**Yapay Zeka ile Desteklenen Evde Sağlık Takibi: Yaşlılar İçin Anında Müdahale Sistemi**

**1.Giriş ve Problem Tanımı**

Günümüzde yaşlanan nüfus oranının artmasıyla birlikte, özellikle büyük şehirlerde tek başına yaşayan yaşlı bireylerin sağlık ve güvenlik ihtiyaçları kritik bir toplumsal sorun haline gelmiştir. Yaşlı bireyler, çeşitli kronik hastalıklar, denge kaybı, tansiyon ve şeker düşüklüğü gibi sağlık problemleri nedeniyle evde ani risklerle karşı karşıya kalabilmektedir. Bu tür sağlık acilleri sırasında yardım çağırmakta zorlanmaları, zamanında müdahale alınamamasına ve bu nedenle ciddi sağlık kayıplarına hatta ölüme neden olabilmektedir.

Bu problem, öncelikle yalnız yaşayan yaşlı bireyleri doğrudan etkilerken, dolaylı olarak aile bireylerini, bakım verenleri ve sağlık sistemini de kapsamaktadır. Yakınlarının güvenliğinden endişe duyan aile bireyleri sürekli psikolojik bir stres altındayken, acil müdahale gerektiren durumlarda sağlık sistemine düşen yük artmaktadır.

Problemin temel nedenleri arasında yaşlı bireylerin fiziksel olarak savunmasız oluşları, sağlık takiplerinin düzenli yapılmaması, teknolojik sistemlere erişimde veya kullanımda yaşanan zorluklar ve acil durumların önceden tahmin edilememesi sayılabilir. Ayrıca yaşlı bireylerin evlerinde uygun izleme sistemlerinin olmayışı da bu riskleri artıran önemli bir etkendir.

Bu problemin çözümü hem bireysel sağlık güvenliğini sağlamak hem de toplumsal düzeyde sağlık kaynaklarının daha verimli kullanılmasını mümkün kılmak açısından oldukça önemlidir. Kısa vadede bu sorun, yaşlıların düşme, bayılma gibi acil durumlarda yalnız kalmalarına yol açarken, uzun vadede bu tür olayların tekrar etmesi fiziksel iyileşmeyi zorlaştırmakta ve bireyin yaşam kalitesini kalıcı olarak düşürmektedir. Ayrıca toplumda yaşlı bireylerin bağımsız yaşam sürebilme hakkı da bu durumdan olumsuz etkilenmektedir.

Problemin çözülememesi durumunda yaşlı bireylerin maruz kaldığı sağlık risklerinin artması, müdahalede geç kalınması sonucu ölüm oranlarının yükselmesi, aile bireylerinde suçluluk ve stres hissinin büyümesi gibi ciddi sonuçlar doğabilir. Bu durum ayrıca sosyal hizmetlere ve acil servis altyapılarına daha fazla yük bindirecektir.

Bu problemin hem coğrafi hem de demografik boyutları mevcuttur. Özellikle şehirleşmenin yoğun olduğu bölgelerde ve tek başına yaşayan yaşlı bireylerin yoğunlukta olduğu toplum kesimlerinde bu risk daha da büyüktür. Türkiye gibi deprem riski yüksek ülkelerde, yaşlı bireylerin ani tahliye gibi durumlara karşı yalnız kalmaları ayrı bir güvenlik açığı oluşturmaktadır.

Bugüne kadar bu problemi çözmek adına geliştirilen bazı girişimler olsa da (örneğin, panik butonları, akıllı bileklikler, kameralar), çoğu sistem yalnızca manuel çalışmakta, sınırlı alanları kapsamakta ve gerçek zamanlı yapay zeka ile veri analitiği entegrasyonu bulunmamaktadır. Örneğin, Apple Watch’un düşme algılama ve otomatik acil arama özelliği, yalnızca cihaz takılıyken çalışmakta ve kameralar ise sürekli izleme açısından gizlilik sorunlarına yol açabilmektedir. Türkiye’de bazı belediyeler tarafından pilot olarak uygulanan E-Kimlik Entegreli acil bileklik projeleri, sadece basit sinyal göndermeye yöneliktir. Bu çözümler genellikle yalnızca acil durumda devreye giren sistemler olup, önleyici sağlık takibi ve alışkanlık analizi gibi proaktif özelliklerden yoksundur.

**2. Veri ve Analiz**

Yaşlı bireylerin evde yalnızken karşılaştıkları sağlık risklerini azaltmaya yönelik bir yapay zeka sistemi geliştirebilmek için, doğru, güvenilir ve çok kaynaklı verilerin toplanması gereklidir. Bu veriler, hem sistemin karar verme mekanizmasının sağlıklı çalışabilmesini sağlar hem de problemin erken tespiti ve önleyici müdahale stratejilerinin etkinliğini artırır.

**Gerekli Veriler:**

1. **Biyometrik Veriler:** Nabız, tansiyon, vücut sıcaklığı ve şeker seviyesi gibi yaşamsal bulguların takibi, olası sağlık risklerini önceden belirlemek için kritik önemdedir.
2. **Hareket Verileri:** Düşme, hareketsizlik, düzensiz yürüme veya normal dışı davranışlar gibi hareket temelli veriler, sistemin acil durumları tespit edebilmesini sağlar.
3. **Çevresel Veriler:** Oda sıcaklığı, nem, ışık seviyesi ve ses algısı gibi veriler, yaşlının çevresel konforunu ve güvenliğini analiz etmede kullanılır.
4. **Kullanıcı Davranış ve Alışkanlık Verileri:** Bireyin günlük rutinleri (uyku saatleri, yemek saatleri, düzenli hareketlilik vs.) sistemin kişiselleştirilmiş uyarılar vermesi açısından önemlidir.
5. **Acil Durum Verileri:** Panik butonları ya da acil yardım çağrılarının kayıtları, sistemin alarm mekanizmalarını test etmek ve doğrulamak açısından değerlidir.

**Veri Toplama Yöntemleri:**

1. **Giyilebilir Teknolojiler:** Akıllı saatler veya bileklikler aracılığıyla nabız, tansiyon ve adım sayısı gibi biyometrik veriler toplanacaktır.

2. **Ev İçi Sensörler:** Hareket sensörleri, basınç algılayıcılar ve akıllı kameralar, ev içinde gerçekleşen fiziksel aktiviteleri tespit etmek amacıyla kullanılacaktır.

3. **Mobil Uygulama ve Arayüzler:** Kullanıcıdan alınan geri bildirimler, alışkanlıklar ve manuel girişlerle davranışsal veriler toplanacaktır.

4. **Sesli Asistanlar ve Mikrofonlar:** Yaşlının sesli komutları veya yardım çağrıları, sistemin analizine dahil edilerek durum değerlendirmesi yapılacaktır.

5. **Aile Gözlemleri ve Anketler:** Gönüllü bakım verenlerden alınan düzenli gözlem raporları ile sistem, davranış değişikliklerini daha doğru analiz edebilir.

**Verilerin Analizi:**

Toplanan veriler, yapay zeka algoritmaları aracılığıyla işlenerek çeşitli risklerin tespiti ve öngörülmesine olanak tanıyacaktır.

**● Makine Öğrenmesi:** Geçmiş sağlık verileri ve günlük alışkanlıklar analiz edilerek bireye özgü normal durum profili oluşturulacaktır. Bu profilin dışına çıkan davranışlar uyarı üretir.

**● Görüntü İşleme:** Evdeki kamera görüntüleri üzerinden düşme, bilinç kaybı veya hareketsizlik gibi durumlar tespit edilir.

**● Anomali Tespiti Algoritmaları:** Kullanıcının rutin dışı davranışları veya ani sağlık değişimleri, sistem tarafından risk olarak algılanır ve ilgili kişilere bildirilir.

**● Tahminsel Modeller:** Bireyin yaşamsal değerlerinin düşme riski taşıdığı durumları önceden tahmin ederek önleyici tedbirler alınabilir.

 **Karşılaşılabilecek Zorluklar ve Çözümler:**

● **Veri Eksikliği:** Bazı kullanıcılar giyilebilir cihaz takmak istemeyebilir veya sensörler geçici olarak veri toplayamayabilir. Bu durumda sistem, diğer aktif kaynaklardan gelen verileri değerlendirerek eksikliği telafi edecek şekilde tasarlanmalıdır.

● **Teknik Altyapı Yetersizlikleri:** Kırsal bölgelerde internet bağlantısının sınırlı olması, veri aktarımını zorlaştırabilir. Bu durumlar için verilerin cihazda lokal olarak işlenmesi ve ardından çevrimdışı depolanarak internet erişimi sağlandığında iletilmesi sağlanacaktır.

● **Veri Güvenliği ve Gizlilik Endişeleri:** Toplanan tüm veriler, kullanıcı rızasına bağlı olarak anonimleştirilmiş biçimde şifrelenerek saklanacaktır. Kişisel verilerin korunması kanunu (KVKK) gibi yasal düzenlemelere uyum sağlanacaktır.

● **Veri Tutarsızlığı:** Aynı anda farklı sensörlerden gelen çelişkili veriler, sistemde tanımlanmış öncelik kuralları ve doğrulama algoritmaları ile çözülür. Örneğin; hem kamera hem de hareket sensörü aynı anda alarm vermezse, sistem ikinci bir kontrol başlatır.

Bu kapsamlı veri ve analiz süreci sayesinde, sistem yalnızca reaktif değil, aynı zamanda proaktif bir şekilde çalışarak, yaşlı bireylerin yaşam kalitesini artırmayı ve olası riskleri minimuma indirmeyi hedeflemektedir.

**3.Çözüm Önerisi**

Bu proje kapsamında, yaşlı bireylerin ev ortamında karşılaşabileceği sağlık ve güvenlik risklerini minimize etmek amacıyla, yapay zeka destekli akıllı yaşam takip sistemi önerilmektedir. Sistem; sensör, kamera ve giyilebilir cihazlardan toplanan verileri analiz ederek yaşlı bireyin anormal durumlarını (düşme, bayılma, hareketsizlik, düzensiz kalp atışı vb.) gerçek zamanlı olarak tespit etmeyi ve gerektiğinde yakınlarına ya da sağlık birimlerine otomatik bildirim göndermeyi hedeflemektedir.

**Kimlere Fayda Sağlar?**

* **Birincil kullanıcılar:** Evde yalnız yaşayan yaşlı bireyler.
* **Dolaylı fayda sağlayanlar:** Yaşlı bireylerin aile üyeleri, bakım verenler, doktorlar ve evde sağlık hizmeti sunan kurumlar.
* **Toplumsal fayda:** Acil servislerin üzerindeki yükün azalması, yaşlı bireylerin daha bağımsız ve güvenli yaşam sürmesi.

**Uygulanabilirlik ve Gereksinimler**

Sistem, günümüzde yaygın olarak kullanılabilen donanım ve yazılım bileşenleri ile hayata geçirilebilir. Kurulum ve kullanım süreçleri basitleştirilerek yaşlı bireylerin teknolojik uyumu kolaylaştırılabilir.

**Temel gereksinimler:**

* **Giyilebilir cihazlar:** Nabız, adım ve uyku takibi için
* **Ev içi sensörler:** Düşme, hareketsizlik ve çevresel değişiklikleri algılamak için
* **Kamera sistemleri (isteğe bağlı):** Görsel izleme ve düşme tespiti için
* **Mini bilgisayar veya yerel işlemci modülü:** Verilerin hızlı ve lokal analizinde kullanılmak üzere
* **Mobil uygulama veya web arayüzü:** Kullanıcı ve aile bireylerinin veriye ulaşması ve ayar yapabilmesi için
* **Bulut altyapısı veya yerel veri işleme kapasitesi:** Verilerin güvenli şekilde saklanması ve analiz edilmesi için
* **Mobil bildirim ve alarm sistemi entegrasyonu:** Acil durumlarda uyarı mekanizması çalıştırmak için

**Avantajlar:**

* Gerçek zamanlı izleme ve müdahale: Anlık düşme, bayılma, hareketsizlik gibi durumlar derhal algılanır.
* Önleyici sağlık takibi: Davranışsal ve fiziksel veriler analiz edilerek krizden önce uyarı üretilebilir.
* Aile içi güven hissi: Yakınları uzaktan da olsa bireyin durumunu takip edebilir.
* Bağımsız yaşam desteği: Yaşlı bireyler, bakımevine gitmeden kendi evlerinde güvenle yaşayabilir.

**Olası Dezavantajlar:**

* İlk kurulum süreci teknik bilgi gerektirebilir.
* Bazı yaşlı bireyler teknolojiye karşı direnç gösterebilir.
* Gizlilik ve kamera izleme konusunda etik hassasiyetler olabilir.

**Başarı Metrikleri:**

* Düşme/kriz sonrası ortalama müdahale süresi
* Kullanıcı memnuniyeti oranı
* Yanlış alarm oranı
* Sistemin aktif kullanım oranı
* Riskli durumların erken tespitiyle ilgili bildirim başarı oranı

**Test ve Geliştirme Süreci:**

1. **Pilot uygulama (2 hafta):** Belirli bir bölgede 10-20 yaşlı birey ile sistem test edilir. Cihazlar kurulur ve kullanıcı takibi başlatılır.
2. **Saha gözlemleri (1 hafta):** Kullanıcı deneyimleri analiz edilir, sistemdeki eksikler belirlenir.
3. **Geribildirim analizi (1 hafta):** Aileler ve sağlık görevlilerinden alınan geri dönüşlere göre sistem iyileştirilir.
4. **Sürekli güncelleme (devamlı):** Yapay zeka modelleri yeni verilerle eğitilerek sistemin doğruluğu artırılır.

**Sürdürülebilirlik İçin Yapılabilecekler:**

* Bulut tabanlı altyapıya geçilerek sistemin yaygınlaştırılması
* Gelişmiş enerji tasarruflu cihazların kullanımı
* Kamu kurumları ve özel sektör iş birlikleriyle sürdürülebilir finansman modelleri oluşturulması
* Kullanıcı eğitimi ve destek hizmetlerinin güçlendirilmesi

**4.Yapay Zeka Entegrasyonu**

Yapay zeka, bu projenin temelini oluşturan bileşenlerden biridir. Geliştirilen sistemde yapay zeka; yaşlı bireylerin ev içindeki sağlık ve güvenlik durumlarını sürekli olarak analiz etmek, normal dışı davranışları tespit etmek ve anlık uyarılar oluşturmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu teknoloji, sadece reaktif değil, aynı zamanda proaktif bir izleme yaklaşımıyla çalışarak erken müdahale olanaklarını mümkün kılar.

**Yapay Zeka Hangi Süreçlerde Yardımcı Olur?**

* **Düşme ve bayılma tespiti:** Görüntü işleme algoritmaları ile kamera verileri analiz edilerek anormal pozisyonlar algılanır.
* **Davranışsal değişiklik analizi:** Makine öğrenmesi, kullanıcının rutin alışkanlıklarını öğrenir ve sapmaları fark eder.
* **Hayati bulgu değerlendirmesi:** Nabız, tansiyon gibi biyometrik verilerdeki ani değişiklikler analiz edilerek riskli durumlar öngörülür.
* **Gerçek zamanlı uyarı üretimi:** Yapay zeka, kritik bir durumu fark ettiğinde sistemin acil müdahale protokolünü tetikler.

**Kullanılabilecek Yapay Zeka Yöntemleri:**

* **Makine Öğrenmesi (ML):** Kullanıcının geçmiş verilerinden öğrenerek normallik profili oluşturur. Zamanla gelişerek kişiye özgü riskleri daha doğru tahmin eder.
* **Görüntü İşleme (Computer Vision):** Kamera görüntülerini analiz ederek düşme, hareketsizlik veya olağandışı durumları algılar.
* **Anomali Tespiti Algoritmaları:** Toplanan verilerdeki sapmaları tespit ederek sistemin erken uyarı vermesini sağlar.
* **Tahminsel Modelleme:** Veriye dayalı olarak potansiyel sağlık riskleri veya acil durumları önceden tahmin eder.
* **Doğal Dil İşleme (NLP):** Sesli yardım çağrılarının algılanması ve sınıflandırılması için kullanılabilir.

**Yapay Zeka Sistemi Daha Etkili Hale Getirir mi?**

Kesinlikle. Yapay zeka sayesinde sistem:

* Manuel izleme ve değerlendirmeye gerek duymadan sürekli ve kesintisiz çalışabilir.
* Aynı anda birden fazla sensör verisini analiz ederek daha doğru ve hızlı sonuçlar üretebilir.
* Kullanıcıya kişiselleştirilmiş analizler sunabilir (örneğin, bir kişinin uyku düzenindeki bozulma başka biri için normal olabilirken bu sistem kişisel değerlendirme yapar).

**Karşılaşılabilecek Teknik ve Etik Zorluklar:**

* **Veri Kalitesi:** Eksik veya tutarsız veriler yanlış alarm oranını artırabilir.
* **Donanım Uyumluluğu:** Gelişmiş algoritmalar için güçlü işlemciler gerekebilir.
* **Etik Sorunlar:** Kamera görüntülerinin sürekli izlenmesi gizlilik kaygılarına yol açabilir.
* **Veri Güvenliği:** Sağlık verilerinin korunması ve kötüye kullanımının önlenmesi için sıkı güvenlik önlemleri alınmalıdır.
* **Kullanıcı Onayı:** Her bireyin veri paylaşımına onay vermesi ve sistemin şeffaf şekilde çalışması önemlidir.

**Gerçek Zamanlılık ve Geliştirme Olanakları:**

Sistem, doğru donanım altyapısı ile gerçek zamanlı çalışabilir. Sensör ve kamera verileri anlık olarak analiz edilerek risk durumunda birkaç saniye içinde alarm tetiklenebilir.
Ancak internetin veya işlemci kapasitesinin yetersiz olduğu durumlarda, sistem yerel olarak veri işleyip periyodik olarak buluta senkronize çalışacak şekilde yapılandırılabilir.

**Manuel Yöntemlere Göre Avantajları:**

* Kesintisiz 7/24 takip sağlar, insan gözetimi gerektirmez.
* Hata oranı düşüktür; unutma veya gözden kaçırma gibi insani hataları elimine eder.
* Daha hızlı tepki süresi sunar; kritik durumlarda saniyeler içinde alarm verebilir.
* Öğrenen sistemdir; zamanla daha doğru tahminler yaparak gereksiz alarmları azaltır.

**Sistem Ölçeklenebilir mi?**

**Evet. Sistem:**

* Farklı yaş gruplarına, sağlık profillerine veya yaşam alanlarına özelleştirilebilir.
* Yeni sensör veya cihazlar eklendikçe modüler şekilde genişletilebilir.
* Farklı şehirlerde, hatta ülkelerde uygun altyapı ile kolayca uygulanabilir. Bulut temelli sistemler sayesinde coğrafi bağımsızlık kazanır.

 \*Bu görsel SORA ile oluşturulmuştur, hologram anlatımı betimlemek için kullanılmıştır\*

**5.Sonuç ve Öneriler**

Bu proje kapsamında geliştirilen Yapay Zeka ile Desteklenen Evde Sağlık Takibi Sistemi, yaşlı bireylerin ev ortamında karşılaştıkları sağlık ve güvenlik risklerine yenilikçi ve etkili bir çözüm sunmayı hedeflemektedir. Giriş bölümünde detaylandırılan problem, yalnız yaşayan yaşlı bireylerin düşme, bayılma veya benzeri acil sağlık durumlarında zamanında müdahale alamamaları sonucu hayati risk taşımalarıdır. Bu bağlamda geliştirilen çözüm; sensörler, giyilebilir cihazlar ve kamera sistemlerinden toplanan verileri yapay zeka ile analiz ederek gerçek zamanlı anomali tespiti ve erken uyarı mekanizmaları oluşturur.

**Bireysel ve Toplumsal Faydalar:**

* Bireysel düzeyde, yaşlı bireylerin kendilerini daha güvende hissetmeleri ve bağımsız yaşamlarını sürdürebilmeleri sağlanır.
* Aile bireyleri, sevdiklerinin sağlık durumunu uzaktan takip edebilir, psikolojik yükleri azalır.
* Toplumsal düzeyde, acil servislerin üzerindeki yük hafifler, sağlık hizmetlerinin etkinliği artar.
* Sistem, özellikle yalnız yaşayan bireylerin yaşam kalitesini yükselterek yaşlı bakımında dijital dönüşüme katkı sağlar.

**Mesleki ve Bireysel Katkılar:**

Bu çözüm, sağlık teknolojileri, veri bilimi ve yapay zeka disiplinlerinin entegrasyonuyla geliştirilmiştir. Yazılım geliştiriciler, veri analistleri, sağlık çalışanları ve bakım veren profesyoneller için yeni iş alanları ve disiplinler arası iş birlikleri doğurur. Ayrıca bu tür sistemler, bakım sürecini manuel gözetimden çıkararak daha veriye dayalı, ölçülebilir ve kişiselleştirilmiş hale getirir.

**Sürdürülebilirlik ve Uzun Vadeli Etki:**

* Sistem, zamanla öğrenen algoritmalar sayesinde daha isabetli uyarılar vererek yanlış alarm oranını düşürür.
* Gelişen teknolojiye göre güncellenebilir ve genişletilebilir bir altyapıya sahiptir.
* Farklı demografik gruplar için özelleştirilebilir (örneğin Alzheimer hastaları, kronik rahatsızlığı olan bireyler).
* Donanım bileşenleri enerji tasarruflu olacak şekilde optimize edilerek çevresel sürdürülebilirlik de desteklenebilir.

**Geliştirme Önerileri ve Gelecek Adımlar:**

* Sesli asistan ve doğal dil işleme entegrasyonu ile yaşlı bireylerin sistemle daha doğal iletişim kurması sağlanabilir.
* Mobil uygulama üzerinden yakınların bildirim alması gibi aile katılımı artırılabilir.
* Kamu ve özel sağlık kurumları ile entegrasyon sağlanarak sistemden gelen uyarıların profesyonel bakım ekiplerine yönlendirilmesi mümkündür.
* Yüz tanıma gibi yeni AI modülleri ile güvenlik daha da geliştirilebilir.
* Geniş çaplı pilot testlerle sistem farklı coğrafyalarda denetlenip yaygınlaştırılabilir.

**Kaynakça**

**1.** World Health Organization. (2021). Ageing and health. Retrieved from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health

**2.** Apple Inc. (2023). Apple Watch - Fall Detection Feature. Retrieved from https://support.apple.com/en-us/HT208944

**3.** Zhang, Z., Wang, L., & Liu, Y. (2019). AI-based fall detection and alerting system for elderly people using wearable sensors. Sensors, 19(14), 3056. https://doi.org/10.3390/s19143056

**4.** Çalışır Kundakçı, Ş. (2023). Yaşlı Bakımında Yapay Zekâ Kullanımı. Doğu Karadeniz Sağlık Bilimleri Dergisi, 2(2), 77–87. https://doi.org/10.59312/ebshealth.1318150

**5.** Karasoy, G., & Yıldırım, B. (2023). Yaşlılara Yönelik Dijital Teknolojiler ve Sosyal Hizmet Uygulamaları: Geronteknolojik Sosyal Hizmet Uygulamasını Doğurabilir mi? Toplum ve Sosyal Hizmet, 34(2), 727–742.
https://doi.org/10.33417/tsh.1084299