



TECHCARE İLE SAĞLIK TAKİP SİSTEMİ

Nehir CEYLAN – Beyza BEKDEMİR
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Güvercin
2025



Giriş

Son yıllarda sağlık teknolojilerindeki gelişmeler, giyilebilir sensörlerle bireylerin sağlık durumlarını anlık takip etmeyi mümkün kılmaktadır. Kalp atış hızı, oksijen seviyesi, vücut sıcaklığı, terleme ve solunum gibi hayati parametrelerin ölçülmesi, erken teşhis ve acil müdahale süreçlerinde önemli rol oynamaktadır. Bu proje, biyomedikal sensörlerle toplanan sağlık verilerini analiz ederek kişilerin risk seviyelerini belirlemeyi amaçlamaktadır. ESP32 mikrodenetleyicisi kullanılarak sensörlerden alınan veriler Firebase Realtime Database'e gönderilmiş, böylece hem anlık hem de geçmiş verilerin saklanması ve analiz edilmesi sağlanmıştır. Kullanılan sensörler arasında MAX30102, DS18B20, GSR Grove ve Piezoelektrik sensörü yer almaktadır. Bu verilerle, çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları ile model eğitimi yapılmıştır. Random Forest, Karar Ağacı, KNN, SVM ve Lojistik Regresyon algoritmaları kullanılarak her bir modelin performansı ayrı ayrı değerlendirilmiştir. En başarılı model, .pkl formatında dışa aktarılmış ve mobil uygulamaya entegre edilerek gerçek zamanlı risk sınıflandırması yapılmıştır. Ayrıca, bu projede geleneksel ilişkisel veri tabanı yönetim sistemleri (MySQL) ile NoSQL tabanlı veri tabanları (MongoDB) arasındaki performans farkları karşılaştırılmıştır. Bu çalışma ile giyilebilir sensörlerden elde edilen verilerin anlık olarak analiz edilip riskli durumların tespiti mümkün hale gelmiş, böylece kullanıcıların sağlık durumları hakkında önceden uyarılmaları ve gerekli müdahalelerin zamanında yapılması sağlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu projede, bireylerin yaşamsal belirtilerini izleyen, sağlık durumlarını değerlendiren ve risk seviyesini analiz edebilen bir akıllı sağlık izleme ve acil müdahale otomasyon sistemi geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan yöntemler, donanım bileşenleri ve yazılım altyapısı olmak üzere iki temel başlık altında incelenmiştir.

1. Donanım Bileşenleri

Sistem, farklı fizyolojik parametreleri ölçebilen sensörler ve bir mikrodenetleyici platformu olan ESP32 ile yapılandırılmıştır. Kullanılan donanım bileşenleri aşağıda sunulmuştur:

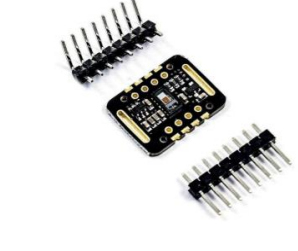
•**MAX30102:** Kalp atış hızı (nabız) ve kandaki oksijen doymunluğunu (SpO₂) ölçer. Kızılötesi teknolojisiyle çalışır.

•**DS18B20:** Dijital sıcaklık sensörü olup vücut sıcaklığını doğru ve kararlı bir şekilde ölçer.

•**GSR Grove:** Deri iletkenliğini ölçerek terleme seviyesi üzerinden stres ya da fizyolojik değişimleri analiz eder.

•**Piezoelektrik Sensörü:** Solunum esnasında göğüs kafesindeki mekanik titreşimleri algılar.

•**ESP32:** Wi-Fi özelliğine sahip mikrodenetleyici, sensör verilerini toplayıp gerçek zamanlı olarak Firebase veri tabanına gönderir.



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3



Şekil 4



Şekil 5

2. Yazılım Altyapısı

Yazılım bileşenleri üç temel alt başlık altında incelenmiştir: veri toplama, veri tabanı ve makine öğrenmesi.

2.1. Veri Toplama Süreci

ESP32 mikrodenetleyici, tüm sensörlerden 1 dakikada veriler toplanır ve topladığı bu verilerin ortalama değerlerini Firebase Realtime Database'e iletir. Kullanıcı bazlı veri kayıtları tutulmuş, toplamda 60 farklı kullanıcıya ait sensör verileri toplanmıştır.

2.2 Veri Tabanı

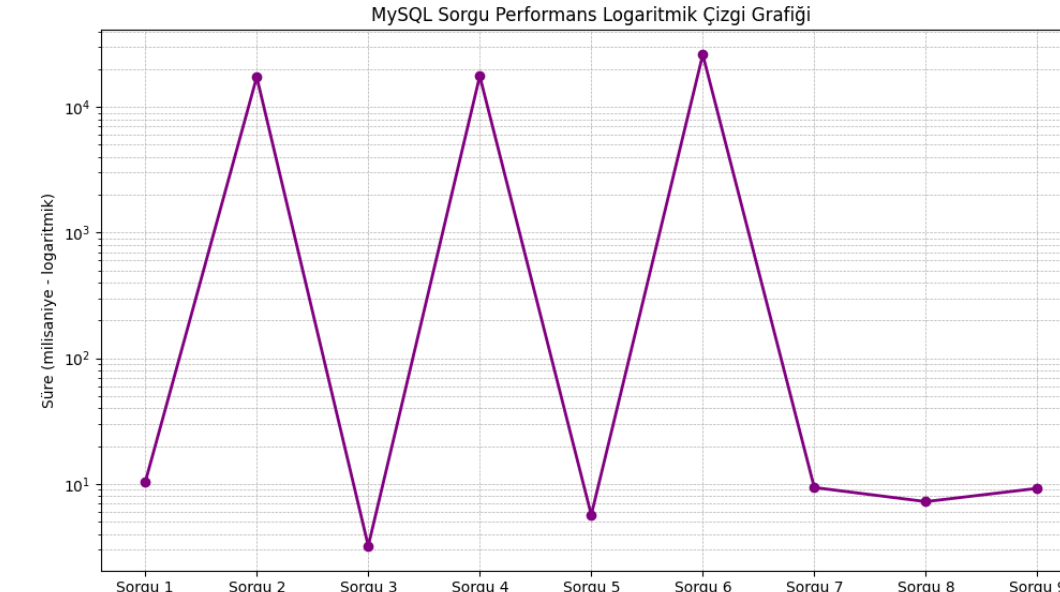
Verilerin saklanması ve analizinde MySQL (ilişkisel) ve MongoDB (NoSQL) veri tabanları kullanılmıştır. MySQL'de tablo, MongoDB'de belge yapısı kullanılarak meslek bazlı ortalamalar, filtreleme ve grupta işlemleri gerçekleştirilmiş, bu işlemler Python ile otomatikleştirilmiştir.

2.3. Makine Öğrenmesi Uygulaması

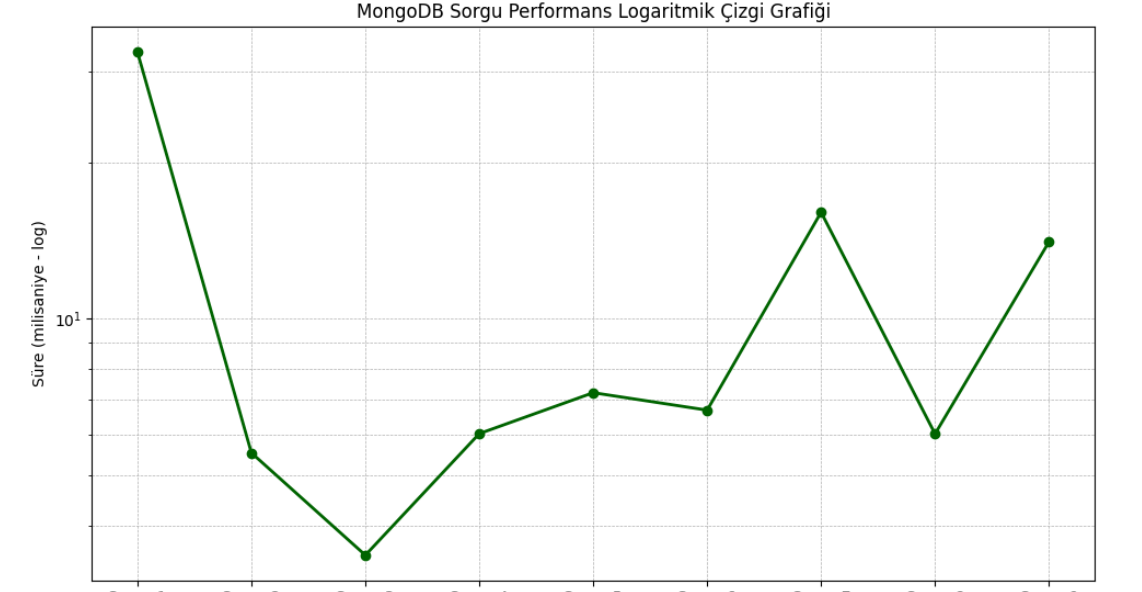
Makine öğrenmesi algoritmalarıyla, önceden belirlenen eşik değerlere göre etiketlenmiş kullanıcı sağlık verileri analiz edilerek “Yüksek Risk” ve “Düşük Risk” sınıflandırması yapılmıştır.

- **Etiketleme:** Kullanıcının SpO₂ değeri < 90, sıcaklık >= 38, GSR < 600 ve nabız > 100 veya piezo > 500, GSR < 600 ve nabız > 100, piezo > 500 ve nabız > 100, sıcaklık < 35 eşik değerlerinde ise “Yüksek Risk”; sıcaklık > = 35 eşik değerinde ve diğer durumlarda ise “Düşük Risk” olarak etiketlenmiştir.
- **Veri Dengeleme:** Sınıflar arası dengesizlik göz önünde bulundurularak, Random Oversampling yöntemi ile veri dengelenmiştir.
- **Modelleme:** Beş farklı sınıflandırma algoritması test edilmiştir:
 - **Random Forest:** Birden fazla karar ağacının çoğunluk oyuna göre karar verdiği güçlü bir topluluk yöntemidir.
 - **Karar Ağacı:** Veriyi öz niteliklerine göre dallandırarak sınıflandıran görsel ve yorumlanabilir bir algoritmadır.
 - **K-Nearest Neighbors (KNN):** Yeni bir veriyi en yakın komşularının sınıfına göre sınıflandıran basit ve sezgisel bir yöntemdir.
 - **Destek Vektör Makineleri (SVM):** Verileri en iyi ayıran çizgiyi bularak maksimum ayırım sağlayan güçlü bir sınıflandırma algoritmasıdır.
 - **Lojistik Regresyon:** Bir olayın olma olasılığını tahmin eden ve özellikle ikili sınıflandırmalarda sık kullanılan istatistiksel bir yöntemdir.

Sonuçlar

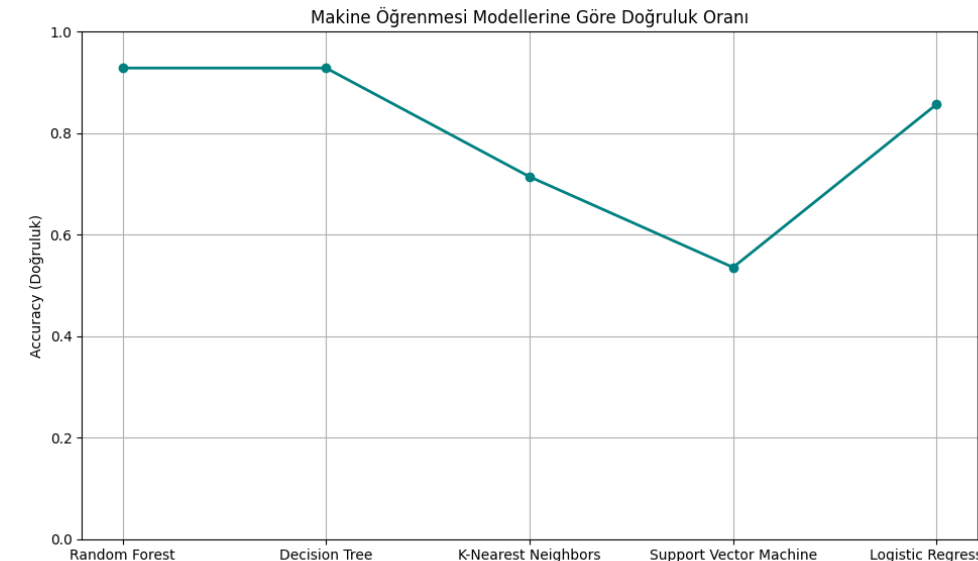


Şekil 6



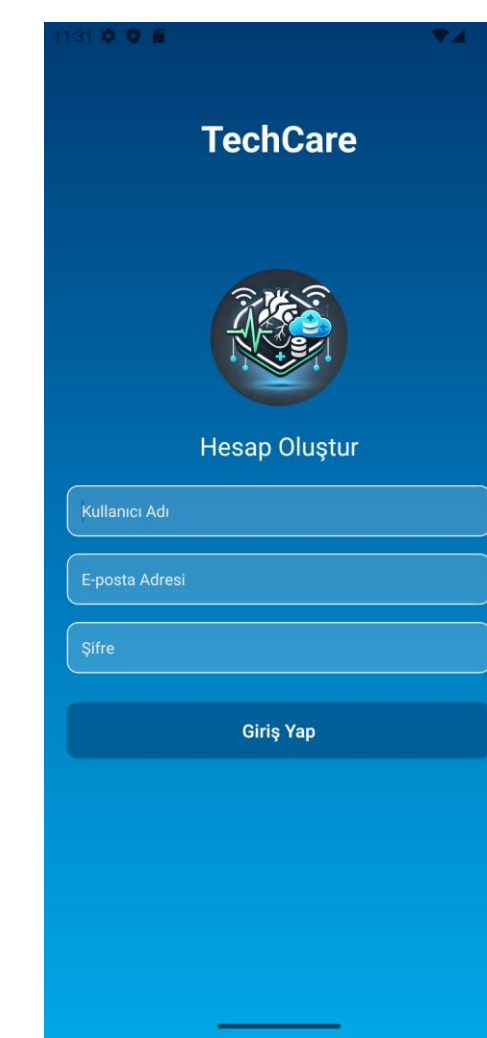
Şekil 7

Yukarıdaki Şekil 6 ve Şekil 7 grafiklerinde MySQL ve MongoDB veri tabanlarının performans karşılaştırması yapıldığı görülmektedir. Logaritmik çizgi grafiklerine göre MongoDB veri tabanındaki sorguların performansının daha yüksek olduğu görülmektedir.

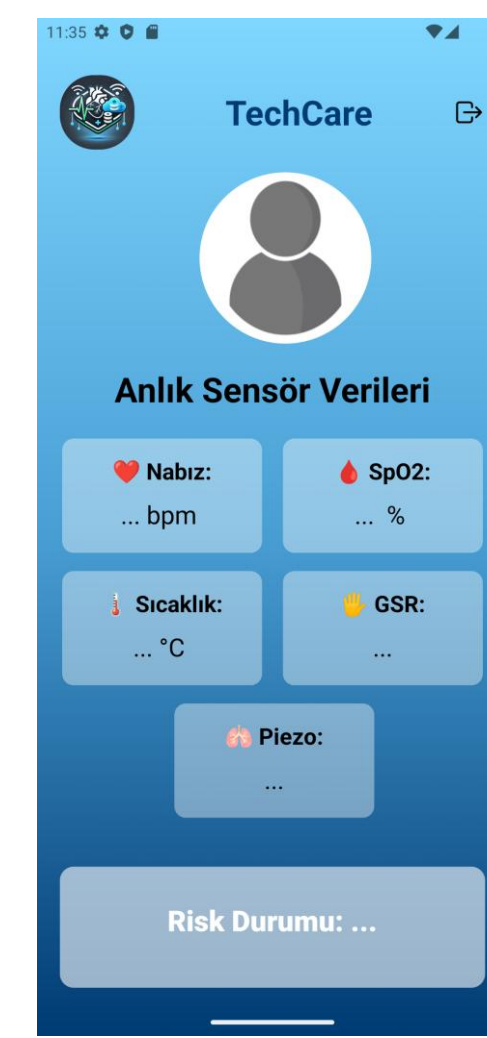


Şekil 8

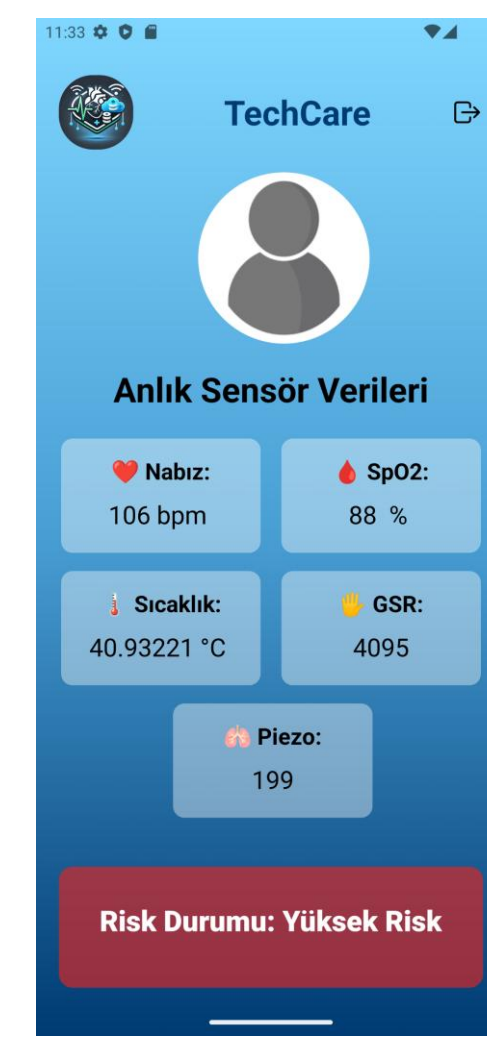
Modellerin doğrulukları Şekil 8'de verilmiş olup, en başarılı sonuç Random Forest ve Decision Tree ile elde edilmiştir. Mobil uygulamaya entegre edilen model ise Random Forest modelidir.



Şekil 9



Şekil 10



Şekil 11



Şekil 12

Yukarıdaki görsellerde mobil uygulamanın arayüzü görülmektedir. Uygulamada, kullanıcı giriş ekranı ile sağlık verilerinin ve risk seviyesinin gösterildiği ekran yer almaktadır. Bu ekranda, kullanıcının verilerine göre risk durumu değerlendirilir; eğer risk seviyesi yüksekse ekranda “Yüksek Risk” uyarısı gösterilir. Risk yüksek olduğunda, sistem gerekli müdahalenin sağlanabilmesi için yakınlarını e-posta yoluyla zamanında bilgilendirir.

Kaynaklar

1. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-68723-6_6
2. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9074192>
3. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8644065>
4. <https://openbiomedicalengineeringjournal.com/VOLUME/15/PAGE/78/FULLTEXT/>