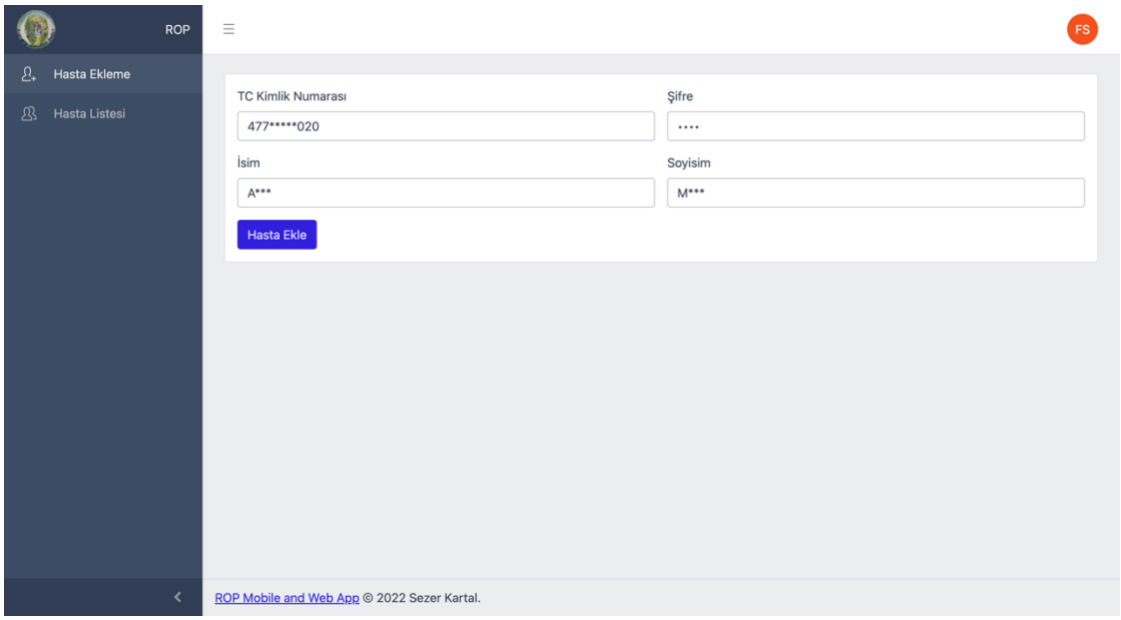
"Neonatolog / Aile Hekimi" ve "Göz Doktoru" girişi için sistemde kullanıcılar oluşturuldu. Burada kullanıcı adı olarak T.C. Kimlik Numarası ve şifre girilerek sisteme giriş yapılabilmektedir (Şekil 2.32).

Neonatolog / Aile Hekimi giriş yaptıktan sonra hastaların listelendiği Hasta Listesi ekranına yönlendirilir (Şekil 2.33).



Şekil 2.33. Hasta Listesi

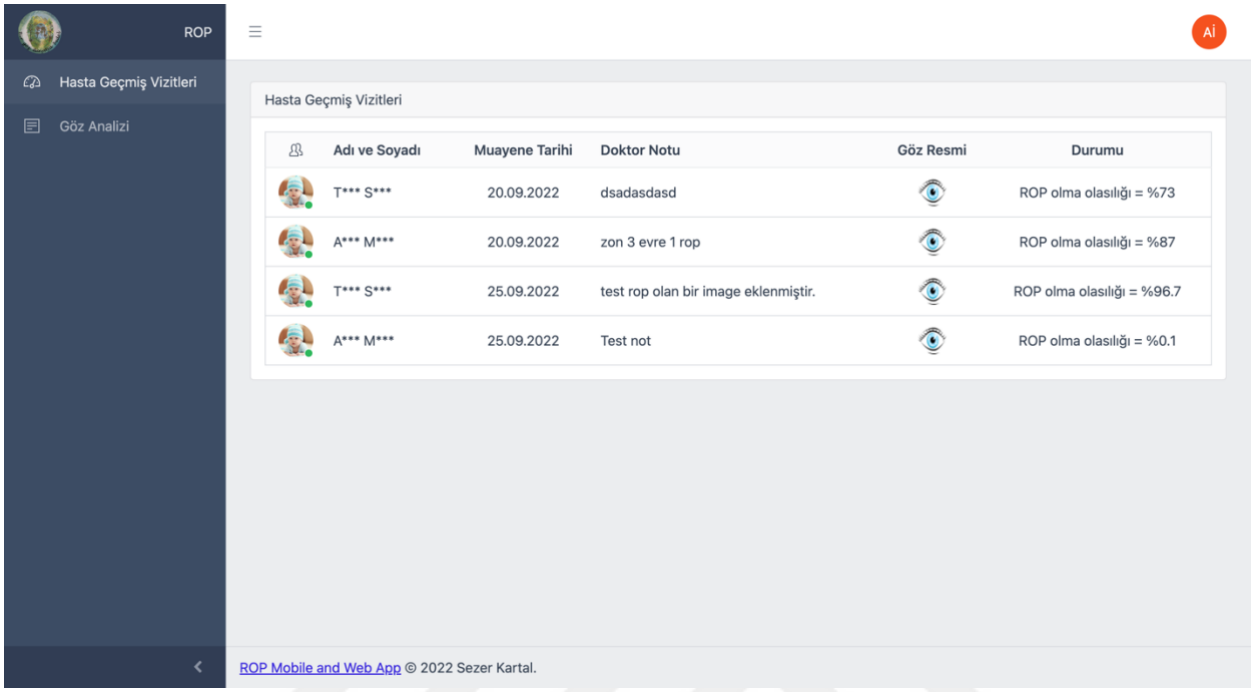
Neonatolog / Aile Hekimi yeni hasta kaydı yapmak için soldaki menüden Hasta Ekleme seçeneğini seçebilir. Orada açılan ekranda hasta bilgileri girip "Hasta Ekle" butonuna tıkladığında, "Hasta Listesi" ekranına yönlenmektedir ve eklediği hastayı görebilmektedir.



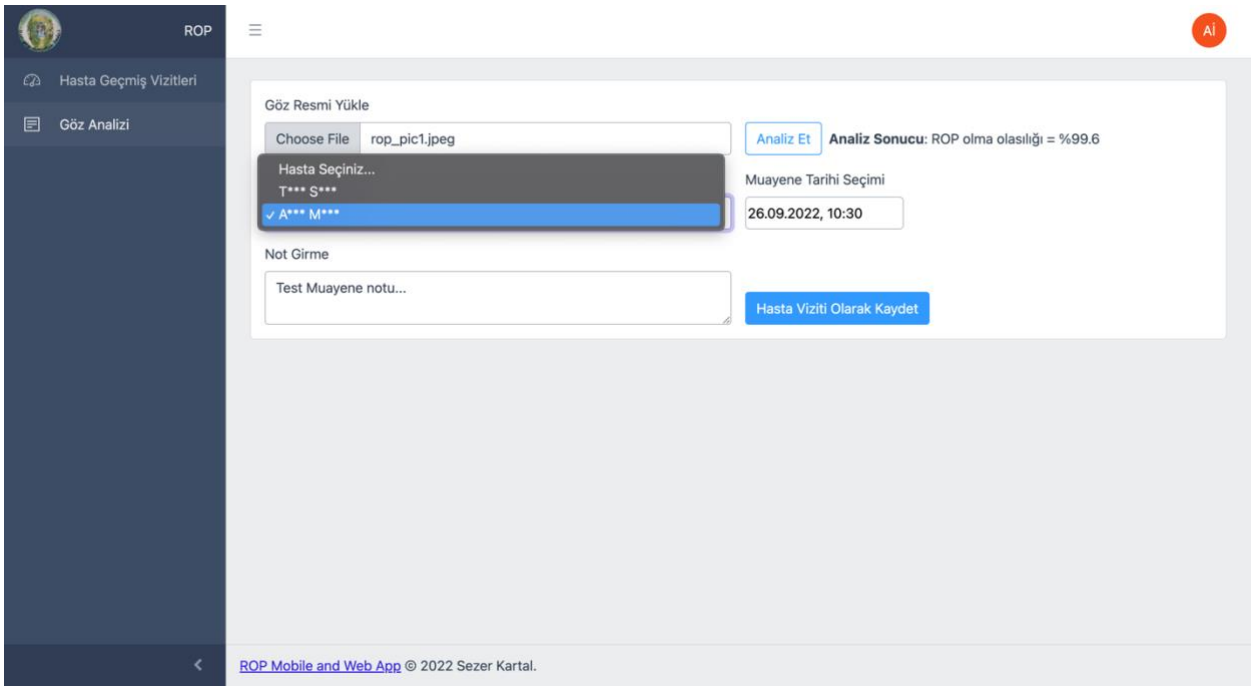
Şekil 2.34. Hasta Ekleme

"Göz Doktoru" kullanıcısı girişi yaptıktan sonra doğrudan Şekil 2.35'deki ekran açılacaktır. Burada her bir hastanın muayene geçmişleri, sonradan girilen doktor not alanı, doktorun

eklediği göz resmi ve göz resminin analiz sonucu yer almaktadır. Göz resminin daha detaylı gösterilmesi için tabloda Göz Resmi kolonundaki göz ikonuna tıklanması gerekmektedir. Göz ikonuna tıklandığında yeni bir sayfa açılıp orada göz resminin orijinal hali görünebilecektir.



Şekil 2.35. Hasta Geçmiş Vizitleri



Şekil 2.36. Göz Muayene Ekranı

Soldaki menüden Göz Analizi seçeneğine tıklandığında bu ekran açılmaktadır (Şekil 2.36). Bu ekranda göz doktoru, hastalarına ait göz fotoğraflarını analiz ederek sonucunu kaydedebilmektedir. Analiz Et butonuna tıkladığında, yüklemiş olduğu göz resmi daha önce eğitilmiş bir derin öğrenme modeline parametre olarak gidecek şekilde bir web servise gönderilir. Bu web servis de analiz sonucunu cevap olarak buraya döner. Daha sonra hasta seçimi kısmından hasta seçilir. Muayene tariihi bölümünden de göz resmi yüklenip analiz edilen bu hastanın muayene tarihi seçilir. Not girme alanına ilgili notlar girildikten sonra "Hasta Viziti Olarak Kaydet" butonuna tıklanarak bu hastaya ait vizit bilgisi kaydedilmiş olur. Kaydedildiği gibi tekrar Şekil 2.35' deki Hasta Geçmiş Vizitleri Ekranına yönlenilir.

Burada kaydedilen bilgiler aynı zamanda mobil uygulamadaki Hasta Geçmiş Vizitleri ekranına da düşmüş olacaktır.

2.3. Kullanım Senaryosu Diyagramı (Use Case Diagram)

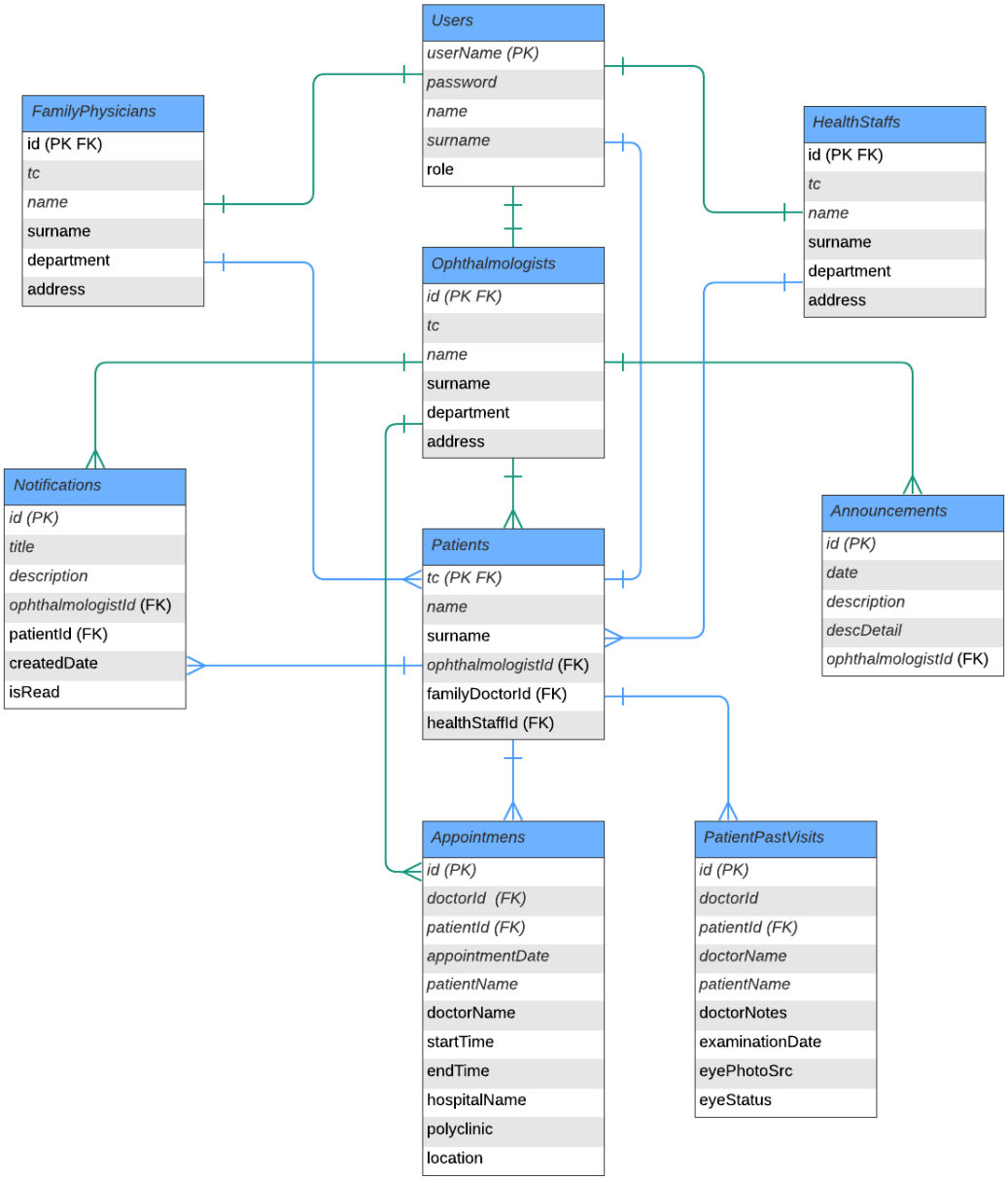
Kullanım senaryosu diyagramı Şekil 2.37' deki gibidir.



Şekil 2.37. Kullanım Senaryosu Diyagramı

2.4. Veri tabanı

Çalışmada doküman odaklı bir veritabanı olan MongoDB kullanılmıştır. İlişkisel veri tabanındaki tablolar ve aralarındaki ilişkiler yaklaşımı burada biraz farklılık göstermektedir. İlişkisel veri tabanı tabloları burada koleksiyon (collection)'lara denk gelmektedir. Bu çalışmada geliştirilen uygulamanın veri tabanı tabloları ve aralarındaki ilişkileri, aşağıda varlık ilişki diyagramı (ERD) ile gösterilmiştir (Şekil 2.38).



Şekil 2.38. Veri tabanı Varlık İlişki Diyagramı (ERD)

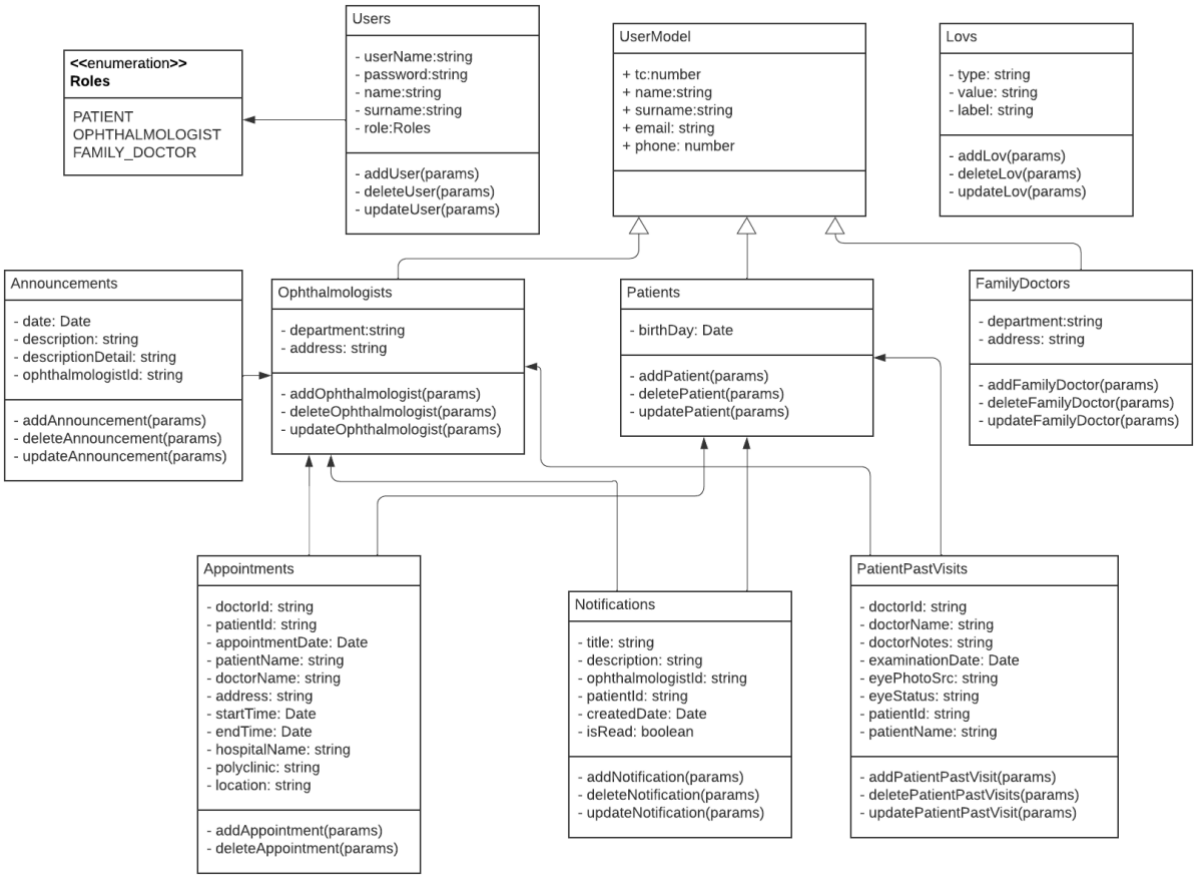
2.4.1. Veri Tabanı Tablolar

Şekil 2.38.'de varlık ilişki diyagramı üzerinde tablolar aralarındaki ilişkiler gösterilmiştir. Bu başlık altında ise bu tablolar hakkında detaylı bilgiler verilmektedir.

Tablo 2.1. Kullanılan veritabanı tabloları ve açıklamalar

Tablo Adı	**Açıklaması**
Kullanıcılar (Users)	Sisteme giriş yapabilen tüm kullanıcılar.
AileHekimi (FamilyPhysicians)	Sisteme dahil olan neonatolog / aile hekimlerinin bilgilerinin tutulduğu tablodur.
SağlıkPersoneli (HealthStaffs)	Sisteme dahil olan sağlık personellerinin bilgilerinin tutulduğu tablodur.
GözDoktoru (Ophthalmologists)	Sisteme dahil olan göz doktorlarının bilgilerinin tutulduğu tablodur.
Hastalar (Patients)	Sisteme dahil olan hastaların bilgilerinin tutulduğu tablodur.
Bildirimler (Notifications)	Göz doktorunun tanımladığı bildirimlerin, hangi doktor tarafından hangi hastalara tanımlandı bilgilerini de içeren tablodur.
Duyurular (Announcements)	Hastaların ana ekranında gözüken duyurulara ait bilgilerin tutulduğu tablodur.
Randevular (Appointments)	Hangi hastanın hangi doktordan ne zaman randevu aldığı bilgilerinin tutulduğu tablodur.
HastaGeçmişVizitleri (PatientPastVisits)	Hastalara ait geçmiş vizitlerin (randevu tarihi, doktor notu, göz resmi, göz analiz sonucu) tutulduğu tablodur.

2.5. Sınıf (Class) Diyagramı



Şekil 2.39. Sınıf (Class) UML Diyagramı

3. SONUÇLAR

Bu tez çalışması kapsamında, Android ve iOS işletim sistemlerine sahip cihazlarda çalışan mobil uygulama geliştirilmiştir. Uygulama mevcutta pilot çalışması şeklinde olup sunucu (server) tarafı henüz devreye alınmamıştır.

Tez çalışma sonucunda mobil uygulama ve web platform geliştirilmiştir. Web platformunun, neonatolog / aile hekimi (aynı rollerdeler) ve göz doktoru rollerindeki kullanıcıları bulunmaktadır. Mobil uygulamanın ise hasta ve göz doktoru rollerindeki kullanıcıları bulunmaktadır.

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde göz polikliniğine gelen hastaların randevu almaları ve göz doktorunun da onları takip etmesi sürecine benzer olacak şekilde mobil uygulamadaki randevu sistemi geliştirilmiştir. Hastane canlı verileri henüz temin edilemediği için pilot çalışmasında hazırlanan JSON formatındaki sahte (mock) veriler kullanılmıştır.

Mevcutta neonatolog / aile hekimi şu işlevleri yerine getirebilmektedir; web platforma kullanıcı girişi yapıp, yeni hasta kaydı yapabilmektedir. Mevcut hastaların listelendiği ekranı görebilmektedir. Hasta kaydı yaparken girdiği kullanıcı adı ve şifre bilgilerini hasta ile paylaşarak, hastanın mobil uygulamayı indirmesini ve bir göz doktorundan bu uygulama aracılığı ile randevu alması konusunda hastanın yönlendirilmesini sağlamaktadır.

Mevcutta hasta kullanıcısı şu işlevleri yerine getirebilmektedir; uygulamaya kullanıcı girişi yaptıktan sonra, yaklaşan, geçmiş ve mevcut randevularını görüntüleyebilme, yeni randevu oluşturabilme ve iptal edebilme, bildirimlerini görüntüleyebilme, ana ekran üzerinde duyuruları görüntüleyebilme, randevuları üzerinden doktorunun yazdığı notları görüntüleyebilme.

Mevcutta göz doktoru şu işlevleri yerine getirebilmektedir; uygulamaya kullanıcı girişi yaptıktan sonra, randevularını ajanda üzerinden görüntüleyebilmekte, iptal edebilmekte, randevuları üzerinden hastalara ulaşabilmekte, hastaların geçmiş vizitlerini görüntüleyebilmekte ve seçeceği hastalara gidecek şekilde bildirimler tanımlayabilmektedir. Ayrıca web platformu üzerinden de; bilgisayarından yükleyeceği hastasına ait göz resminin ROP olup olmama durumunu analiz edebilme ve analiz sonucunu, randevu tarihi girerek hasta geçmiş viziti olarak kaydedebilmektedir, kendisine ait tüm hastaların geçmiş vizitlerini görüntüleyebilmektedir.

Bu tez çalışması için Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Rektörlüğü Tıp Fakültesi Dekanlığı Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan Karar:17 Protokol No:2020/177 ve Emine Çiftçi'nin tez çalışması içinde Karar:15 Protokol No:2020/48 kapsamında çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu tez çalışması ile ortaya çıkan ürünün son kullanıcıları olan hekimler olacağı için mobil uygulamanın gerçek ortamda değerlendirilmesi için Aydın Adnan Menderes Üniversite Hastanesi'nden Oftalmolog Doç. Dr. Ayşe İpek ÜNSAL ve Aydın Devlet Hastanesi'nden Uzman Neonatolog Dr. Meral Yıldız KORKUT katılımlarıyla gerçekleşen video konferans üzerinden proje demosu gerçekleştirilerek kayda alındı. Kullanıcıların zorlanmaması için, kurulum ve kullanım videoları hazırlandı. Hazırlanan bu videolar, web platformu URL'si ve mobil programın apk dosyası önceden e-posta yoluyla kullanıcılarla paylaşıldı. 20 Eylül 2022 saat 8:30 demo çalışması başladı. Burada Neonatolog rolüyle Dr. Meral Hanım, Göz Doktoru rolüyle de Doç. Dr. Ayşe İpek Hoca kullanıcı girişi yapıp web platform ve mobil uygulamayı deneyimlediler. Burada etik kurul onayı doğrultusunca çalışmada yer alan gerçek hastalardan üç tanesinin sisteme tanımlanması, göz görüntü verisinin sisteme eklenmesi doktorlar tarafından gerçekleştirildi. Bu tez çalışması aynı zamanda bir karar destek sisteminin parçası olma özelliğindedir. Şöyle ki: Bilg. Müh. Emine Çiftçi derin öğrenme yöntemleri ile pre-retinopthy sınıflandırma modeli tasarlamış ve bu tez web servis aracılığıyla entegre edilmiştir. Böylece web platformu üzerinden doktor hastaya ait göz görüntüsünü sisteme yüklediğinde "Analiz et" butonunu tıklayarak verinin bu modele giderek değerlendirmeye alınmasını ve ROP olma ihtimalini yüzde değeri olarak sisteme dönmesi sağlanmaktadır. Bu sonuç web ve mobil uygulamada doktor tarafından görülebilmektedir. Dolayısıyla sisteme yüklenen görüntülerin değerlendirmeleri de bu demo sırasında doktor tarafından gözlemlenmiştir.

3.1 Tıp Uzmanlarının Değerlendirmeleri

Uzman Neonatolog Dr. Meral Hanımın görüşleri: "*Mobil uygulamanın yeni doğan hekimleri, göz hekimleri ve özellikle hasta yakınları için özellikle günümüzde çok anlamlı bir yeri olacağını düşünüyorum. Hastaların da bu uygulama ile tanışması tedavilerini daha ciddiye alacakları kanısındayım. Uygulamanın yaygın kullanımı ile daha da geliştirilebileceğini düşünüyorum."*

Doç. Dr. Ayşe İpek Hocamın görüşleri: "*Sayın Okuyucu, Yaşadığımız bilgi ve teknoloji çağında tüm imkan ve çabalara rağmen prematüre bebeklerde körlüğe neden olabilen prematüre*

retinopatisi yani ROP hastalığının sıklığında, tanısında ve tedavisindeki gecikmelerin önü alınamamıştır. Bu tez çalışması ile prematüre bebeklerin aileleri başta olmak üzere aile hekimleri ve çocuk hekimlerinin prematüre bebeklerin göz taramalarını kolayca organize edecekleri ve aralarındaki konuyla ilgili iletişim sorunlarını çözecekleri, zamanında gerekli göz muayenesini kaçıran tek bir bebeğin dahi kalmayacağı bir platform oluşturulmuştur. Gerçek yaşamda demosu yapılıp işe yaradığı gösterilmiştir. Dileğimiz pilot bölge olarak Aydında Adnan Menderes Üniversitesi ve Aydın İl Sağlık Müdürlüğü kapsamında uygulanması ve hatta yayılarak Türkiyede e-nabız benzeri bir uygulamaya dönüşmesidir. Bilebildiğimiz kadarıyla Türkiye' de ROP ile ilgili benzer başka bir çalışma yoktur. Bu konuda bir ilk olması ve Bilgisayar Müh. Emine Çiftçi tarafından da bebeklere ait fundus resimlerinin Yapay Zeka Deep Learning uygulamaları ile ROP hastalığına ait risk yüzdesinin hesaplandığı bir ek modül içermesi nedeniyle de çok kıymetli bir çalışmadır. Prematüre bebeklerin göz sağlığı için yoğun çalışma tempolarında kıymetli vakitlerini bu çalışmaya ayıran başta Dr. Öğr. Üyesi Zehra Aysun Altıkardeş hocamıza, Doç. Dr. Buket Doğan hocamıza, Bilgisayar Müh. Emine Çiftçi'ye ve Bilgisayar Müh. Sezer Kartal'a şükranlarımı sunar, en kısa zamanda eksiksiz kullanıma geçmesini temenni ederim."

Bu bağlamda, tez çalışması sonucunda ortaya çıkan mobil ve web platformlarının daha da geliştirilmesi hedefler arasında yer almaktadır. Hedeflenen ilk aksiyon, hastaneden çekilecek gerçek hasta ve doktor verilerinin kullanılması olacaktır. Mobil uygulamanın, göz doktoru ve hasta kullanıcılarına ek olarak neonatolog, aile hekimi ve sağlık personeli kullanıcılarına da hizmet verecek şekilde geliştirmeler yapılması da hedeflenmektedir. Web platformu da geliştirilerek neonatolog ve aile hekimlerinin rolleri ayrılacak ve daha farklı işlevleri yapabilir hale getirecek geliştirimeler yapılması hedeflenmektedir. Ayrıca kullanıcıların yönetimi, yetkilendirilmesi gibi işlemlerin yapılması için yönetici paneli geliştirilecektir. Henüz lokal ortamda yayınlanan sunucu tarafındaki web servisleri, daha sonra canlı ortama alınıp daha fazla son kullanıcıların hizmetine sunulabilecekler.

Şu an için mobil uygulama ve web platformu kullanıcı sayısı kontrolü bulunmamaktadır. Demo için kullanılan veri tabanında kayıtlar için limit vardır, kullanıcıların yapacağı işlemlere göre bu limitin aşılma durumu söz konusu olabilmektedir. İleride çalışmanın sürekliliği açısından sistemin Adnan Menderes Üniversitesi bilişim sistemine entegrasyonu ve Aydın ilinde pilot proje olarak kullanımı çalışmaları planlanmaktadır. Bu bağlamda ana sisteme entegrasyonda kullanıcı sayısı kontrolü yapılabilecektir.

Ayrıca mobil uygulamanın kapsamı daha da genişletilebilir, örneğin; yeni doğan bebeklerin uzman doktorları tarafından yönetiminin kolaylaştırılması, doktorların ihtiyaçları doğrultusunda işlevler eklenmesi gibi.

4. KAYNAKÇA

1. Samiei-Zonouz, R.M.-T., H.; & Rahmani, R., *Smartphone-Centric Human Posture Monitoring System.* In 2014 IEEE Canada International Humanitarian Technology Conference-(IHTC), 2014.
2. TÜİKKurumsal. *Hanehalkı İnternet Kullanımı*. 2021; Available from: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Survey-on-Information-and-Communication-Technology-(ICT)-Usage-in-Households-and-by-Individuals-2020-33679.
3. www.btk.gov.tr, *5G Ve Ötesi Beyaz Kitap*. 2021.
4. Kopmaz B.; Arslanoğlu, A., *Mobil Sağlık ve Akıllı Sağlık Uygulamaları.* Sağlık Akademisyenleri Dergisi, 2018.
5. Tezcan, C., *Sağlığa Yenilikçi Bir Bakış Açısı Mobil Sağlık*. 2016, İstanbul: Tusiad.
6. Barton, A.J., *The regulation of mobile health applications.* BMC Med, 2012. **10**: p. 46.
7. Silva B.; Rodrigues J.; Canelo F.; Lopes I.; Lloret J., *Towards A Cooperative Security System For Mobile-Health Applications.* Electronic Commerce Research, 2014.
8. Rao S. V.; Krishna M. T., *A Design of Mobile Health for Android Applications.* American Journal of Engineering Research (AJER), 2014.
9. Yıldırım P.; Bozyiğit F.; Özcanhan H. M.; Utku S., *Bulut Tabanlı Mobil Diyabet Kontrol Uygulaması: Mobil Diyabetim.* Bilişim Teknolojileri Dergisi, 2017.
10. Liu C.; Zhu Q.; Holroyd A. K.; Seng K. E., *Status And Trends Of Mobile-Health Applications For Ios Devices: A Developer's Perspective.* The Journal Of Systems And Software, 2011.
11. Can S.; Arslan E.; Ersöz G., *Güncel Bakış Açısı İle Fiziksel Aktivite.* Ankara Ünv Spor Bil Fak, 2014.
12. Grigsby-Toussaint, D.S., et al., *Sleep apps and behavioral constructs: A content analysis.* Prev Med Rep, 2017. **6**: p. 126-129.
13. MHRS, *MHRS.* 13.06.2020.
14. eNabız. *E-Nabız Hakkında*. 01.06.2022; Available from: https://enabiz.gov.tr/Yardim/Index.
15. E. Yılmaz Ve Ark., *ETansiyon Akıllı Telefon Uygulamasının Hipertansiyon Kontrolüne Etkisi.* 14. Aile Hekimliği Araştırma Günleri Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, 2019.
16. ROP Check Software. *ROP Check Software*. 13.06.2020; Available from: https://www.ropcheck.com/Features.
17. Vinekar, A., et al., *A novel, low-cost method of enrolling infants at risk for Retinopathy of Prematurity in centers with no screening program: the REDROP study.* Ophthalmic Epidemiol, 2012. **19**(5): p. 317-21.
18. (ROP), D.o.R.o.P. *Diagnosis of Retinopathy of Prematurity (ROP)*. 01.06.2022; Available from: https://www.aboutkidshealth.ca/Article?contentid=1817&language=English.
19. Yalçın, N.A., S.; Uluhatun, N.,. *Diyabetik Retinopati Hastalığının Erken Tespiti İçin Derin Öğrenme İle Retina Görüntülerinin Sınıflandırılması*. 01.06.2022; Available from: https://www.researchgate.net/profile/Nursel_Yalcin/publication/326284004_Classification_of_retinal_images_with_deep_learning_for_early_detection_of_diabetic_retinopathy_disease/links/5e04f1224585159aa49c2866/Classification-of-retinal-images-with-deep-learning-for-early-detection-of-diabetic- retinopathy-disease.pdf
20. Coats, D.K., et al., *Involution of retinopathy of prematurity after laser treatment: factors associated with development of retinal detachment.* Am J Ophthalmol, 2005. **140**(2): p. 214-22.
21. Balaam, M.R., J.; Fitzpatrick, G.; Say, R.; Hayes, G.; Mazmanian, M. ve Parmar, B.,, *Motherhood and HCI. CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems.* Viyana: ACM, 2013.

22. Kim, J.D., T.; &Anderson, T.,, *A lookintothefuture of wireless mobile communicationtechnologies.* Technology Analysis & Strategic Management, 2010.
23. Burke, L.E., et al., *Using mHealth technology to enhance self-monitoring for weight loss: a randomized trial.* Am J Prev Med, 2012. **43**(1): p. 20-6.
24. Demir, H.A., E., T.,, *Mobil Sağlık Uygulamalarının Hastanelerde Kullanılabilirliği: Hastane Yöneticileri Üzerine Bir Araştırma.* KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi 19 (33), 2017.
25. JetBrains. *Webstorm: The Smartest Javascript IDE, by JetBrains*. 20.11.2021; Available from: https://www.jetbrains.com/webstorm/.
26. Android Developers. *Download Android Studio and SDK tools | Android Developers*. 21.11.2021; Available from: https://developer.android.com/studio.
27. Apple. *Xcode on the Mac App Store*. 21.11.2021; Available from: https://apps.apple.com/us/app/xcode/id497799835?mt=12.
28. Apple. *Setting up the development environment | React Native*. 21.11.2021; Available from: https://reactnative.dev/docs/environment-setup.
29. MongoDB. *Release Notes for MongoDB 3.2 — MongoDB Manual*. 22.11.2021; Available from: https://docs.mongodb.com/manual/release-notes/3.2/.
30. Javascript | MDN. *Javascript | MDN*. 02.06.2022; Available from: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript.
31. Typescript. *Typescript*. 02.06.2012; Available from: https://www.typescriptlang.org/.
32. React Native. *React Native · Learn once, write anywhere*. 02.06.2022; Available from: https://reactnative.dev/.
33. Node.js. *Node v12.12.0 (Current) | Node.js*. 02.06.2022; Available from: https://nodejs.org/en/blog/release/v12.12.0/.
34. npm. *npm About*. 02.06.2022; Available from: https://www.npmjs.com/about.
35. NestJS. *Documentation | NestJS - A progressive Node.js framework*. 02.06.2022; Available from: https://docs.nestjs.com.
36. Atlassian Git Tutorial. *What is Git: become a pro at Git with this guide | Atlassian Git Tutorial:* . 02.06.2022; Available from: https://www.atlassian.com/git/tutorials/what-is-git,.
37. jwt.io. *JSON Web Token Introduction - jwt.io*. 02.06.2022; Available from: https://jwt.io/introduction.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sezer KARTAL

Ana Dili : Türkçe

Yabancı Dili : İngilizce

Öğrenim Durumu

Derece	Bölüm/Program	Üniversite/Lise	Mezuniyet Yılı
Lise	Sayısal	Şarkışla Lisesi	2010
Lisans	Bilgisayar Mühendisliği	Selçuk Üniversitesi	2015
Yüksek Lisans	Bilgisayar Mühendisliği	Marmara Üniversitesi	2022

İş Deneyimi

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2016 – 2020	PiA (People in Action) A.Ş.	Yazılım Geliştiricisi
2020 – 2021	BDH (Bilişim Destek Hizmetleri) A.Ş.	Kıdemli Yazılım Geliştiricisi
2021 – 2022	Turkcell A.Ş.	Kıdemli Yazılım Geliştiricisi
2022 –	Akbank T.A.Ş.	Uygulama Mimarı