

Medora: Yapay Zeka Destekli Uzaktan Hasta Takip ve Değerlendirme Sistemi

Medora projesi kapsamında yapay zeka destekli uzaktan hasta takip ve değerlendirme sistemi geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu projenin temel amacı, günümüz sağlık sistemlerinin karşılaştığı kronik hastalık artışı, yaşlanan nüfus ve sağlık hizmetleri talebinin yükselmesi gibi zorlukların üstesinden gelmek için teknolojinin sunduğu fırsatlardan yararlanmaktır. Özellikle mobil teknolojilerin, hasta ve doktor arasındaki iletişimi güçlendirme, sağlık verilerini toplama ve analiz etme, kişiselleştirilmiş sağlık hizmetleri sunma potansiyeli bu projenin temel çıkış noktası olmuştur.



Proje Çalışmasının Amacı ve Önemi

Hasta Odaklılık ve Yetkilendirme

Hastaların kendi sağlık verilerini daha iyi anlamalarını ve bilinçli kararlar almalarını destekler.

Erken Teşhis ve Önleyici Sağlık Hizmetleri

Veri analizi ile potansiyel sağlık sorunlarını erken aşamada tespit ederek zamanında müdahaleyi sağlar.

Doktor-Hasta İletişiminin Güçlendirilmesi

Hastaların verilerini doktorlarıyla kolayca paylaşabilmelerini sağlayarak daha doğru teşhis ve kişiselleştirilmiş tedavi planları sunar.

Sağlık Sistemi Verimliliğinin Artırılması

Veri toplama ve analiz süreçlerini otomatikleştirerek sağlık profesyonellerinin zamanını daha verimli kullanmalarına olanak tanır.

Maliyet Etkinliği

Erken teşhis ve önleyici hizmetlerle tedavi maliyetlerinin azaltılmasına katkıda bulunur.

Proje, sensör ve manuel veri girişleriyle kalp atışı, kan basıncı, uyku düzeni gibi hayati verileri toplayan ve analiz ederek sağlık profesyonelleriyle paylaşılabilen kullanıcı dostu bir mobil uygulama geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Yapay Zeka (YZ) Bileşeni

Sağlıkta yapay zeka ve makine öğrenimi (ML) uygulamaları, sağlık personelinin iş yükünün azaltılması, süreçlerin hızlanması ve zaman tasarrufu sağlanması gibi potansiyel faydalar sunmaktadır. Ayrıca, tıbbi hataların azalmasına da katkıda bulunabilir. Medora projesinde iki ana YZ modeli entegre edilmiştir:



EKG Sinyal Analizi ve Anomali Tespiti

PTB Diagnostic ECG Database ile eğitilmiş, 14.552 tek kurşunlu EKG kaydını içeren veri seti kullanılmıştır. CNN tabanlı Autoencoder modeli ile %98 doğruluk oranına ulaşılmıştır.



Kardiyovasküler Risk Tahmin Sistemi

70.000 hasta kaydını içeren tıbbi veri seti ile geliştirilmiştir. Lojistik regresyon, karar ağaçları, rastgele ormanlar ve SVM algoritmaları kullanılarak %73.2 doğruluk oranına ulaşılmıştır.

EKG Sinyal Analizi Detayları

Model, normal (4.046 kayıt) ve anormal (10.506 kayıt) kalp atışları olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmıştır. Anormallikler arasında miyokard enfarktüsü, kalp yetmezliği ve kardiyak aritmiler bulunur.

Veri ön işleme aşamasında CSV dosyaları Pandas kullanılarak yüklenmiş, sınıf etiketleri eklenmiş ve veri setleri birleştirilmiştir. Normal veri seti %15 test boyutu ile eğitim ve test setlerine ayrılırken, anormal veri seti tamamen test verisi olarak kullanılmıştır.

Model, bir encoder (kodlayıcı) ve bir decoder (kod çözücü) olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır. Encoder, 187 veri noktasından oluşan EKG sinyalini alarak 1D evrişim, batch normalizasyon ve maksimum havuzlama katmanları kullanarak 32 boyutlu bir latent uzay oluşturur.

Model, mobil uygulama içerisinde real-time EKG analizi yapabilmek için TensorFlow.js kullanılarak entegre edilmiştir.

Kardiyovasküler Risk Tahmin Sistemi

Veri Seti ve Ön İşleme

Her kayıt, 12 farklı özellik ve bir hedef değişken (KVH durumu) içermektedir. Bu özellikler arasında yaş, boy, kilo, kan basıncı (sistolik ve diyastolik), kolesterol düzeyi, glikoz seviyesi, sigara içme durumu, alkol tüketimi ve fiziksel aktivite gibi bilgiler bulunmaktadır.

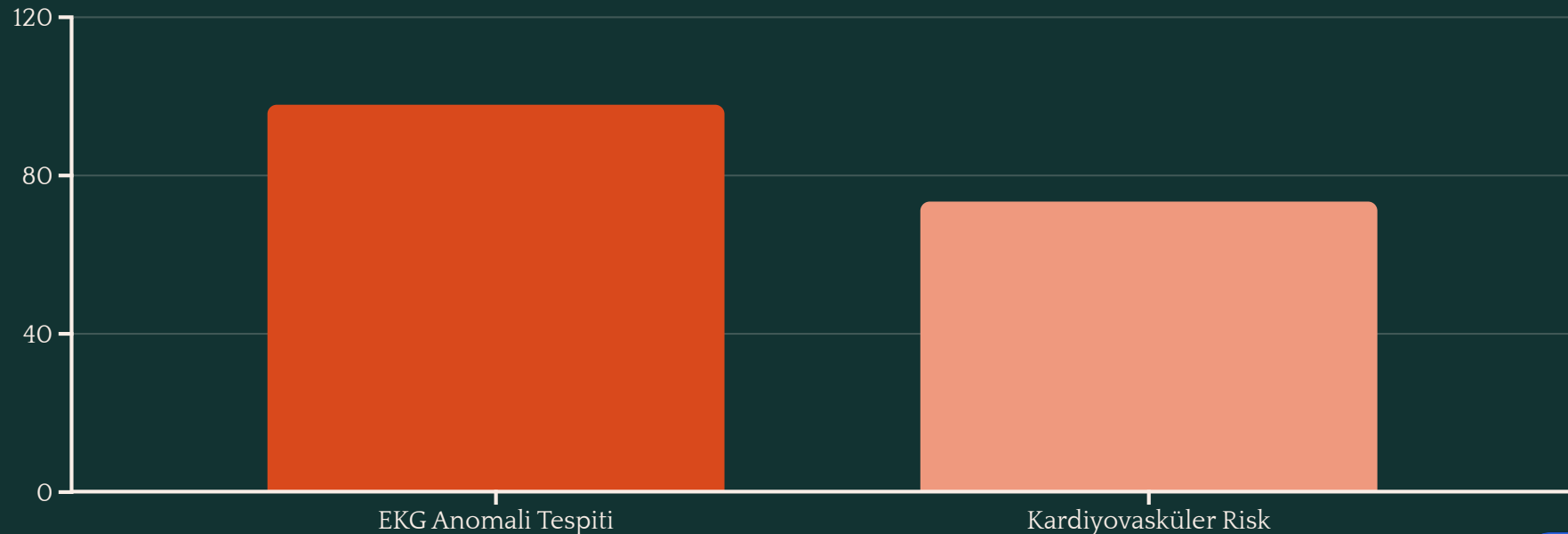
Model performansını optimize etmek için, özellikle boy ve kilo değişkenlerindeki aykırı değerler temizlenmiş ve fizyolojik olarak mümkün olmayan diyastolik/sistolik kan basıncı değerleri düzeltilmiştir. Sayısal değişkenler üzerinde normalizasyon işlemi uygulanarak modelin öğrenme hızı ve verimliliği artırılmıştır.

Model Mimarisi ve Entegrasyon

KVH tahmininde, lojistik regresyon, karar ağaçları, rastgele ormanlar (random forests) ve destek vektör makineleri (support vector machines - SVM) gibi çeşitli sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. Bu modeller, veri setindeki örüntüleri öğrenerek KVH durumunu doğru bir şekilde tahmin etmeyi hedefler. Veri seti %80 eğitim ve %20 test olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

Modelin eğitimi 50 ila 100 epoch arasında uygulanmış, erken durdurma (early stopping) tekniği aşırı öğrenmeyi engellemek ve genelleme yeteneğini artırmak amacıyla kullanılmıştır.

Python ile eğitilen scikit-learn modeli, bir Flask backend API aracılığıyla mobil uygulamaya hizmet vermektedir. Model, %73.2 doğruluk oranına ulaşmıştır.



Yapay Zeka Chatbot Sistemi

Medora sisteminin önemli bir bileşeni olan yapay zeka destekli chatbot, kullanıcıların sağlık sorularını cevaplayabilen, kişiselleştirilmiş sağlık tavsiyeleri sunabilen ve acil durumlarda yönlendirme yapabilen akıllı bir asistan olarak tasarlanmıştır.



OpenAI GPT Entegrasyonu

Chatbot sistemi, OpenAI'nin GPT-3.5-turbo modeli üzerine kurulmuştur. Sistem, çift katmanlı bir yapıya sahiptir: API anahtarı mevcut olduğunda gerçek OpenAI servisi kullanılır; aksi takdirde, önceden programlanmış akıllı yanıtlarla demo modu aktif olur.



Sağlık Alanına Özgü Prompt Engineering

Chatbot sistemi, hem gerçek AI hem de demo modu için kapsamlı prompt engineering ve akıllı yanıt sistemi içerir. Gerçek AI modunda OpenAI sistem prompt'u ile, demo modunda ise özel algoritma ile sağlık verilerine dayalı yanıtlar üretilir.



Güvenlik Protokolleri

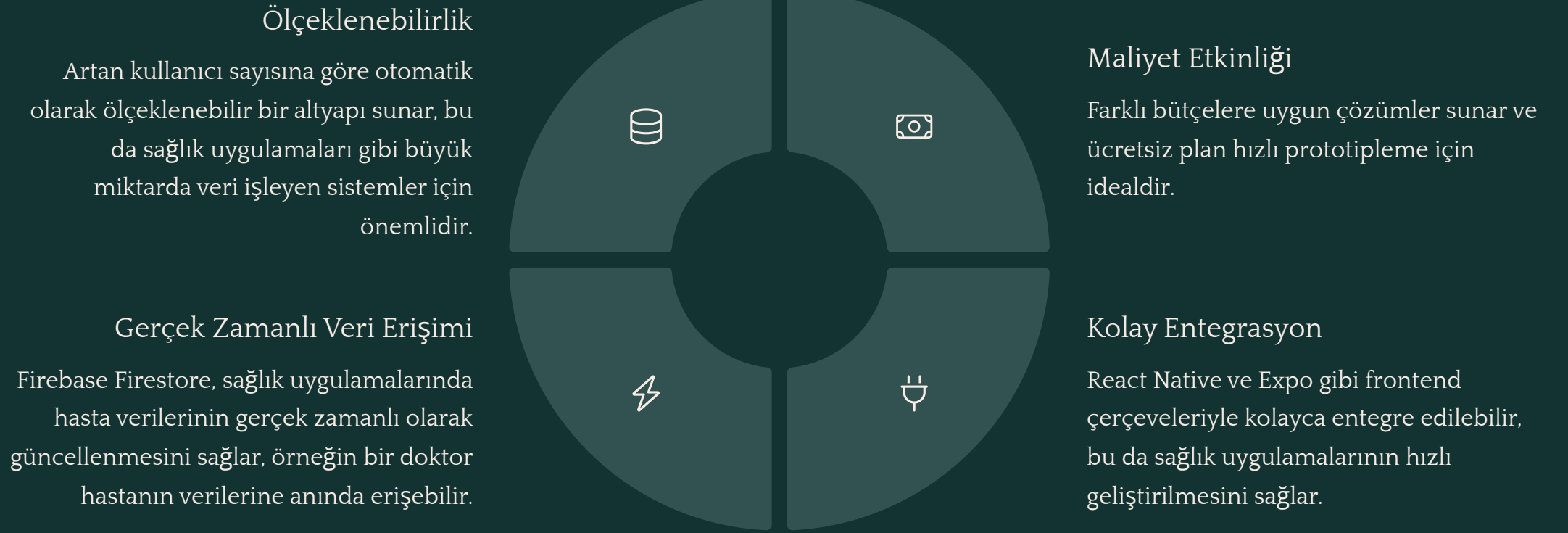
Çift katmanlı güvenlik (gerçek AI + demo fallback), otomatik hata yönetimi, sağlık verisi entegrasyonu ile kişiselleştirilmiş yanıtlar ve API anahtarı güvenli yönetimi gibi güvenlik önlemleri alınmıştır.

API Entegrasyon Detayları

- Model: GPT-3.5-turbo
- Maksimum Token Sayısı: 300 (chat için), 400 (analiz için)
- Sıcaklık (Temperature): 0.4 (chat için), 0.3 (analiz için)
- API Anahtarı Yönetimi: Environment variables (ortam değişkenleri) ve Expo Constants kullanılarak güvenli bir şekilde sağlanır

Uygulama Veritabanı ve Yönetimi

Sağlık sektörü, verilerin güvenli depolanması, hızlı erişimi ve paylaşılabilirliği açısından bulut bilişim teknolojilerinden büyük ölçüde faydalanmaktadır. Medora projesinde, bu ihtiyaçları karşılamak üzere Firebase platformu tercih edilmiştir.



Cloud Firestore

Gerçek zamanlı ve ölçeklenebilir bir NoSQL veritabanı çözümüdür. Uygulama verilerini (kullanıcı bilgileri, sağlık verileri vb.) depolamak ve yönetmek için kullanılmıştır.

Firebase Authentication

Uygulama kullanıcılarının güvenli bir şekilde kimlik doğrulamasını (kayıt, giriş, çıkış) gerçekleştiren bir hizmettir. E-posta/şifre tabanlı kimlik doğrulama yöntemi uygulanmıştır. Kullanıcı oturum durumu (onAuthStateChanged fonksiyonu ile) sürekli olarak izlenir ve kullanıcı giriş-çıkışlarına göre navigasyon yönetimi yapılır.

Veritabanı Tasarımı ve Güvenlik

Uygulamada Firestore NoSQL veritabanı kullanılmış olup, şu anda esas olarak patients koleksiyonu bulunmaktadır. Bu koleksiyon, hasta ve doktor rollerini destekleyen kullanıcı sistemini ve yaş, kilo, boy, cinsiyet, kan grubu, alerji ve kronik hastalık bilgileri gibi sağlık profili yönetimini içerir.

Güvenlik Kuralları (Firebase Security Rules)

Firestore veritabanına erişimi kontrol etmek ve veri güvenliğini sağlamak için kullanılır. Projemiz özelinde, Firebase konsolu üzerinden güvenlik kuralları yapılandırılarak veri erişim yetkilendirmesi ve veri doğrulama kuralları tanımlanmıştır. Örneğin, patients koleksiyonuna sadece yetkili kullanıcıların erişebilmesi ve veri okuma/yazma işlemlerinin belirli koşullara bağlı olması sağlanmıştır.

HIPAA Uyumluluğu

Sağlık verilerinin yönetimi, veri gizliliği ve güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Firebase'in kendisi doğrudan HIPAA uyumluluğu sunmasa da, Google Cloud Platform (GCP) üzerinde HIPAA uyumlu bir çözüm oluşturulabilir. Google, HIPAA uyumlu hizmetler için Business Associate Agreement (BAA) sağlar.

Veri Şifreleme

Firebase, tüm verileri hem aktarım sırasında (TLS/SSL) hem de depolama sırasında (AES) şifreleyerek veri güvenliğini sağlamaktadır.

Erişim Kontrolü

Firebase Security Rules, uygulama verilerine erişimi kontrol etmek için özelleştirilebilir bir yapı sunar. Güçlü kimlik doğrulama ve yetkilendirme mekanizmaları, sağlık verilerine yalnızca yetkili kişilerin erişmesini sağlamak için uygulanmıştır.

Elde Edilen Başarılar ve Gelecek Çalışmalar

98%

EKG Anomali Tespiti Doğruluğu

PTB Diagnostic ECG veri seti ile eğitilen Convolutional Autoencoder modeli

73.2%

Kardiyovasküler Risk Tahmini Doğruluğu

70.000 hasta verisi ile geliştirilen makine öğrenmesi modelleri

Elde Edilen Başarılar

- Çapraz Platform Mobil Uygulama: React Native ve Expo kullanılarak hem iOS hem de Android platformlarında çalışan mobil uygulama geliştirilmiştir.
- Yapay Zeka Chatbot Sistemi: OpenAI GPT-4 tabanlı (projemizde GPT-3.5-turbo kullanılmıştır) sağlık chatbot sistemi entegre edilmiştir.
- Güvenli ve Ölçeklenebilir Veri Yönetimi: Firebase Firestore ile güvenli ve ölçeklenebilir veri yönetimi sağlanmıştır.
- Teknolojik Yenilikler: TensorFlow.js ile mobil cihazlarda AI model çalıştırma altyapısı, TypeScript tabanlı tip güvenli AI service mimarisi ve Expo environment variables ile güvenli API key yönetimi gibi yenilikler sunulmuştur.
- Sosyal Etki: Proje, sağlık hizmetlerine erişimin demokratikleştirilmesi, erken tanı ve önleyici sağlık hizmetlerinin desteklenmesi, doktor-hasta iletişiminin güçlendirilmesi ve sağlık okuryazarlığının artırılması gibi önemli sosyal katkılar sağlamayı hedeflemektedir.

Sınırlılıklar ve Gelecek Çalışmalar

Projenin başarılarına rağmen bazı sınırlılıklar mevcuttur. Apple HealthKit entegrasyonunun tamamlanmamış olması mevcut sınırlılıklar arasındadır. Gelecek çalışmalarda bu entegrasyonların tamamlanması hedeflenmektedir.

Sonuç olarak, Medora projesi, sağlık teknolojileri alanında yapay zeka ve mobil teknolojilerin başarılı bir şekilde entegre edilebileceğini göstermiştir. Elde edilen bu sonuçlar, gelecekte daha geniş kapsamlı ve etkili sağlık çözümlerinin geliştirilmesi için sağlam bir temel oluşturmaktadır. Projemizin teknik başarıları, kullanıcı memnuniyeti ve sosyal etkisi, dijital sağlık dönüşümüne önemli bir katkı sağlamıştır.