



COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Akıllı Şehir Rehberlik Uygulamaları Projesi

UZAKTAN HASTA TAKİBİ UYGULAMASI

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

Tüm hakları saklıdır. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın izni olmadan bu belgenin hiçbir kısmı elektronik ya da mekanik yollarla (fotokopi, kayıtların ya da bilgilerin arşivlenmesi, vs.) çoğaltılamaz.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

UZAKTAN HASTA TAKİBİ UYGULAMASI

Bu kılavuz, akıllı şehir uygulamalarından olan “Uzaktan Hasta Takibi Uygulaması” kullanmak isteyen kurum ve kuruluşlara, projenin geliştirme ve uygulama aşamalarında destekleyici rehber doküman olması amacıyla hazırlanmıştır.

Kılavuzda uygulamaya yönelik bir vaka üzerinden aşamalı ve detaylı olarak açıklama yapılmıştır.

Rehberlik kılavuzu ile uygulamanın projelendirilmesine ve fizibilite çalışmalarının yapılmasına destek olunması hedeflenmektedir.

1. Uygulamanın Tanımı

Akıllı sağlık projeleri, sağlık sektöründe teknoloji ve yapay zeka kullanarak, hastaların sağlık sorunlarını çözmeye veya hastalıklarının önlenmesine yardımcı olmak için tasarlanan projelerdir. Bu projeler genellikle, verilerin toplanması, analizi ve paylaşımı için dijital araçlar kullanır.

Örneğin, akıllı sağlık projeleri, akıllı telefonlar veya giyilebilir cihazlar gibi cihazlar aracılığıyla kişisel sağlık verilerini toplayabilir ve bu verileri analiz ederek hastalıkların erken teşhisine yardımcı olabilirler. Ayrıca, sağlık uzmanları ve hastalar arasındaki iletişimi geliştirmek için de kullanılabilirler.

Akıllı sağlık projeleri, sağlık hizmetlerinin daha etkili ve verimli bir şekilde sunulmasına yardımcı olabilir ve sağlık sorunlarının önlenmesine veya erken teşhisine yardımcı olabilirler. Ancak, bu projelerin veri gizliliği ve güvenliği gibi konularda dikkatli bir şekilde tasarlanması ve uygulanması gerekmektedir.

Akıllı Sağlık kapsamında aşağıdaki uygulamalar değerlendirilmektedir:

- Uzaktan Hasta Takibi
- Mobil Sağlık Uygulamaları
- Giyilebilir Sağlık Teknolojileri
- Kronik Hasta Takibi ve Panik Butonu
- Yaşlı, Kronik ve Engelli İçin Evde Hasta Desteği
- Dezavantajlı Bireylerin Sağlık Hizmetlerine Erişimi
- İlaç Lojistiği

Uzaktan hasta izleme (Remote patient monitoring), hastaların sağlık hizmetlerine klinik ortamlara gitmeden erişmelerini sağlayan bir teknolojidir. Bu sistemler, sağlıksız bireylerin sağlık hizmetlerine erişilebilirliğini sağlamanın yanında sağlık hizmeti maliyetlerinin azaltılmasına da katkı sağlar. Ayrıca sağlıksız bireylerin dışında yaşlı ve sağlıklı insanların sağlık durumlarını da takip etmek için kullanılır. Bu

sistemler, giyilebilir sağlık cihazları ve mobil sağlık uygulamalarının bir parçasıdır ve sensörler, mobil uygulamalar, veri depolama, analiz ve teşhis sistemleri gibi teknik bileşenlerden oluşur. Yukarıda sıralanmış akıllı sağlık uygulamaları birbiriyle ilişkilidir ve bu raporda bütünleşik olarak ele alınmıştır. Kişisel veriler, KVKK kapsamında bulut veya benzeri sistemlerde saklanır ve bu verilerin analizi sonucunda kişiye özel sağlık haritası oluşturulabilir. Bu verilerin kişiye özel olarak değerlendirilmesi, erken teşhis, tanı, karar verme, araştırma, tedavi ve sağlık durumunun korunması gibi alanlarda faydalar sağlayabilir.

1.1. Projenin Adı, Uygulama Yeri ve Süresi

- Uzaktan Hasta Takibi projesinin hazırlık aşamasında ilk olarak projenin adı belirlenir.
- Proje adı belli olduktan sonra projenin uygulama alanı, büyüklüğü ve yapısı belirlenerek projenin ne kadar sürede biteceğı planlanır.
- Proje uygulamaya alınmadan önce projenin tanıtıcı özeti olan Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamındaki Proje Fişi hazırlanır.

Örnek Vaka	
Proje Adı	Uzaktan Hasta Takibi Uygulaması Projesi
Uygulama Alanı	1000 Ha yerleşim alanı – 200.000 kişi
Proje Süresi	-

Akıllı Şehir Proje Fişi, Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamında hazırlanmış olup dokumana www.akillisehirler.gov.tr adresinde yayınlanan Akıllı Şehir Bilgi Paylaşım Portalı'ndan erişilebilmektedir.

1.2. Proje Teknik Bileşenleri

Uzaktan Hasta Takibine ait teknik bileşenler şunlardan oluşmaktadır:

- Sensörler: Sensörler, hastanın sağlık durumu hakkında veri toplamak için kullanılır. Bu sensörler, nabız, kan basıncı, oksijen seviyesi, solunum hızı gibi vitalleri ölçmek için kullanılabilir.

- Kablosuz İletişim Teknolojisi: Sensörler tarafından toplanan verilerin toplanması ve depolanması için kullanılır. Veriler, bir cihazdan diğerine veya bir merkezden diğerine iletilir.
- Mobil Uygulamalar: Uzaktan hasta takibi sistemleri, mobil uygulamalar aracılığıyla hastaların verilerini toplamasına ve doktorlarının verileri görüntülemesine olanak tanır.
- Uyarı Sistemi: Uzaktan hasta takibi sistemleri, belirli bir sağlık durumu tehlikesi tespit edildiğinde sağlık uzmanlarına veya hastaya uyarılar göndermek için bir uyarı sistemi kullanır. Bu uyarılar, hızlı bir müdahale sağlayarak hastanın durumunun kötüleşmesini önleyebilir.

1.3. Proje Girdileri

Uzaktan Hasta Takibine ait proje girdileri aşağıda sıralanmıştır:

- KVKK kapsamında edinilen veriler
- Hasta tıbbi kayıtları
- Mobil uygulamalar
- Bulut bilişim sistemleri
- Giyilebilir, yapıştırılabilir, takılabilir ve taşınabilir özelliklerdeki cihazlar

1.4. Beklenen Çıktılar

Uzaktan Hasta Takibine ait beklenen çıktılar şu şekildedir:

- Bireylerin verilerinin mobil uygulama ya da diğer sistemler ile alınması ve analiz edilmesiyle bireye özel yol haritalarının oluşturulması sağlanır.
- Uzaktan hasta takibi sistemi, hastanın sağlık durumu hakkında daha fazla veri sağlar. Bu veriler sayesinde sağlık uzmanları, hastanın durumuyla ilgili erken teşhis, tanı, karar verme, araştırma, tedavi ve sağlık durumunun korunması gibi yolları izler.
- Uzaktan hasta takibi sayesinde, hastalar daha fazla özgürlük ve bağımsızlık hissederler. Ayrıca, evde kalmak yerine hastaneye gitmek zorunda kalmadıkları için de memnuniyetleri artar.
- Uzaktan hasta takibi sistemleri, hastanın sağlık durumunu sürekli takip eder. Bu sayede, hastanın durumunda herhangi bir değişiklik olması durumunda hızlı bir şekilde müdahale edilebilir.
- Uzaktan hasta takibi sistemleri, hastanın sürekli hastaneye gitmesi yerine evde takip edilmesini sağlar. Bu da sağlık hizmeti maliyetlerinin azalmasına yardımcı olur.

1.5. Projenin performans göstergeleri

Uzaktan Hasta Takibi uygulamasının performans göstergeleri, projenin başarı seviyesini ölçmek için kullanılan ölçülebilir ve belirli hedeflerdir. Bu performans göstergeleri, Uzaktan Hasta Takibi projesinin amaçlarına ulaşip ulaşmadığını değerlendirmek, etkinliğini ve verimliliğini ölçmek için kullanılır.

Performans göstergeleri arasında:

- **Veri doğruluğu:** Uzaktan hasta takip sistemi, sensörler aracılığıyla toplanan verilerin doğruluğunu sağlamalıdır. Bu, hastanın sağlık durumunun doğru bir şekilde izlenmesini ve tedavi planının doğru bir şekilde oluşturulmasını sağlar.
- **Veri erişilebilirliği:** Uzaktan hasta takip sistemi, hastanın verilerine anında erişilebilir olmalıdır. Bu, sağlık uzmanlarının hastanın sağlık durumunu anında incelemesine ve gerektiğinde hızlı bir şekilde müdahale etmesine olanak tanır.
- **Veri entegrasyonu:** Uzaktan hasta takip sistemi, hastanın sağlık verilerini farklı sağlık kaynaklarından birleştirmek için veri entegrasyonunu sağlamalıdır. Bu, sağlık uzmanlarının hastanın sağlık durumunu daha kapsamlı bir şekilde analiz etmesine ve tedavi planını daha iyi bir şekilde oluşturmasına olanak tanır.
- **Veri analizi:** Uzaktan hasta takip sistemi, toplanan verilerin analiz edilmesi ve sağlık uzmanlarının hastanın sağlık durumu hakkında daha ayrıntılı bilgi edinmesini sağlamalıdır. Bu, hastanın tedavi planının iyileştirilmesine ve daha iyi sonuçlar elde edilmesine yardımcı olur.
- **İletişim:** Uzaktan hasta takip sistemi, hastalarla ve sağlık uzmanlarıyla iyi bir iletişim sağlamalıdır. Bu, hastanın tedavi planının başarılı bir şekilde uygulanmasına ve hastanın sağlık durumunun iyileştirilmesine yardımcı olur.
- **Hasta memnuniyeti:** Uzaktan hasta takip sistemi, hastaların memnuniyet düzeyini ölçmek için bir geri bildirim mekanizması sağlamalıdır. Bu, hastaların ihtiyaçlarının daha iyi karşılanmasına ve tedavi planının daha iyi uygulanmasına yardımcı olur.

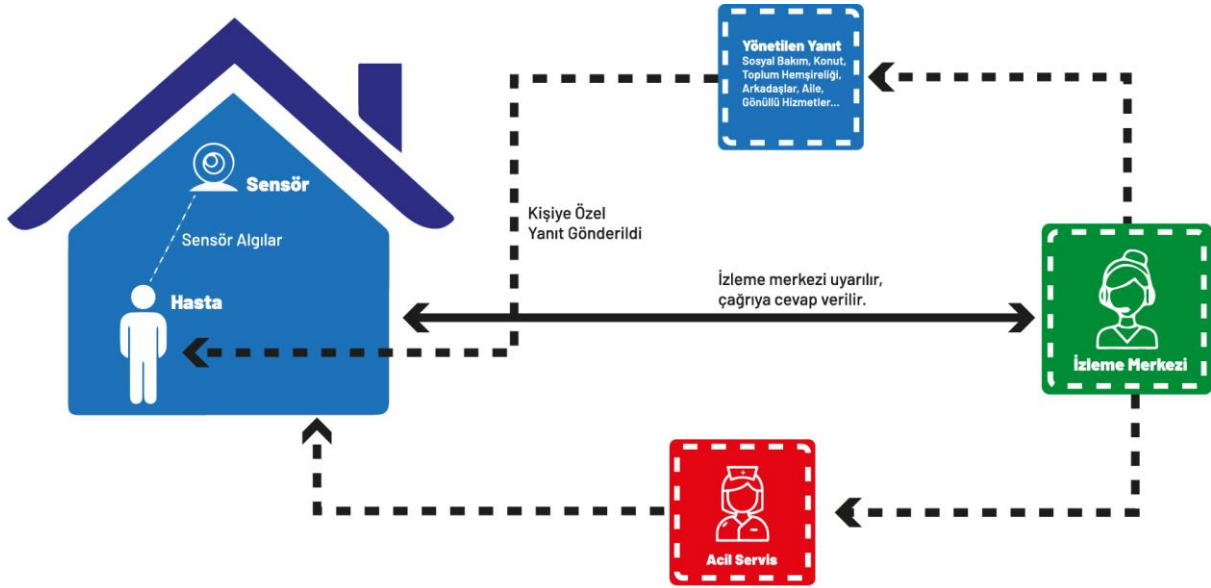
2. Proje Kapsamı ve Gerekçe

2.1. Proje Kapsamı

Uzaktan hasta takibi projesi, hastaların sağlık durumlarını evde veya uzakta oldukları yerlerde takip edebilmelerini sağlayan bir dizi teknolojik çözümden oluşur. Bu projeler, hastaların sağlık verilerini ve tıbbi cihazlar tarafından toplanan diğer bilgileri toplamak, izlemek ve analiz etmek için uygun

teknolojilerin kullanılmasını içerir. Ayrıca, doktorların ve sağlık uzmanlarının hastaların durumunu izlemeleri ve gerektiğinde müdahale etmeleri için gerekli olan veri ve araçları sağlamayı da amaçlar.

Uzaktan Hasta Takibi projesinin kapsamı, hastaların sağlık verilerinin izlenmesi ve kaydedilmesi, tıbbi cihazların kullanımı, hastaların takip edilmesi, verilerin analizi ve uygun müdahalelerin yapılması gibi çeşitli bileşenleri içerir. Projenin kapsamı, projenin amaçlarına ve hastaların ihtiyaçlarına bağlı olarak değişebilir. Projenin amacı, örneğin, kronik hastalıkların yönetimi veya acil durumlar için erken uyarı sistemleri gibi belirli bir sağlık ihtiyacına yönelik olabilir.



Şekil 1. Uzaktan Hasta Takip Sistemi Örneği

2.2. Proje Gerekçesi

Projenin temel amacı, akıllı sağlık uygulamalarını tek bir platformda birleştirmektir. Bu platform, sağlık hizmetlerine uzaktan erişimi kolaylaştırmayı ve sağlık hizmeti maliyetlerini azaltmayı hedeflemektedir. Projenin nihai hedefi, tüm temel sağlık verilerini (ateş, nabız, tansiyon, diyabet, kardiyovasküler gibi) sağlık kurumlarına gitmeden giyilebilir cihazlar veya mobil uygulama aracılığıyla toplayarak "büyük veri" olarak işlemektedir. Acil servislere gereksiz başvuruların azaltılması, planlanmamış hekim muayenelerine gidilmesinin önlenmesi, hasta ve refakatçısının yol masraflarının, stresinin ve zaman kayıplarının engellenmesi, önleyici erken müdahalenin gerçekleştirilmesi, hastaneye yeniden yatışların önlendiği bir sistemle birlikte, hastalara başlangıç belirtilerinin öğretilmesi ve ne yapacakları konusunda bilgilendirilmeleriyle akut olumsuz koşulların önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca, hayati bulguların olası değişimi karşısında erken müdahale imkânı sağlanarak erken teşhis ve tedavi için düzenli hayati bilgi akışının elde edilmesi hedeflenmektedir. Bununla birlikte, farmakolojik ilaçların takibi, güncellenmesi ve hatırlatılması hizmetleri aracılığıyla hasta bireylerin iyi hal durumunun sağlanması ve yaşam kalitelerinin artırılması da uygulamanın amaçlarındandır [1].

2.3. Mevcut Durum

Proje konusu ile ilgili dünyada mevcut durumun tespiti

- Uzaktan Hasta Takibine yönelik dünyadaki güncel eğilimler incelenir.
- Bu trenlere bağlı güncel teknoloji, yazılım, otomasyon, ekipman, yapı, ürün vs. incelenir.

Proje konusu ile ilgili Türkiye’de mevcut durumun tespiti

- Türkiye’deki mevcut Uzaktan Hasta Takibine yönelik alt ve üst yapı uygulamaları incelenir.
- Proje için gerek duyulan alanlarda hizmet alınabilecek firmalar belirlenir.

Daha önce yapılan çalışmaların başarı-başarısızlık durumlarının tespiti

- Bu uygulamaları gerçekleştiren kurum ve firmalarla bilgi-tecrübe-fikir alış verişi yapılır.
- Başarılı süreçler arasında kıyaslama yapılarak bölge için en uygun teknoloji, yapı, ekipman, otomasyon, yöntem ve ürün belirlenir.
- Süreç içerisindeki karşılaşılan olumlu ve olumsuz durumlara dair bilgi notları hazırlanır ve bilgi havuzuna eklenir.

Uzaktan hasta izleme yöntemi, sürekli olarak yeni faydalarının keşfedildiği gelişen bir alandır. Bu uygulamanın en önemli avantajı, hastanın hastanede geçirdiği zamanın azaltılmasıdır. Postoperatif takip, hem doktorlar hem de hastalar için zaman alıcı bir süreç olabilmektedir ve hastaların aylarca takip ve kontrolleri gerekebilir. COVID-19 salgını, doktorların temas süresini azaltarak viral maruziyeti önlemek için ekstra baskı altında olmalarına neden olmuştur. Uzaktan hasta izleme, sağlık hizmeti sağlayıcılarının bu sorunu çözmek için kullandığı bir yöntemdir. Hekimler, hastaları hastane veya muayenehane dışında izleyerek, hastaların sağlıklarını riske atmadan bu yerlerde geçirdikleri zamanı azaltabilirler [24].

Uzaktan hasta izleme, yaşlı hastaların durumlarının takip edilmesinde ve tıbbi acil durumların önlenmesinde kolaylık sağlayarak büyük bir avantaj sunmaktadır. Bu yöntem, hastaların hastaneye yeniden kabul edilmesini azaltabilir ve yaşlı hastalar arasında tıbbi acil durumları engelleyebilir.

Ayrıca, uzaktan hasta izleme sayesinde kronik koşulların yönetimi de iyileştirilebilir. Kronik rahatsızlıkların Amerika Birleşik Devletleri’ndeki sağlık hizmeti maliyetlerinin %90’ını oluşturduğu düşünüldüğünde, bu yöntem hastalık yönetiminde önemli bir rol oynayabilir. Kan şekeri düzeyleri gibi hastalar tarafından ölçülebilen verilerin toplanması ve analizi ile diyabet ve hipertansiyon gibi kronik durumlar daha iyi yönetilebilir hale gelebilir [25].

Literatür Araştırması

Endüstri 4.0 ile birlikte dijitalleşmenin sağlık sektörüne girişi gerçekleşmiştir. Sağlık 4.0 olarak adlandırılan bu süreçte, hastalar için özel olarak tasarlanmış cihazlar geliştirilmiştir ve tıbbi cihazların daha etkin ve yararlı hale getirilmesi sağlanmıştır. Bu sayede, hastalıkların tedavisindeki doğruluk oranları artmıştır [9].

2009 yılında IBM tarafından önerilen "Akıllı Gezegen" kavramı, sensörlerle veri toplayan, IoT ile veri ileten, bulutta depolayan ve süper bilgisayarla işleyen akıllı bir altyapı olarak ortaya çıkmıştır. Yapay zeka ve robotik kavramlarının hayatımıza girmesiyle birlikte sağlık alanında önemli gelişmeler yaşanmıştır. Bu gelişmeler, akıllı sağlık uygulamalarında erken teşhis, tanı, karar verme, tedavi, araştırma, eğitim, sağlık koruması ve sürdürülmesi gibi alanlarda yapay zeka ve robotik kullanımını içermektedir [11].

Akıllı sağlık, yalnızca teknolojik bir ilerleme değil, aynı zamanda çok yönlü ve çok katmanlı bir değişiktir. Bu değişiklik, tıbbi model, bilgi yapısı, tıbbi yönetim ve önleme-tedavi kavramları gibi birçok alanda somutlaştırılabilir. Örneğin, hastalık merkezli hizmetten hasta merkezli bakıma geçiş, klinik bilgidan bölgesel tıbbi bilgilendirmeye geçiş, genel yönetimden kişiselleştirilmiş yönetime geçiş ve hastalık tedavisine odaklanmadan koruyucu sağlık hizmetlerine odaklanmaya geçiş gibi değişikliklerden bahsetmek mümkündür [10].

COVID-19 pandemisinin neden olduğu sosyal mesafe kuralı ve sağlık sektöründeki zorluklar, birçok ülkede akıllı sağlık uygulamalarına yönelik çalışmaların artmasına neden olmuştur. Uzaktan hasta izleme teknolojileri, farklı yaş grupları ve çeşitli hastalıklar (diyabet ve kalp hastalıkları) için farklılıklar gösterir. Bu teknolojiler, kendi cihazını içeren birçok sistemle birlikte gelirken bazıları sadece yazılım sunar ve seçilen bir ekipmanı da içerebilir veya hastaların kendi giyilebilir cihazlarına destek verebilir. Uzaktan hasta izleme teknolojilerinin hastane yazılımları ve hastaların elektronik sağlık kayıtlarıyla entegre edilmesi önemlidir. Bu sayede, ilgili hekimler, uzaktan erişimle ilgili tüm bilgilere erişebilir ve doğru tedavi yaklaşımlarını geliştirebilirler [12] (Şekil 2).



Şekil 2. Uzaktan Hasta ile İletişim [2]

ABD'de COVID-19 pandemisi ile birlikte sanal bakım seçenekleri kullanılmaya başlanmış ve tele sağlık uygulamaları benimsenmiştir. Uzaktan hasta izleme kapsamında, kardiyoloji (kalp hastalıkları), pulmonoloji (akciğer hastalıkları) ve endokrinoloji (hormon hastalıkları) gibi alanlarda en iyi 9 uygulama incelenmiştir.

Uzaktan Hasta İzleme kapsamında kardiyoloji bölümüyle ilgili 4 iyi örnek aşağıda verilmektedir.

1. Hipertansiyon Yönetimi

Yaklaşık yarısı hipertansiyonlu olan ABD'li yetişkinler, önde gelen ölüm nedenleri olan kalp hastalığı ve felç riskiyle karşı karşıyadır. Ancak, hipertansiyonu olan her dört yetişkinden sadece biri kontrol altında tutulmaktadır. Bu nedenle, hipertansiyonun genellikle asemptomatik olduğu düşünüldüğünde, hastaların kan basıncını ölçmeleri gerekmektedir. Bu, kollarına bir manşet takarak beraberinde kan basıncı verilerini ölçen ve ileten izleme cihazının başlatıldığı bir aktivitedir ve kan basıncı verileri, bir izleme cihazı aracılığıyla kardiyologlara iletilir. Bu veriler sayesinde, hekimler yaşamlarındaki değişiklikler hakkında hastalara tavsiyelerde bulunarak ilaç, diyet, egzersiz, sigara, alkol ve kafein tüketimi gibi konularda yardımcı olabilirler [10] (Şekil 3).



Şekil 3. Uzaktan Tansiyon Ölçümü Ve Doktorlar İle Birebir İletişim [3]

2. İlaç Yönetimi ve Titrasyon

Yüksek tansiyonu olan hastaların tedavisi sürekli devam eder ve genellikle bir veya daha fazla ilaç tedavisi gerektirir. Tansiyon hastaları için 10'dan fazla ilaç tedavisi seçeneği mevcuttur. Bir tansiyon ilacının etkinliği, yaş, cinsiyet, ırk, tansiyon seviyesi ve genel sağlık durumuna bağlı olarak değişebilir. Doktorlar, uygun ve güvenli bir tedavi ayarı sağlamak için hipertansiyon hakkında doğru ve zamanında bilgilere ihtiyaç duyarlar. Bu önemli bilgilerin kardiyologlarla paylaşılması için hastalara uzaktan izleme cihazları sağlanması önerilir [13].

3. Konjestif Kalp Yetmezliği İçin Ağırlık lümü

ABD'de yaklaşık 5 milyon kişi, konjestif kalp yetmezliği ile mücadele etmektedir ve bu durum yılda 11 milyon doktor ziyaretine neden olmaktadır. Kilo artışı ve sıvı birikmesi gibi semptomlar, düzenli olarak takip edilmediğinde kolayca fark edilemeyebilir. Ancak, bağlı/akıllı bir tartı kullanarak günlük olarak yapılan uzaktan ağırlık izleme sayesinde kardiyologlar, kalp yetmezliği durumunda anında harekete geçebilir ve hastanın durumunu doğru bir şekilde değerlendirebilirler. Bu şekilde, hastaların durumu daha iyi takip edilebilir ve tedavi süreci daha etkili hale getirilebilir [14].

4. Obezite İçin Ağırlık lümü ve Takibi

Obezite sorunu hızla artarken, hastaların obezite durumları sürekli olarak uzaktan izlendiğinde kardiyologlar, kilo kontrolü veya azaltma için daha spesifik tavsiyeler verebilmektedir. FDA onaylı bir kardiyak telemetri cihazı (şekil 4), EKG verilerini özel bir algoritma kullanarak analiz etmektedir. Analiz sonuçları, sağlık hizmeti sağlayıcısının güvenli bulut sistemine hızlı bir şekilde iletilir. Ayrıca, hastaneler, klinisyenler için evrimii bir portal ve doktorların riskli durumlara karşı uyarılar alabildikleri ve raporları inceleyebildikleri bir mobil uygulama olan bir yazılım kullanmaktadır [15].



şekil 4. EKG Verilerini Analiz Eden Bioflux Cihazı [4]

Pulmonoloji alanında, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) ve astım yönetimi örnekleri olarak uzaktan hasta izleme kullanılabilir. KOAH, yaklaşık 16 milyon Amerikalıda teşhis edilmiştir ve milyonlarca insanın hastalığa yakalandığından habersiz olduğu düşünülmektedir. KOAH tedavi edilemez ancak yönetilebilir bir hastalıktır. Astım da tedavi edilemeyen ancak önlenebilen bir hastalıktır. Her iki örnekten de uzmanlar, hastalarla uzaktan iletişim kurarak tedavi yöntemlerini belirleyebilirler.

Amerika'daki bir diğer uzaktan hasta takip uygulaması, COVID-19 hastaları için hastaneden taburcu edildikten sonra iyileşme sürecinin takibini içermektedir. Bu program kapsamında, komplikasyon riski taşıyan hastalara nabız oksimetresi, elektronik termometre, dehidrasyonla ilgili kilo kaybını izlemek için

bir ölçek, kan basıncı monitörü ve günde iki kez hayati belirtileri yakalamak için bir tablet teslim edilmektedir. Özel bir uzaktan hasta izleme ekibi, hastaların gönderdiği verileri 7/24 izleyerek, şüpheli değişiklikleri mümkün olan en erken aşamada tespit etmeye çalışmaktadır. Olağandışı durumlarda, hemen müdahale edilmektedir [16].

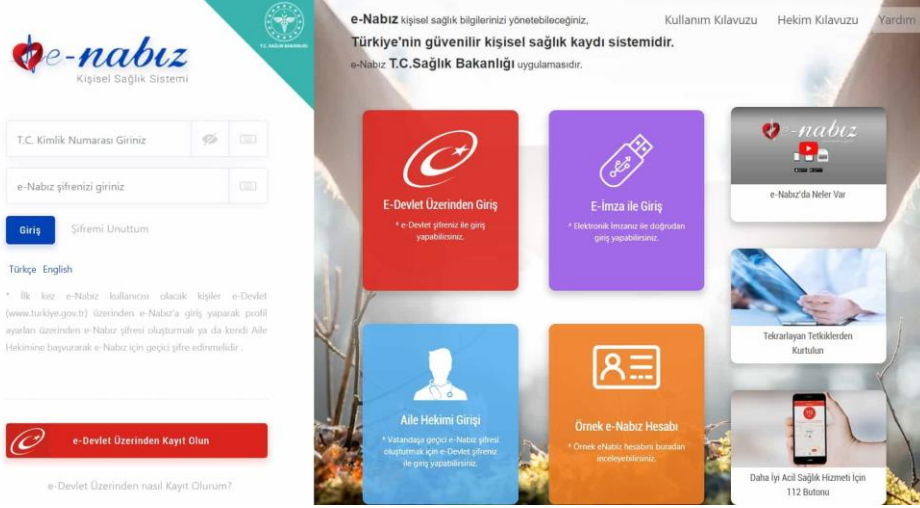
Almanya'da, 2017 yılında uzaktan hasta izleme cihazları pazarının 42.9 milyon dolar büyüklüğünde olduğu saptanmıştır. Bu büyümenin arkasındaki faktörler arasında artan yaşlı nüfus ve kronik hastalıkların yaygınlığı yer almaktadır. Ayrıca kablosuz ve taşınabilir sistemlere ve kaliteli bakıma olan talebin artması, maliyet-etkin tedaviye olan ihtiyacın artması gibi faktörler, sektörün gelişimini desteklemektedir [17].

Türkiye'deki Mevcut Durum ve Uygulama Örnekleri

E-Nabız, vatandaşların ve sağlık profesyonellerinin internet ve mobil cihazlar aracılığıyla sağlık verilerine erişebilecekleri bir uygulamadır. Bu uygulama, tüm sağlık bilgilerinin tek bir yerden yönetilebildiği bir kişisel sağlık kaydı sistemidir. Bu sistem, muayene, tetkik ve tedavi yapan sağlık kuruluşlarının yerine bakılmaksızın vatandaşların tıbbi geçmişlerine erişmelerini sağlar. Vatandaşlar, önceden belirlenmiş bir yetki çerçevesinde sağlık kayıtlarını hekimlerine gösterebilirler ve böylece teşhis ve tedavi süreçleri hızlandırılabilir ve iyileştirilebilir. Bu sistem, güçlü bir iletişim ağı oluşturarak vatandaşların ve hekimlerin birbirleriyle daha iyi etkileşim kurmalarını sağlar ve dünyanın en kapsamlı sağlık bilişim alt yapısıdır. Ayrıca, internet üzerinden güvenli bir şekilde erişilebilir [18].

E-Nabız sistemine iki farklı şekilde giriş yapılabilmektedir. İlk yöntem, E-Devlet şifresi, E-İmza veya Mobil İmza kullanarak E-Devlet kapısı üzerinden giriş yapmaktır. İkinci yöntem ise, Aile Hekimi aracılığıyla cep telefonu numarasını kaydettirip alınan tek kullanımlık erişim kodu ile giriş yapmaktır. Sistem, kullanıcıların veri eklemeleri, organ bağışı yapmaları, randevu oluşturmaları ve istedikleri kişilerle paylaşım yapmaları için seçenekler sunmaktadır. Sistemden elde edilebilecek bilgiler arasında, sağlık geçmişi, sağlık profili, profil bilgileri, sağlık tesisleri ziyaretleri, reçeteler, raporlar, hastalıklar, tahliller, görüntüler, kemik iliği ve kan bağışı, alerjiler, acil durum notları, dokümanlar ve erişim bilgileri bulunmaktadır. Bu sistem, tüm sağlık bilgilerini tek bir yerden yöneterek, kullanıcılar arasında güçlü bir iletişim ağı kurulmasını sağlamaktadır.

E-Nabız'da bulunan bilgilere sadece vatandaşın belirlediği hekimler ve sistemde yer alan "Paylaş" seçeneğini kullanarak izin verilen kişiler erişebilir.



Şekil 5. E-Nabız Giriş Ekranı [5]

Ülkemizde acil sağlık hizmetleri, 112 numaralı ücretsiz telefon hattı üzerinden sunulmaktadır. Acil hastalık veya yaralanma durumunda, günün her saati her ildeki komuta kontrol merkezine ulaşılabilir. Ülkede 2466 adet 112 istasyonu bulunmaktadır. Sağlık Bakanlığı, Acil Sağlık Otomasyon Sistemi (ASOS) adlı bir sistem geliştirmiştir ve bu sayede acil sağlık hizmetlerinin tam otomasyonu sağlanmıştır. Sistem sayesinde, veri girişleri anlık takip edilebilir. Dijital altyapı ile, gelen çağrıların dijital haritalar üzerinden yer tespiti yapılır, ses kayıtları alınır ve ambulans ve helikopterlerin konumu takip edilerek hastanelerdeki kritik yatak durumları izlenebilir hale gelir [19].

Vodafone, Medipol Üniversitesi Hastanesi, Bayer ve MarlinPlus ile birlikte 2015 yılında Diyabet Takip Sistemi'ni başlatarak kronik hastalıkların dijital takibine öncülük etmiştir. Diyabet hastalarının düzenli olarak takip edilmesi gerektiği düşünülerek geliştirilen Vodafone Diyabet Takip Sistemi, hastaların evlerinde tek bir cihaz üzerinden kan şekeri ölçümlerini yapmalarını ve bu bilgilerin hastaneye otomatik olarak iletilmesini sağlamaktadır. Cihaz, her yaşta hastanın kolayca kullanabileceği şekilde tasarlanmıştır ve veriler tanımlanan değerlerin dışına çıktığında hastanın doktoruna otomatik olarak uyarı göndermektedir [20].

IDF Diyabet Atlası verilerine göre, dünya genelinde her 11 yetişkinden biri diyabet hastasıdır ve bu rakamın 15-20 yıl içinde 500 milyonun üzerine çıkması beklenmektedir. Küresel sağlık harcamalarının %12'si diyabet hastalığına ayrılmaktadır ve diyabet hastalarının çoğu düşük ve orta gelirli ülkelerde yaşamaktadır. Gebelik diyabeti, doğumların 7'sinde bir görülmekte ve tip 1 diyabet hastası sayısı olan yirmi yaşın altındaki çocuklar ve gençler 1,5 milyon civarındadır. Her 6 saniyede bir kişi diyabet hastalığından hayatını kaybetmektedir ve bu nedenle hayatını kaybedenlerin sayısı 5 milyona ulaşmıştır. T.C. Sağlık Bakanlığı'nın Sağlık.NET verilerine göre, Türkiye'de yaklaşık 11 milyon diyabet hastası bulunmaktadır [21].

T.C. Sağlık Bakanlığı, Horizon 2020 Programı kapsamında koordinatörlük yaparak, Avrupa'da 4 ülke ile birlikte tip 2 diyabet hastalarının uzaktan takibini yapacak bir projeyi gerçekleştirmektedir. İstanbul'da yapılan açılış toplantısında, sağlık uzmanları tarafından çevrimiçi bir platformda uzaktan takip edilen ProEmpower projesi hakkında bilgi verilmiştir. Avrupa Komisyonu'nun Horizon 2020 Programı tarafından desteklenen proje kapsamında, tip 2 diyabet hastalarının kendi hastalık yönetim süreçlerine daha fazla müdahil olmaları ve daha kaliteli bir kronik hastalık yönetimi sağlanması amaçlanmaktadır [22].

Türkiye'de, yaşlılar, engelliler ve hasta kişiler için evde kullanıma yönelik sağlık alarm sistemleri mevcuttur. Bu sistemlerden biri, Esenler Belediyesi Esenler Toplumsal İletişim Merkezi (ESTİM) tarafından geliştirilen "Hayat Butonu" uygulamasıdır. 2013 yılında tanıtılan bu uygulama, yaşlılar tarafından kullanılmak üzere hazırlanmıştır ve 2016 yılında buton kolye şekline dönüştürülmüştür. Bu sayede insanlar, butonu sürekli olarak taşıyabilmektedir. Acil Hayat Butonu projesi, yaşlıların boyunlarındaki kolyedeki buton aracılığıyla yardım talep etmelerine olanak tanımaktadır. Kablosuz bağlantı teknolojisi kullanılan Acil Hayat Kolyesi, ev telefonuna 50 metre kadar uzaklıkta çalışmaktadır ve önceden belirlenmiş tüm yalnız yaşlılara sağlanmaktadır. Telefon kullanımını ortadan kaldıran bu proje sayesinde, yaşlılar butona basarak ESTİM'e ihtiyaçları hakkında bilgi gönderebilmektedirler. ESTİM görevlileri de yaşlıların problemlerini çözmek için harekete geçmektedirler. Proje için tahsis edilen 440 09 23 numaralı özel hat ile yaşlılar, acil durumlar ve herhangi bir ihtiyaçları olduğunda belediye ekiplerinden yardım talep edebilmektedirler.



Şekil 6. ESTİM Hayat Butonu [6]

Başka bir örnek olarak, bir güvenlik şirketinin panik butonu uygulaması verilebilir (Şekil 7). Bu çözüm özellikle, yaşlı, bedensel engelli veya kronik sağlık sorunları olan kişiler için tasarlanmıştır. Kişi acil sağlık sorunları veya panik hallerinde butona basarak ilgili merkeze sinyal gönderir ve yaklaşık 10 saniye sonra

ilgili ekip sinyale geri döner. Vaka ve kişinin tercihine bağlı olarak, sinyalin geldiği adrese polis, ambulans veya itfaiye gönderilir veya aile üyelerine bilgi verilir. Boyutları ne olursa olsun, evin herhangi bir yerinde kullanılabilen panik butonu, kolye, bel kemeri veya kol saati olarak takılabilir. Böylece kişi, evde herhangi bir yerde, her an yanında taşıyabilir.



Şekil 7. Acil Durum Panik Butonu [7]

COVID-19 pandemisi sırasında dünyanın birçok yerinde uygulanan uzaktan hasta izleme yöntemi, Türkiye'de de uygulanmaya başlanmıştır. Biruni Üniversitesi Hastanesi tarafından sunulan proje, COVID-19 şüphesi olan veya tanısı konulmuş hastaların evde takibinin çevrimiçi olarak gerçekleştirilmesini hedeflemektedir. Kronik hastalıkları olan hastalar için anında müdahale sağlanarak astım, KOAH, diyabet, kalp-damar hastalıkları gibi rahatsızlıkların kontrol altına alınması mümkün hale gelmektedir. COVID-19 sistemi sayesinde hastalara evde takip edilirken, belirtileri hızlı bir şekilde tespit edilerek tedavi süreci başlatılabilmekte ve hastalığın kontrolü sağlanmaktadır. Bu yöntem sayesinde hastaların parmaklarına takılan bir cihazla 16 yaşamsal parametre 60 saniye içinde ölçülebilmekte ve mobil telefonlar aracılığıyla hekimlere anında gönderilebilmektedir. Hekimler hastanın durumunu anlık olarak takip edebilmekte ve tedavi planlaması yapabilmektedir [23].

2.4. İhtiyaç Analizi

Projeye duyulan ihtiyacı ortaya koyan verilerin incelenmesi

Uzaktan hasta izleme sistemleri, özellikle yaşlı ve dezavantajlı bireyler için sağlık durumu takibinde ve tıbbi acil durumların önlenmesinde önemlidir. Bu sistemlerin etkili olabilmesi için giyilebilir sağlık teknolojileri ve mobil sağlık hizmetleri gibi diğer alanların da verimli bir şekilde kullanılması gereklidir.

Sağlık alanındaki hizmet kalitesinin artırılması ve yükselen maliyetlerin önüne geçilmesi için, bireylerin ateş, nabız, tansiyon, diyabet ve diğer tüm sağlık durumlarına anlık erişim sağlayan akıllı sağlık

uygulamaları büyük önem taşımaktadır. Sağlık verilerinin toplanması ve uzaktan hastaların izlenmesi sayesinde, hastalıklara erken müdahale edilerek yaşam kalitesi artırılabilir.

Bu nedenle, mevcut raporda bahsedilen tüm akıllı sağlık uygulamalarının tek bir yerde toplanarak değerlendirilmesi ve yönetilmesi, etkin, verimli ve sürdürülebilir bir sağlık hizmeti sunulmasına yardımcı olacaktır.

Projeye duyulan ihtiyacı ortaya koyan veriler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Hastane yatış süreleri: Uzaktan hasta takibi, hastaların hastanede kalış sürelerini kısaltarak hem hastanın hem de sağlık hizmeti sağlayıcısının maliyetlerini azaltabilir.
- Tıbbi acil durumlar: Uzaktan hasta takibi, tıbbi acil durumların erken tespit edilmesine ve önlenmesine yardımcı olabilir. Bu da hastaların sağlık durumlarını daha iyi yönetmelerine yardımcı olabilir.
- Kronik hastalıklar: Uzaktan hasta takibi, kronik hastalıkların yönetiminde önemli bir rol oynar. Bu sistem, hastaların sağlık durumlarını daha yakından takip ederek, sağlık hizmeti sağlayıcılarına daha fazla veri sağlar. Bu veriler, hastalıkların daha iyi yönetilmesine yardımcı olabilir.
- Hasta memnuniyeti: Uzaktan hasta takibi, hastaların evlerinde daha fazla zaman geçirmelerini sağlayarak, hastaların memnuniyetini artırabilir. Bu sistem ayrıca, hastaların sağlık hizmeti sağlayıcılarıyla daha fazla iletişim kurmasını ve sağlık durumlarının daha iyi yönetilmesini sağlayabilir.
- Sağlık hizmeti maliyetleri: Uzaktan hasta takibi, sağlık hizmeti maliyetlerini azaltabilir. Bu sistem, hastaların hastanede kalma süresini azaltarak, sağlık hizmeti sağlayıcılarına daha az maliyetli bir alternatif sunabilir.

Proje ile ilgili beklentiler ve paydaşlara sağlanan faydalar ile çözüm getirilen problem ve sıkıntıların tespiti

Uzaktan Hasta Takibi projesinde bazı temel beklentiler ve faydalar şunlar olabilir:

- Hastanın evde kalması: Hastaların evlerinde sağlık durumlarının takibini yapmalarına olanak sağlayarak, hastanede kalma sürelerini azaltmakta ve hastaların evlerinde rahat bir şekilde iyileşmelerini sağlamaktadır.
- Sağlık hizmeti sağlayıcılara kolaylık: Sağlık hizmeti sağlayıcılarının hastaları daha verimli bir şekilde takip etmelerine ve müdahale etmelerine yardımcı olmaktadır.
- Maliyet tasarrufu: Hastane yatış sürelerini azaltarak, sağlık hizmeti maliyetlerinde tasarruf sağlamaktadır.

- İyileşme sürecinde daha iyi sonuçlar: Hastaların daha erken müdahale edilerek iyileşme sürecinde daha iyi sonuçlar elde etmelerini sağlamaktadır.
- Sağlık hizmetlerinde eşitlik: Dezavantajlı gruplar için daha eşit bir sağlık hizmeti sunar. Bu sayede, sağlık hizmetlerindeki eşitsizlikler azaltılır.
- Verilerin analizi: Hastaların sağlık verilerinin toplanmasını ve analiz edilmesini mümkün kılarak, sağlık hizmeti sağlayıcılarına daha doğru ve etkili bir tedavi sağlar.

Yukarıda özetlenen beklentiler göz önünde bulundurulduğunda Uzaktan Hasta Takibi projesi için hedefler tespit edilmiştir:

- a) Bireylerin tüm sağlık durumlarının ilgili hekim ve birey tarafından dijital ortamda anlık olarak izlenmesi
- b) Erken teşhis, tanı, karar verme, araştırma, tedavi ve sağlık durumunun korunması gibi alanlarda hizmet kalitesinin geliştirilmesi
- c) Sağlık maliyetlerinin azaltılması
- d) Etkin, verimli ve sürdürülebilir bir sağlık hizmeti sunulması

Uzaktan Hasta Takibi projesinin paydaşlara sağladığı faydaların yanı sıra, projenin çözüm getirdiği problem ve sıkıntılar aşağıda sıralanmıştır:

- Hasta yükü: Hastanelerdeki yükü hafifletir. Hastaların doktora gitmek yerine evde takip edilmesi, daha iyi bir zaman yönetimi sağlar.
- Maliyetlerin düşürülmesi: Maliyetleri düşürür. Özellikle uzun süreli takip gerektiren kronik hastalıklar için yüksek miktarda para harcanır. Bu sistem, bu maliyetleri önemli ölçüde azaltabilir.
- Erken teşhis: Erken teşhisi mümkün kılar. Hasta, evinde belirli parametreleri izlerken, doktorlar da uzaktan bu parametreleri takip edebilir ve hastalıkla ilgili olası riskleri önceden fark edebilir.
- Hasta konforu: Hastaların konforunu artırır. Evlerinde rahat ettikleri yerde, tıbbi cihazlar yardımıyla kendi durumlarını takip edebilirler.
- Sağlık hizmetlerinin erişilebilirliği: Sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırır. Uzak mesafelerde yaşayan insanlar, özellikle acil durumlarda doktorların yardımına hızla erişebilirler.
- İletişimde kolaylık: Hastalarla doktorlar arasındaki iletişimi kolaylaştırır. Uzaktan erişim sayesinde, hastalar hızlı bir şekilde doktorlarıyla iletişim kurabilirler ve doktorlar da hastaları takip etmek için daha hızlı bir şekilde erişebilirler.
- Verimlilik: Verimliliği artırır. Doktorlar, daha fazla hastaya daha az zamanda bakabilirler, bu da verimliliği artırır.

Projenin başarılı olmasını sağlayacak güçlü yönlerin ve başarısızlığa neden olabilecek zayıf yönlerin tespiti

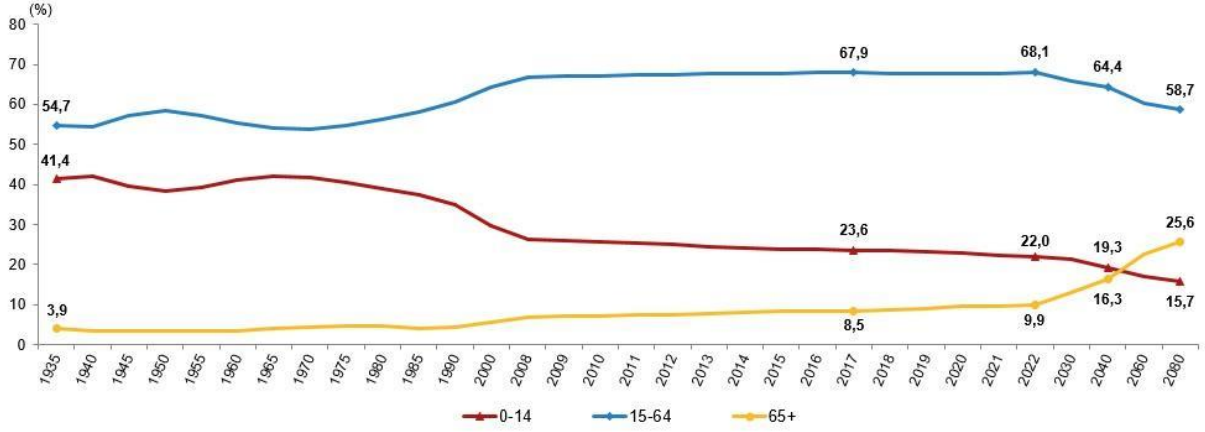
- Güçlü Yönler
 - Hasta takibi için geleneksel yöntemlerin yerini alarak hastaların evlerinde kalmasını sağlayarak enfeksiyon riskini azaltır.
 - Hastaların sağlık durumlarına ilişkin verilerin anlık olarak takip edilebilmesi, sağlık profesyonellerinin hastaların durumlarına hızlı bir şekilde müdahale etmelerine olanak sağlar.
 - Uzaktan takip cihazları sayesinde hastaların doktor ziyaretleri azaltılabilir ve bu durum sağlık hizmetlerinde tasarruf sağlayabilir.
 - Hastaların evde kalması, seyahat ve diğer harcamaların azaltılması gibi avantajlar sağlayabilir.
- Zayıf Yönler
 - Uzaktan hasta takibi teknolojisi, yalnızca teknolojik olarak yeterli donanıma sahip olan hastalar tarafından kullanılabilir. Bu nedenle, özellikle yaşlı veya teknolojiye erişimde sınırlılığı olan hastalar için uygun olmayabilir.
 - Bazı hastalıkların takibi için daha geleneksel yöntemlere kıyasla daha maliyetli olabilir.
 - Uzaktan takip cihazlarından alınan verilerin doğruluğu konusunda endişeler olabilir.
 - Bazı hastaların uzaktan takibi reddetme olasılığı vardır, bu da teknolojinin etkinliğini azaltabilir.

2.5. Talep Analizi

Proje ile üretilecek ürünlere ve/veya sunulacak hizmetlere yönelik mevcut talebin tespiti

- Nüfus, tüketim alışkanlıkları, dikkate alınarak talep miktarları belirlenir.

2023 yılı Mart ayı TÜİK istatistiklerine göre 2022 yılında Türkiye'deki yaşlı nüfusun (65+ yaş grubu) tüm nüfusa oranı %9,9'dur. Nüfus projeksiyonlarına göre yaşlı nüfus oranınının 2025 yılında %11,0, 2030 yılında %12,9, 2040 yılında %16,3, 2060 yılında %22,6 ve 2080 yılında %25,6 olacağı öngörülmüştür (Şekil 8). TÜİK istatistiklerine göre 2022 yılında yaşlıların internet kullanma oranı %36,6'dır [8].



Şekil 8. Yaş Grubuna Göre Nüfus Oranı, 1935-2080 [8]

Türkiye’de Ulusal Engelli Veri Tabanına göre engelli birey sayısı 1.559.222’dir. Ancak resmi olmayan rakamlara göre %13 düzeyinde olduğu düşünülmektedir. Tüm engellilerin %27’si 0-21 yaş, %36’sı 22-49 yaş, %37’siyse 50-64 yaş arasındadır.

Talebin gelecekteki gelişim potansiyeli ve talep için gelecek öngörülerin tespiti

- Geleceğe yönelik nüfus, ekonomi ve teknoloji öngörülerini dikkate alınarak hesaplamalar yapılır.

Örnek Vaka

Uzaktan Hasta Takibi sistemlerinin uygulanması kapsamında belirlenen çalışmanın, nüfusu 200.000 kişi olarak planlanan bir bölgeye uygulanması varsayılmıştır. Yukarıdaki TÜİK istatistiklerine göre, 200.000 nüfuslu bir akıllı şehirdeki bireyler incelendiğinde, nüfusun kişinin yaklaşık 19.800’ü yaşlı (65 yaş ve üstü) ve 26.000’inin de engelli olacağı öngörülmektedir. Bu durumda, sadece yaşlı ve engelli bireyler bile düşünüldüğünde, bu kişilerin uzaktan sağlık hizmetlerine erişebilmeleri için giyilebilir teknolojiler ve mobil sağlık uygulamalarının gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

3. Teknik Analiz ve Alternatif Teknolojilerin Değerlendirilmesi

Fiziki/Mekânsal Büyüklük

- Fiziki/mekânsal büyüklük projenin gerçekleşeceği şehir, mahalle, bölge, yaşam alanına bağlıdır.

Kapasitenin Belirlenmesi

- Hizmet sunulan alanın büyüklüğü
- Hasta yoğunluğu

- Hizmetin sunulduğu teknoloji alt yapısı
- Personel sayısı ve uzmanlık alanları
- Hedeflenen hasta grubunun özellikleri

Yapısal Proje Gereksinimleri

Teknik altyapıda kurgulanmak istenenler aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır:

- IoT Cihazların, Uygulamaların ve Teknolojilerin IoT Platformuna Entegrasyonu

Tüm akıllı sağlık uygulamaları ve IoT cihazlarından elde edilen veriler, IoT platformu üzerinden buluta aktarılır. Bu verilerin analizi ve takibi sayesinde özelleştirilmiş acil durum önlemleri alınabilir. IoT platformu, farklı sensörler, cihazlar, teknolojiler ve uygulamaların kolayca entegre edilebileceği esnek bir yapıya sahiptir. Ayrıca, sağlık alanında geliştirilen yeni uzaktan izleme teknolojileri ve bunları kullanan uygulamalar kolayca platforma entegre edilebilir.

- Kablosuz, taşınabilir ve giyilebilir sistemler ile kişinin sağlık durumunun takibi

Uzaktan hasta takibi, kablosuz, taşınabilir ve giyilebilir sistemlerin kullanımıyla kişinin sağlık durumunun izlenmesini mümkün kılmaktadır. İzlenen durumlar arasında aşağıdaki gibi bazı örnekler bulunmaktadır.

- Nabız
- Tansiyon (Kan basıncı ölçümü)
- Kardiyolojik durum
- Kalori harcama ve ağırlık takibi
- Hareketlilik ve konum
- Şeker

Kişisel sağlık verileri, giyilebilir sağlık teknolojileri sayesinde elde edilir ve bulut tabanlı bir ortamda saklanır.

- Uç değerlerin tespiti, raporlanması ve yönlendirilmesi

Kişilerin sağlık durumları izlendiğinde, ilaçlarının sevkiyatı ve rutin sağlık randevularının otomatik olarak yapılması sağlanabilir. İlaçların taşınması sırasında, sıcaklık, nem, düşme veya çarpışma verilerinin sürekli olarak kaydedilmesi gereklidir, böylece en sağlıklı şekilde taşınabilirler. Bu noktada ilaç lojistiği önem taşımaktadır. Lojistik sürecinde meydana gelebilecek gecikmeler veya hatalar, telafisi olmayan sonuçlara neden olabilir. İlaçların temin tarihleri, hasarsızlık ve izlenebilirlik gibi faktörler de dikkate alınmalıdır ve doğru teknolojiler kullanılmalıdır.

Temel ihtiyaçların ve taleplerin analizi sonucunda, bir soğuk zincir izleme çözümünün ek değer sağlaması için şu özelliklerin var olması gerektiği belirlenmiştir:

- Aralıklı ama düzenli (gerçek zamanlıya yakın) veri toplamak, bu verileri bir merkezi sistemle paylaşmak,
- İletişim problemlerine karşı belirli sürede veri yedeklemek ve sonra bağlantı bulunca aktarmak,
- Merkezi sistemden uygulama içindeki paydaşlara belirli eşikler geçildiğinde bildirim veya uyarılar göndermek
- Birden çok defa kullanılacak, uzun ömürlü ve ekonomik cihazlar kullanmak
- Günlük hayatta kullanılan iletişim protokollerinden ve kişisel cihazlardan istifade etmek, kaldırma etkisi sağlamak.

Önerilen soğuk zincir izleme çözümü, belirtilen kriterlere uygun olarak Bluetooth tabanlı sensörler (beacon) ve ağ geçitleri içermektedir. Bu sensörler ve ağ geçitleri, uygun maliyetleri ve kullanım kolaylıkları nedeniyle tercih edilmektedir. Sistem, taşıma ve stoklama işlemlerini yapan tüm bileşenlerin, basit teknolojiler kullanarak veri toplayabilmeleri ve toplanan verileri kullanabilmeleri için tasarlanmıştır. Cep telefonları ve mobil yapılar gibi yaygın teknolojiler kullanarak sisteme entegre olmaları hedeflenmektedir.

- Muayene aşamasında doktorun önüne hasta ile ilgili tüm bilgilerin gitmesi

Uzaktan izleme sistemleriyle toplanan veriler, doktorlar tarafından analiz edilerek takip edilmelidir ve bu nedenle tüm verilerin doktora doğru bir şekilde aktarılması için e-nabız entegrasyonu gereklidir. Verilerin doğru bir şekilde aktarılabilmesi, kullanılan teknolojilere ve uzaktan izleme sisteminin işleyişine bağlıdır. Yapay zeka ve robotik teknolojilerinin kullanımıyla hastalıkların teşhisi daha erken aşamada konulabilecek ve tedavi yöntemleri daha etkili hale getirilebilecektir. Ayrıca, yapay zeka aracılığıyla kişinin hastalıklara yatkınlığı değerlendirilebilir ve hastalıkların önlenmesi için gerekli önlemler alınabilir.

Yazılım ve Donanım Gereksinimleri

Uzaktan hasta takibinde kullanılan çeşitli uygulamalar aşağıda verilmektedir:

- Kola takılan bileklik ile nabız ölçümü
- Boyuna kolye olarak, bele kemer üstüne veya kola saat gibi takılabilen panik butonu ile erişim
- Kola takılan cihaz ve monitör aracılığıyla tansiyon ölçümü
- Elektronik monitör ile solunum ölçümü
- Akıllı terazi ile kilo ölçümü

- Podometrik mat uygulaması ile ayak ülseri tedavisi
- Omuza takılan aparat ile kan şekeri seviyelerinin anlık takibi
- Karın bölgesine yerleştirilen sensör ile glikoz seviyesinin takibi
- Kişisel acil durum müdahale sistemi (acil durum için hızlı arama ve çağrı merkezini bildiren SOS düğmesi, gerçek zamanlı konum takibi, coğrafi sınırlama, zaman bazlı rota izleme)
- Görüntülü sohbet ve ilaç yönetimi

Alternatif teknolojiler nelerdir? Karşılaştırma yapınız.

- IoT sensörleri
- Bulut bilişim teknolojileri
- Yapay zeka teknolojileri
- Uzaktan erişim teknolojileri
- Telekomünikasyon teknolojileri

Bu teknolojilerin kombinasyonu, cihazların güvenilir bir şekilde izlenebilirliğini ve verilerin güvenli bir şekilde depolanmasını sağlayarak, hataların tespit edilmesi ve hızlı bir şekilde çözülmesi için gerekli olan altyapıyı oluşturur. Ayrıca, bulut tabanlı bir yapıda çalışan sistemler, veri toplama, analiz ve raporlama işlemlerini daha verimli bir şekilde gerçekleştirebilir ve bu da hataların tespiti ve çözümü için zamanında ve doğru bilgi sağlar.

Çeşitli teknolojiler incelenmiş ve yapılan değerlendirme sonucunda çeşitli çözüm önerileri geliştirilmiştir. Bu öneriler aşağıda verilmektedir:

1- Sağlıklı bireylerin KVKK kapsamında sağlık durumlarının takibi

Sağlıklı bireyler, KVKK kapsamındaki nabız, kardiyo, tansiyon, ağırlık gibi sağlık bilgilerine erişilebilirlik sağlayan uygulamalar sayesinde, bu bilgileri mobil cihazlar, taşınabilir, giyilebilir teknolojiler veya benzer Akıllı Sağlık Cihazları ile kablosuz olarak takip edebilirler. Kişiler, kendilerinin bazı verilerini de sisteme kaydederek kendi kendilerini takip edebilir. Alternatif olarak, eczaneler, sağlık ocakları ve kiosklar aracılığıyla bu değerlerin hızlı bir şekilde ölçülüp, kişinin adına sisteme kaydedilmesi sağlanabilir.

2- Sağlıklı olmayan bireylerin genel sağlık ve özel sağlık durumlarının takibi

Bunun gibi durumlarda genel amaçlı kullanılan Akıllı Sağlık Cihazının yanı sıra hastalığa özel uzaktan takip cihazları kullanılmaktadır. Ev kullanımına yönelik yatak veya evdeki bir cihaza bağlı olarak kullanılabilir. Bu tip cihazlar, hareketlilik ve konum bilgisi gibi özelliklerle birlikte acil durum bildirimine izin veren cihazları da içermektedir. Bu tür hastaların doktor tarafından onaylanmış periyodik ilaçlarının lojistik yönetimi sayesinde, ilaçlar zamanında hastalara ulaştırılacaktır. Sağlıksız

bireyler için giyilebilir teknolojilerin yanı sıra, yatağa bağlanabilen ve yatakla entegre olan sistemler de mevcuttur.

Her iki öneride de, KVKK kapsamında kullanımına izin veren bireyler kişisel bilgilerine mobil uygulama üzerinden erişebilir ve analizlerini görebilirler. Ayrıca, sağlık kurumları ve doktorlar da tüm verilere erişebilirler. Toplanan sağlık verileri ve analizleri, KVKK kuralları dahilinde paylaşılabilir ve gelecekte akıllı robot sağlık sistemleri geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Bireylere uygulanan sağlık yöntemlerinin sistemde kayıtlı olması sayesinde iyileştirme yöntemlerinin geliştirilebilir ve yaygınlaştırılabilir olması söz konusudur. Bireylerin beslenme, çalışma, spor gibi diğer etkinliklerinin sisteme kaydedilmesi durumunda daha karmaşık analizler yapılabilecektir.

Teknoloji seçiminin dayandığı kriterler nelerdir? Açıklayınız.

- 1) *Teknoloji yeni mi.*
- 2) *Teknoloji yerli mi*
- 3) *Teknoloji yerli değilse yerlileştirilebilir mi*
- 4) *Güvenilirlik*
- 5) *Cihazların bağlantı ve uyumluluk özellikleri*
- 6) *Hastanın tercihleri ve kullanım alışkanlıkları*
- 7) *Veri entegrasyonu ve uyumluluğu*
- 8) *Maliyet*
- 9) *Hastalığın türü ve ciddiyeti*
- 10) *Hastanın durumu*
- 11) *Takip edilmesi gereken parametreler*
- 12) *Veri toplama sıklığı ve yöntemi*
- 13) *Veri analizi ve raporlama yetenekleri*
- 14) *Kullanım kolaylığı*

Teknik tasarım süreçlerini (süreç tasarımı, makine-donanım, inşaat işleri, arazi düzenleme, yerleşim düzeni vb.) açıklayınız.

1. Şehirde kablosuz haberleşme altyapısının sağlanması
2. Akıllı Sağlık cihazlarının temini
3. Gelişmiş Akıllı Sağlık cihaz temini

4. Akıllı Sağlık lojistiğine yönelik veri toplayıcı (data logger) ve uygulama geliştirme
5. Temel Akıllı Sağlık uygulaması geliştirme
6. Akıllı Sağlık uygulamaları IoT entegrasyonu
7. Sağlık merkezleri ve hastanelerde arayüz ekranlarının kiosklarının hazırlanması

4. Finansal Analiz

Tablo 1, sağlık uygulamalarının maliyet analizini sunmaktadır. Temel sağlık alanlarına ilişkin nabız, ateş ve tansiyon takibinin sağlıklı bireyler tarafından da yapılabilmesi düşünüldüğünden, bu takibi sağlayan cihazların kullanım oranı diğer gelişmiş cihazlara göre daha yüksek olarak hesaplanmıştır. Yaşlıların kullanımına yönelik yer belirleme, hareketlilik ve acil durum butonu gibi cihazların talep oranı ise en fazla %10 olarak düşünülmüştür. Ortalama yüzdelerle hesaplandığında, cihaz maliyetleri yaklaşık 7,5 milyon dolarlık bir yatırım gerektirmektedir.

Tablo 1. Maliyet Analizi

Maliyet Kalemi	Kullanım Oranı (2025)		Birim Bedel (\$)		Ortalama Maliyet (\$)
	Min	Max	Min	Max	
					200.000 birey
Akıllı sağlık cihazı (Nabız, ateş, tansiyon)	15%	20%	50	100	2.625.000
Gelişmiş akıllı sağlık cihazı (şeker, kardiyo,...)	5%	10%	150	300	3.375.000
Akıllı sağlık cihazı ek özellik (lokasyon+ hareketlilik) yaşlılar ve engelliler için	5%	10%	50	60	825.000
Acil durum butonu yaşlılar ve engelliler için	5%	10%	40	50	675.000
Acil durum butonu yaşlılar ve engelliler için			20.000	100.000	60.000
TOPLAM					7.560.000

5. Ekonomik Analiz

Sağlık uygulamaları, doğrudan insanlar için önemli arz ettiğinden dolayı, maliyetleri göz ardı edilebilir ve gereklilikleri ön plana çıkar. Akıllı sağlık uygulamaları, birçok fayda sağlamaktadır. Örneğin, bireyler sağlık hizmetlerine uzaktan erişebilir ve sağlık kuruluşlarına gitmeden de sağlık hizmetinden faydalanabilir, sağlık hizmeti maliyetleri azaltılabilir ve bireylerin temel sağlık verileri tek bir yerde toplanarak hastalıklara erken müdahale edilebilir. Böylelikle yaşam kalitesinde artış gözlenmesi olasıdır. Ayrıca, vatandaşlar tarafından sağlanan veriler, Ulusal Büyük Veri ağına katkıda bulunur. Uygulamalar ayrıca bireylerin tüm sağlık durumlarının dijital ortamda anlık olarak takip edilmesine olanak tanır ve hizmet kalitesi artar. Bu durum etkin, verimli ve sürdürülebilir bir sağlık hizmetini teşvik eder. Dezavantajlı bireylerin sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaşır ve insanlar sağlık hedeflerine ulaşmak için teşvik edilir.

6. Sosyal Etkinin Analizi

Akıllı sağlık uygulamalarının entegre bir şekilde kullanımı, özellikle dezavantajlı (engelli ve yaşlı) bireylerin bir sağlık kuruluşuna gitmeden sağlık hizmetlerinden yararlanmalarını sağlamaktadır. Ancak sağlıklı, hasta ve dezavantajlı bireylerin hepsi için etkin bir sistem oluşturulması için akıllı sağlık kapsamında cihazlar ve sistemler hakkında farkındalık oluşturma ve bilinçlendirme çalışmaları yapılmalı ve gerekirse bireysel destek sağlanmalıdır. Ayrıca, sağlık cihazları kullanıcı dostu ve kolay anlaşılır olmalı ve kullanım kılavuzları okunabilir ve uygulanabilir olmalıdır. Bireylerin KVKK kapsamında sağlık verilerini paylaşmaları ile sağlık durumlarının önceden tahmin edilmesi ve erken müdahale yapılabilmesi için bilinçli olmaları gerekmektedir. Bu konuda sosyal platformlar da önemli bir rol oynamaktadır.

Sağlık sektörü ve bireyler arasında bilinçli bir işbirliği sağlandığında, bireyler sağlık hizmetlerinden en üst düzeyde yararlanarak sağlık kuruluşlarına gitme ihtiyacını azaltabilirler. Böylece aşağıdaki sosyal faydalar sağlanabilir:

- Akıllı sağlık uygulamaları ile hane halkının sağlık masrafları düşebilir.
- Bireyler, kendi sağlık takibini yaparak sağlıkla ilgili bilgi ve becerilerini artırabilirler. Bu durum, sağlık teknolojisi okuryazarlığını artırarak sağlık alanında önemli bir gelişme sağlayabilir.
- Bireyler, sağlık hedeflerine ulaşmak için yürüyüş ve diyet gibi aktiviteleri gerçekleştirerek yaşam tarzlarını olumlu yönde değiştirebilirler.
- Bireylerin sağlık sistemiyle ilgili güveni artabilir.
- Bireylerin sağlık kuruluşlarına gitmek için kuyruklarda beklemeleri engelleneceğinden, bireyler zamanlarını daha etkili bir şekilde kullanabilirler.

- Bazı bireyler, verilerinin paylaşımıyla ilgili mahremiyet ve güvenlik konularından endişe duyabilirler.
- Bazı bireyler, teknoloji okuryazarlığı seviyeleri düşük olduğu için mobil uygulamaları kullanamama durumuyla karşılaşabilirler, bu durum da bireyleri sisteme karşı soğutabilir.

7. Çevresel Etkinin Analizi

Akıllı sağlık uygulamalarının temel özelliklerinden biri, uzaktan iletişim sağlama kabiliyetidir. Bu sayede, birçok sağlık işlemi hastaneye gitmeden de gerçekleştirilebilir. Bu yaklaşım trafik yoğunluğunu azaltabilir ve uzun vadede karbon ayak izinin küçülmesine katkı sağlayabilir. Bunun yanı sıra, tıbbi cihazların kullanımı da azalır, bu da çevreye zararlı atık ve kimyasalların azalmasına katkıda bulunur. Ancak, uzaktan takip sistemlerinin internet bağlantısı gibi enerji tüketen faktörleri de göz önünde bulundurmak gereklidir.

8. Risk Analizi

Akıllı sağlık uygulamaları, birçok risk ile karşı karşıya kalmaktadır. Bunlar arasında, KVKK kapsamında verilerin paylaşım istenmemesi, cihazların geliştirilmesinin zorluğu ve buna bağlı olarak cihazların çalışmaması, yüksek yatırım maliyetleri, kişisel verilerin güvenliğinin sağlanması zorluğu, siber güvenlik tehditleri, birlikte çalışabilirlik yaklaşımının olmaması, herkes tarafından erişilebilir olması için geniş bant bağlantısı gereği ve yaşlıların modern cihazları kullanamaması yer almaktadır. Bu nedenle, akıllı sağlık uygulamalarının başarıya ulaşması için bu risklerin dikkate alınması ve çözümlenmesi gerekmektedir.

9. Genel Değerlendirme ve Sonuç

Sağlık sektörü, sanayi devrimleriyle birlikte gelişmiş ve yapay zeka ve robotik teknolojilerinin de gelişmesiyle birlikte ilerlemiştir. Sağlık 4.0 kavramı, Endüstri 4.0 kavramı ile birlikte ortaya çıkmıştır ve sağlığın akıllı hale getirilmesi hedeflenmiştir. Böylece, sağlık uygulamaları bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılarak birbirleriyle bütünleşik bir şekilde ele alınmaktadır. Rapor kapsamında, aşağıdaki uygulamalar birlikte çalışılmaktadır.

- Uzaktan Hasta Takibi
- Mobil Sağlık Uygulamaları
- Giyilebilir Sağlık Teknolojileri
- Kronik Hasta Takibi ve Panik Butonu
- Yaşlı, Kronik ve Engelli İçin Evde Hasta Desteği

- Dezavantajlı Bireylerin Sağlık Hizmetlerine Erişimi
- İlaç Lojistiği

KVKK kapsamında, giyilebilir teknoloji ile alınan verinin mobil uygulama üzerinden IoT Platformunda bulutta saklanması ve hekim tarafından izlenerek analiz edilmesi ve müdahale edilmesi sağlanmaktadır. Bu sayede kişilere özel sağlık haritaları oluşturulabilmekte ve hastalıklara erken müdahale edilebilmektedir. Toplanan sağlık verileri de büyük veri açısından önemlidir. Ancak akıllı sağlık cihazlarının geliştirilmesi zor olduğundan çalışmalarında sorunlar yaşanabilmektedir. Ayrıca siber güvenlik tehditleri de dikkate alınmalıdır. Yaşlıların bu cihazları kullanmada zorluk yaşayabileceği ve teknolojiyi kabullenmede sıkıntılar yaşanabileceği de unutulmamalıdır. Bu nedenle, bireylerde farkındalık yaratmak için çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Sağlık alanında kullanılan uzaktan hasta takibi, giyilebilir teknolojiler ve mobil sağlık gibi birçok uygulama tek bir platformda birleştirilerek, vatandaşlara kolay ve kapsamlı bir sağlık hizmeti sunulabilir. Ancak uygulanabilirliği için halkın bilinçlendirilmesi önemlidir.

10. Yol Haritası

Uzaktan Hasta Takibi projesinde aşağıdaki adımların takip edilmesi öngörülmektedir.

- Temel akıllı sağlık cihazlarının temin edilmesi
- Gelişmiş akıllı sağlık cihazlarının temin edilmesi
- Akıllı sağlık lojistiğine yönelik veri toplayıcı (data logger) ve uygulama geliştirilmesi
- Temel akıllı sağlık uygulamalarının geliştirilmesi
- İleri akıllı sağlık uygulamalarının geliştirilmesi
- Akıllı sağlık uygulamalarının IoT Platformuna entegrasyonu
- Sağlık merkezleri ve hastanelerde ara yüz ekranların ve kioskular hazırlanması

İş Modeli

Model 1

1. Akıllı Şehir A.Ş. finansal analizdeki tüm cihaz ve uygulamaların yatırımını yapar.
2. Sağlıklı bireylerin talepleri üzerine kendilerine akıllı sağlık cihazının satışı yapılır.
3. Sağlıklı olmayan bireyler için sağlık güvencesi kapsamına uygun olarak akıllı sağlık cihazının satışı yapılır.

Model 2

1. Sağlık Bakanlığı tüm cihaz ve uygulamaların yatırımını yapar.
2. İlgili cihazları sağlık güvencesi kapsamında kişilere dağıtır/satar.

11. Kaynakça

- [1] <https://tetatek.com/cozumlerimiz/saglik/uzaktan-hasta-takip-sistemi-2/>
- [2] <https://www.healthrecoveryolutions.com/blog/telehealth-101-asynchronous-vs.-synchronous-telehealth>
- [3] <https://jungleworks.com/why-remote-patient-monitoring-is-the-future-of-healthcare/>
- [4] <https://www.pngegg.com/tr/search?q=kardiyak+%C4%B0zleme>
- [5] <https://www.trthaber.com/haber/guncel/e-nabiz-nedir-e-nabiz-sayfasina-nasil-giris-yapilir-537266.html>
- [6] <https://esenler.bel.tr/haberler/genel/hayat-kurtaran-kolye/>
- [7] <https://www.pronet.com.tr/haber/acil-saglik-ihiyaci-ve-panik-durumunda-sevdikleriniz-panik-butonu-ile-guvende>
- [8] <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Yaslilar-2022-49667>
- [9] No Longer Science Fiction, AI And Robotics Are Transforming Healthcare, <https://www.pwc.com/gx/en/industries/healthcare/publications/ai-robotics-new-health/transforming-healthcare.html> adresinden ulaşılmıştır. Erişim tarihi: 24.03.2021.
- [10] Tian. S., Yang. W., et. all. (2019). Smart healthcare: making medical care more intelligent. Global Health Journal V.3, I.3, 2019, s. 62-65. <https://doi.org/10.1016/j.glohj.2019.07.001>
- [11] Dijital Sağlık Uygulamalarında Yapay Zeka, S. Büyükgöze, E. Dereli, Bildiri, 2020, https://www.researchgate.net/publication/339091309_Dijital_Saglik_Uygulamalarinda_Yapay_Zeka
- [12] Prevounce. Lamboley, L. Examples of Remote Patient Monitoring: 9 Top Patient Applications, 2020. <https://blog.prevounce.com/examples-of-remote-patient-monitoring-9-top-patient-applications>
- [13] Mayo Clinic Ekibi. Choosing Blood Pressure Medications, 2019. <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/high-blood-pressure/in-depth/high-blood-pressure-medication/art-20046280#:~:text=Combining%20two%20drugs%20usually%20works,achieve%20your%20blood%20pressure%20goal.>

- [14] Prevounce. Lamboley, L. Examples of Remote Patient Monitoring: 9 Top Patient Applications, 2020. <https://blog.prevounce.com/examples-of-remote-patient-monitoring-9-top-patient-applications>.
- [15] Alexsoft. Remote Patient Monitoring Systems: Components, Types, Vendors, and Implementation Steps, 2020. <https://www.altexsoft.com/blog/remote-patient-monitoring-systems/>
- [16] Alexsoft. Remote Patient Monitoring Systems: Components, Types, Vendors, and Implementation Steps, 2020. <https://www.altexsoft.com/blog/remote-patient-monitoring-systems/>
- [17] Germany Remote Patient Monitoring Device Market Size and Forecast by Product (Vital Sign Monitors, Specialized Monitors), by Application, by End Use And Trend Analysis. 2018. <https://www.hexaresearch.com/research-report/germany-remote-patient-monitoring-device-market>
- [18] <https://enabiz.gov.tr/>
- [19] İleri Sağlık Teknolojileri II Türk Sağlık Sisteminde Dijitalleşme Sürecinin Karşılaştırmalı Analizi Araştırma Raporu, 2019. ThinkTech STM Teknolojik Düşünce Merkezi. https://thinktech.stm.com.tr/uploads/raporlar/pdf/1392019155429201_stm_ileri_saglik_teknoloji_ileri_2.pdf
- [20] Vodafone'dan 7 Milyon Diyabetliye Uzaktan Takip Kolaylığı. (Mart 24, 2015). <https://medyamerkezi.vodafone.com.tr/basin-bultenleri/vodafone-dan-7-milyon-diyabetliye-uzaktan-takip-kolayligi>
- [21] Diyabetin Uzaktan Takibi İçin T.C. Sağlık Bakanlığında Uluslararası Proje. (2020). T.C. Sağlık Bakanlığı. <https://sbsgm.saglik.gov.tr/TR,1610/diyabetin-uzaktan-takibi-icin-tc-saglik-bakanligindan-uluslararasi-proje.html>
- [22] Hayat Kurtaran Kolye. (Aralık 28, 2016). Esenler Belediyesi. <https://esenler.bel.tr/haberler/genel/hayat-kurtaran-kolye/>
- [23] COVID-19 uzaktan online takip sistemi Türkiye'de. Biruni Üniversite Hastanesi. <https://www.birunihastanesi.com.tr/covid-19-uzaktan-online-takip-sistemi-turkiyede/>
- [24] Anderson, M., (Aralık 28, 2020). Uzaktan Hasta İzleme Sistemleri ve Tıbbın Geleceği. ATL Technology. <https://atltechnology.com/blog/remote-patient-monitoring-systems/>
- [25] Stein. N., Uzaktan Hasta İzlemenin Faydaları. Lark. <https://www.lark.com/insights/benefits-of-remote-patient-monitoring/>