

Sağlık Hizmetlerinde Nesnelerin İnterneti (Nİ)

Ali Göde¹

Fatma Nuray Kuşcu²

Özet

Nesnelerin İnterneti(Nİ) fiziksel nesnelerin birbirleriyle veya daha büyük sistemlerle entegre olduğu her zaman ve her yerde internet tabanlı iletişim ağıdır. Sağlık sistemlerinin esnek bakım modelleri sunmasını sağlamak için teknoloji destekli sağlık hizmetlerinin benimsenmesi arttıkça geleneksel sağlık hizmeti sunumu uygulamaları Nİ aracılığıyla tamamlanacak, desteklenecek veya değiştirilecektir.

Nİ, uygun tıbbi kayıt tutma, örnekleme, cihazların entegrasyonu ve hastalıkların nedenleri gibi tıbbi alanda iyileştirme ve daha iyi çözümler sağlayan yeni gelişen bir teknolojidir. Nİ, doktorların sağlık hizmetlerini sunma şekillerini yenileme potansiyeline sahiptir, çünkü bu teknolojik ağ ve sensör uygulamaları sayesinde daha doğru ve anlık veriler elde edilebilir. Nİ'nin sensör tabanlı teknolojisi, karmaşık vakalar sırasında ameliyat riskini azaltmak için mükemmel bir yetenek sağlar. Riskleri en aza indirerek ve genel performansı artırarak cerrahin işini kolaylaştırır. Bu şekilde sağlık hizmetlerine olan güveni de artırılmaktadır.

Genel olarak özetlemek gerekirse sağlık hizmetlerinin Nİ tabanlı uygulamaları hasta merkezli hizmet sunma ve bakımı iyileştirme, hasta güvenliğini artırma, sağlık hizmeti maliyetlerini düşürme, sağlık hizmetlerinin erişilebilirliğini artırma, sağlık personel ve kullanılan teknolojinin sürekli gelişmesini sağlama ve sağlık hizmetleri operasyonel verimliliği artırması gibi potansiyeli sunabilmektedir.

1. GİRİŞ

Dijitalleşen çağda her sektörün üzerinde etkileri olduğu gibi sağlık sektörü üzerinde de derin bir etkiye sahip olan internet teknolojileri, sağlayıcı ile hasta arasındaki güç dengesini değiştirmekte, yeni bakım modellerini mümkün kılmakta ve ülkelerde sağlık sistemlerinin odağını müşteri merkezli sağlık

1 Öğr. Gör.,Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, alig.sy31@gmail.com, Orcid: 0000-0002-6865-6298

2 Öğr. Gör., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, nuraykuscu@outlook.com, Orcid: 0000-0003-2657-6174

hizmetlerine kaydırmaktadır(Mitchell & Kan, 2019). Nesnelerin İnterneti (Nİ)'nin sağlık hizmetlerinde kullanım alanlarına bakıldığında; bilgi işlem cihazları, cep telefonları, akıllı bantlar ve giyilebilir cihazlar, dijital ilaçlar, implante edilebilir cerrahi cihazlar veya ölçüm yapabilen diğer taşınabilir cihazlar gibi internete bağlanan cihazlar aracılığı ile bireylerden sağlıkla ilgili verileri toplayabilen sistemler olarak kullanıldığı görülmektedir(Minh Dang et al., 2019).

Nİ teknolojisinin gelişmesi, birey ve toplum sağlığını en iyi şekilde koruması ve geliştirilmesi için çeşitli sağlık uygulamalarının entegre edilmesiyle sağlık hizmeti sunumundaha etkili ve verimli hale gelmesini sağlamaktadır(Kelly et al., 2020). Örneğin e-sağlık, mobil sağlık, ortam destekli yaşam, anlamsal cihazlar, giyilebilir cihazlar, akıllı telefonlar ve toplum temelli sağlık hizmetleri gibi Nİ teknolojilerinin çeşitli hizmet ve uygulamalarını gözden geçirilerek gelişmesi sağlanmıştır(Minh Dang et al., 2019).Bu hizmetler kapsamlı bir şekilde detaylandırılabilir ve ayrıca tek bir küme içerisinde de pek çok uygulamaya sahip olabilmektedir. Örneğin, sağlık uzmanları tarafından bireylerin sağlık durumlarını uzaktan izleme, kronik rahatsızlığı olanların kendi kendine yönetimini geliştirme, hızlı semptom tanımlama ve klinik teşhisler, erken müdahale sağlama ve verilen ilaçların kullanım takibi gibi sağlık uygulamaları bu küme içerisinde yer almaktadır(Yın et al., 2016).

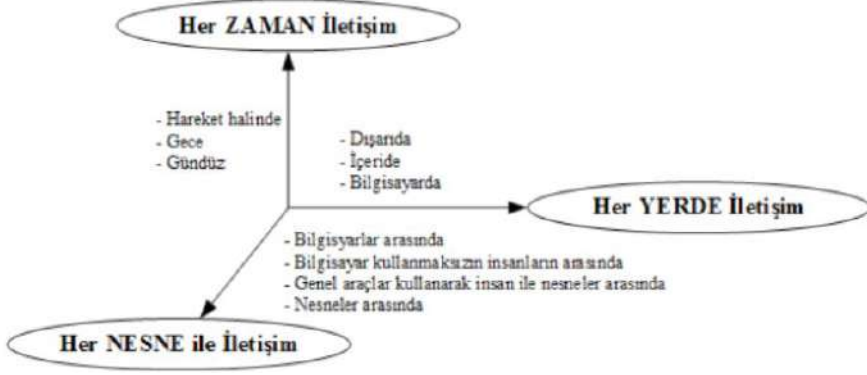
Mevcut durumda, gelişmiş bilgi teknolojileri günlük hayatımızda yeniliğin kapılarını aralamaktadır. Sağlık sektöründeNİ teknolojisi,uygun tıbbi kayıt tutma, örnekleme, cihazların entegrasyonu ve hastalıkların nedenlerinin incelenmesiile tıbbi alanda iyileştirme ve daha iyi çözümler sağlayabilen yüksek işlevselliğe sahip, yeni gelişen bir teknolojidir(Javid & Khan, 2021). Bu uygulamalar, sağlık bakım kaynaklarını daha akıllıca kullanabilmeyi ve daha kaliteli ve verimli tıbbi bakım sunmayı sağlayabilmektedir.(Kelly et al., 2020). Bu bağlamdabölüm içerisinde, Nİ kavramını ve kökenini anlamak, sağlık hizmetlerinde Nİ teknolojisine genel bir bakış sağlamak amaçlanmıştır.

2. NESNELERİN İNTERNETİ (Nİ)

Nİ, insandan insana ya da insandan bilgisayara bir bağlantı gerektirmeden bir ağ üzerinden bilgi toplayabilen, depolayabilen ve aynı zamanda gönderebilen kablosuz, birbiriyle bağlantılı dijital cihazlardan oluşan kapsamlı bir sistemdir(Kelly et al., 2020). Başka bir ifadeye görenesnelerin, cihazların ya da eşyaların gelişmiş sensörler vasıtasıyla çeşitli yapılarla birbiriyle entegre olması ve bu cansız varlıkların birbirleriyle bağlı ve iletişim kurar şekle gelmesi olarak tanımlanan bir kavramdır(Altınpulluk, 2018).Kısaca Nİ, fiziksel

nesnelerin birbirleriyle veya daha büyük sistemlerle entegre olduğu her zaman ve her yerde internet tabanlı iletişim ağıdır.

Şekil 1.Nİ'nin boyutları(Dilek, 2017)



Nİ'nin ana fikri 1990'lı yılların başlarında Mark Weiser tarafından ortaya atılan gelecekte teknolojinin her yerde bulunmasına dair ufuk açıcı bir vizyon olan "Her Zaman Her Yerde Hesaplama" düşüncesine dayanmaktadır. Nİ kavramının ilk defa ortaya koyan kişi ise Massachusetts Teknoloji Enstitüsü(MIT) "RFID" araştırma grubunda yer alan Kevin Ashton, 1999 yılında yaptığı bir sunumda, ortaya çıkan küresel internet tabanlı bilgi hizmeti mimarisini anlatarak bu kavramı kullanmıştır(Aslan & Tosun, 2019). Ashton sunumunda, bilgisayarların insan yardımı olmadan veri toplayabileceğini ve bunları yararlı bilgiler haline getirebileceğini ve bu bilgisayarların dünyayı gözlemlemesini, tanımlamasını ve anlamasını sağlayan sensörler ve Radyo Frekans Tanımlama (RFID) gibi teknolojilerle mümkün olabileceği düşüncesini ortaya koymuştur(Ibarra-Esquer et al., 2017).

Kevin Ashton tarafından ortaya konan Nİ kavramı başta RFID teknolojisi sayesinde radyo frekansı aracılığıyla birbirleriyle iletişim halinde olan cihazları kapsamaktaydı. Ancak gelişen teknoloji ile birlikte Nİ çok daha geniş bir vizyona ulaşmıştır. Endüstri, sağlık, tüketici ve ev otomasyon sistemleri, taşımacılık, izleme ve güvenlik hizmetleri, akıllı alt yapılar, akıllı şehirler, tarım ve hayvancılık gibi çok geniş uygulama alanlarına sahiptir. Bu uygulama alanlarında daha kaliteli hizmet sunmak amacıyla etkinliği, verimliliği ve üretkenliği arttırmak için birbiriyle bağlantılı dijital cihazlarla ilgili veriler toplanması sağlanarak büyük veriler oluşmaktadır. Akıllı uygulamalar ve gerekli algoritmaları ile depolanan büyük veriler analiz edilerek ilgili iyileştirmelerin yapılmasına yönelik katkı sağlamaktadır(Altınpulluk, 2018)

Şekil 2.Nİ'nin Kullanım Alanları(Oral & Çakır, 2017)



3. SAĞLIK HİZMETLERİNDE NESNELERİN İNTERNETİ (Nİ)

Sağlık sistemlerinin çok çeşitli hastalıkları ve tedavi seçeneklerini içermesi, aynı zamanda artan hasta sayısının, kronik hastalıkların ve yaşlanan nüfusun artmasından dolayı sağlık sistemleri büyük zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır (Gatouillat et al., 2018). Yaşlanan popülasyonlardaki tıbbi talepler, yaşam tarzı ve kişisel sağlık ihtiyaçları, sağlık hizmetleri kaynaklarına bir yük bindirmeye devam etmektedir. Bu zorlukların üstesinden gelmek, refahı iyileştirmek ve sağlık kaynağı yükünü hafifletmek için sağlık yenilikleri yoluyla bireylerinkendi sağlıklarını yönetmeleri için güçlendirmeye odaklanmayı gerektirir(Mitchell & Kan, 2019). Nİ, sağlık sorunlarını proaktif olarak tahmin etmek ve hem hastane içinde hem de dışında hastaları teşhis etmek, tedavi etmek ve izleme sağlamak için hizmet sunumunu kolaylaştırmak ve iyileştirmek için birçok fayda sunmaktadır(Kelly et al., 2020). Sağlık hizmeti altyapılarının aşırı yüklenmesini önlemek ve sağlık hizmeti maliyetlerini azaltmak için internet teknolojilerininyararlı çözümler sunduğu kanıtlanmıştır(Gatouillat et al., 2018).Nİ tabanlı sağlık hizmetleri, sağlık sisteminin verimliliğini artırmak ve nüfus sağlığını iyileştirmek için büyük bir potansiyele sahiptir(Kelly et al., 2020).

Nİ tabanlı sağlık hizmetlerinin potansiyeli, önleyici halk sağlığı hizmetlerinin erişilebilirliğini, nasıl iyileştirebileceğini ve mevcut ikincil ve üçüncül basamak sağlık hizmetlerini daha proaktif, sürekli ve koordineli bir sisteme nasıl dönüştürebileceğini teorize etmek için geliştirilmektedir(Kelly et al., 2020).Nİ sağlık uygulamaları, insan vücuduna gömülü veya giyilebilir sensörler ile sıcaklık, basınç oranı, elektrokardiyograf (EKG), elektroensefalograf (EEG) ve benzeri fizyolojik bilgileri hastanın vücudundan toplamak için kullanılmaktadır(Pradhan et al., 2021). Bu veriler, hastaların sağlık durumları hakkında anlamlı ve kesin çıkarımlar yapılmasına yardımcı olmaktadır.

Sağlık sistemlerinde Nİ'nin uygulanabilirliğini en üst düzeye çıkarmayı amaçlayan birçok ülke, yeni teknoloji ve politikaları benimsemiştir. Literatürde, Nİ sisteminin sağlık hizmetlerinin izlenmesi, kontrolü, güvenliği ve mahremiyetindeki ilerlemesini bildiren çok sayıda araştırma keşfedilmiştir. Bu araştırmalar, Nİ'nin sağlık sektöründeki etkinliğini ve uygun geleceğini göstermektedir (Gatouillat et al., 2018; Pradhan et al., 2021).

3.1. Sağlık Hizmetlerinde Nesnelerin İnterneti (Nİ) Mimari Yapısı

Sağlık hizmetlerinin sunumunda Nİ teknolojisini etkili ve verimli şekilde kullanmak ve sağlık hizmetinde kalitenin gelişmesini sağlamak için temel mimari yapısını doğru şekilde anlamak ve uygulamak gerekmektedir. Sağlık hizmetlerinin sunumunda Nİ'nin mimari yapısı; veri toplayan algılama sistemleri, veri iletişimi ve depolama ve veri işleme ve uygulama olmak üzere 3 temel yapıdan oluşmaktadır (Kelly et al., 2020; Koçtaş, 2022). Bu kısımda bahsedilen yapılar özetlenmeye çalışılmıştır.

3.1.1. Veri Toplayan Algılama Sistemleri

Nİ'nin ilk mimari bileşeni algı katmanıdır. Algılama ve tanımlama teknolojileri, bir ortamdaki değişiklikleri algılayabilen radyo frekansı tanımlama (RFID), kızılötesi sensörler, kameralar, GPS, tıbbi sensörler ve akıllı cihaz sensörlerini içerebilen cihazlardır. Bu sensörler, nesne tanıma, konum tanıma ve coğrafi tanıma yoluyla kapsamlı algılamaya izin verebilir ve bu bilgileri ağ iletişimi için daha uygun olan dijital sinyallere dönüştürebilir (Sethi & Sarangi, 2017). Ana görev sensörler aracılığıyla nesneyi tanımlamak, bilgi toplamaktır (Wu et al., 2010).

Algılama için kullanılan sensör teknolojileri, tedavilerin gerçek zamanlı olarak izlenmesine izin verir ve bir hasta hakkında çok sayıda fizyolojik parametrenin edinilmesini kolaylaştırır, böylece teşhisler ve yüksek kaliteli tedavi hızlı bir şekilde takip edilebilir. Potansiyel olarak hayat kurtaran Nİ sensör cihazlarının birçok örneği vardır; ancak, tüm cihazlar klinik olarak test edilmiştir veya güvenli veya etkili olduğu kanıtlanmamıştır (Kelly et al., 2020).

Bilgi ve iletişim teknolojileri hayatımızı kolaylaştırdığı gibi sağlık hizmeti sunumunu da desteklemekte ve iyileştirmektedir. Nİ teknolojileri bu sürecin bir sonraki adımı olarak düşünüldüğünde sağlık hizmeti sunumunu daha da destekleme ve daha fazla iyileştirme sağlama potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle ilk adım hastalardan bilgi toplamasını sağlayacak olan algılama sistemlerinin doğru şekilde oluşturulması önem arz etmektedir.

3.1.2. Veri İletişimi ve Depolama

Nİ teknolojileri, algı katmanı ile kurum olarak veya merkezi bir konumda işlenmiş elde edilen bilgileri ağ bağlantılarıyla ileten ve depolayan kablolu ve kablosuz ağları içermektedir. Nesnelere arasındaki iletişim, düşük, orta ve yüksek frekanslarda gerçekleşebilmektedir. Her geçen gün nesnelere arasında daha fazla iletişim potansiyelinin görülmesi ve gelişen ağlar sayesinde daha kolay erişilebilir hale gelme potansiyeli ile sağlık hizmetleri için Nİ uygulamalarının aynı anda binlerce cihaza kadar güvenilir bağlantı sağlaması büyümesinin ana itici gücü olması beklenmektedir (Bulut, 2022; Sethi & Sarangi, 2017).

Algılama katmanı ile elde edilip iletilen veriler kurum olarak depolamakta veya merkezi bir bulut sunucusuna gönderilmektedir. Sağlık hizmetlerinin sunulmasını desteklemek için bulut tabanlı bilgi işlem, buluta bağlı cihazlar arasında veri toplama, depolama ve aktarım açısından her yerde bulunabilen, esnek ve ölçeklenebilir olduğu için birçok fayda sağlamaktadır (Minh Dang et al., 2019). Bulut kullanımının, veri yoğun elektronik tıbbi kayıtları, hasta portallarını, tıbbi Nİ teknolojileri, karar destek sistemlerini ve tedavi stratejilerini yönlendiren büyük veri analizini desteklemek için öngörülebilmektedir (Mitchell & Kan, 2019). Bununla birlikte, Nİ teknolojileri ile veri merkezleri arasındaki mesafeden dolayı gelecekte aşırı veri birikimi ve gecikme gibi sorunları kullanıcıların tecrübe edebileceği düşünülmektedir (Minh Dang et al., 2019).

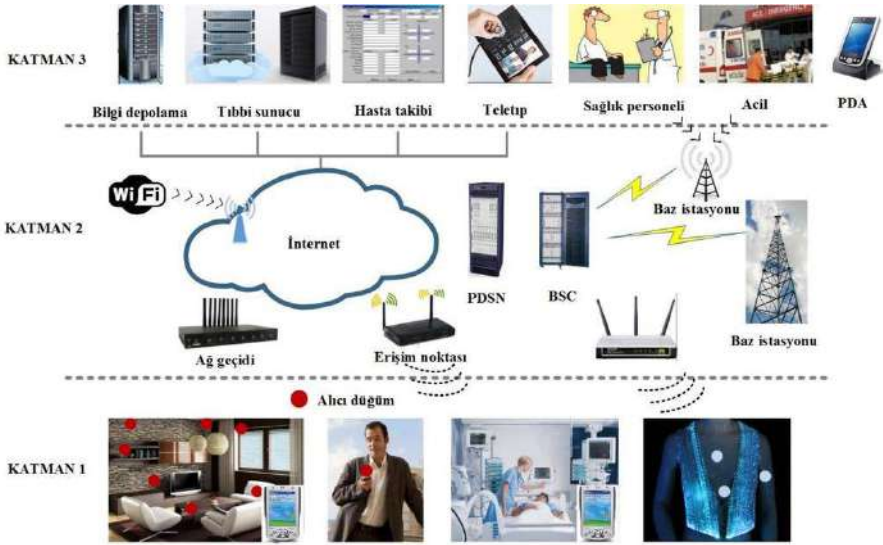
Sağlık hizmeti almaya gelen her hasta için günlük olarak verilen tanı, teşhis ve tedavi süreçlerindeki hizmetler kayıt altına alınmaktadır. Bu durumda sağlık hizmeti veren kurumlarda her geçen gün kayıt altına alınan veri miktarı artmaktadır. Bu verilere kurum veya merkezi olarak erişim sağlanması ve karar vericilere karar verme sürecinde önemli bilgiler sağlaması nedeniyle veri iletişimi ve depolanması önem arz etmektedir.

3.1.3. Veri İşleme ve Uygulama

Nİ'nin mimari yapısını oluşturan veri işleme ve uygulama son katmanı oluşturmaktadır. Bu katman verileri yorumlanmasından ve kullanıcıya uygulamaya özel hizmetlerin sunulmasından sorumludur (Sethi & Sarangi, 2017). Nİ tabanlı sağlık bakımı ve derin makine öğreniminin kullanılması, sağlık uzmanlarının öngörülemeyenleri görmesine ek olarak yeni ve gelişmiş teşhis yeteneği sağlamasına yardımcı olabilmektedir. Tanısal güven hiçbir zaman %100'e ulaşmasa da, makineler ve klinisyen uzmanlığını birleştirmek sistem performansını güvenilir bir şekilde arttırmaktadır (Gulshan et al., 2016).

Nİ'nin sağladığı en umut verici tıbbi uygulamalardan biri yapay zeka olmuştur. Yapay zekanın bilimsel uygulamaları aracılığıyla görüntü analizi, doğal dil işleme ile metin tanıma, ilaç etkinliği tasarımı ve gen mutasyon tahmini dahil olmak üzere birçok olasılığı hesaplamasıyla karar vericilere katkı sağlamaktadır(Kelly et al., 2020).Örneğin 2016 yılında yapılan bir çalışmada, 54 oftalmolog ve kıdemli asistanların tanısal değerlendirmesiyle karşılaştırıldığında, retina görüntülerine yapay zeka uygulanması, diyabetik retinopati ve maküler ödemin saptanmasını ve derecelendirilmesini iyileştirerek yüksek özgüllükler (% 98) ve hassasiyetler (% 90) elde edilmiştir(Gulshan et al., 2016). Yapay zeka ve derin öğrenme ile hastalık yönetimini de optimize edebilmekte, e-sağlık uygulamalarından büyük verilerin analiz edilmesinde fayda sağlayabilmekte ve sağlık hizmetlerinde benimsenmesinde ve geliştirilmesinde yardımcı olabilmektedir(Kelly et al., 2020).

Şekil 3. Sağlık Hizmetlerine Nİ'nin Mimari Yapısı(Dilek 2017)



Sağlık hizmetlerinin sunumunda Nİ'nin mimari yapısı özetlemek gerekirse hastanın vital bilgilerini kaydetmek için ayrı ayrı veya aynı anda çalışabilen bağlı sensörlerden ve diğer tıbbi cihazlardan kan basıncı, kalp atış hızı, sıcaklık, oksijen saturasyonu ve benzeri verileri sürekli olarak bir ağ aracılığıyla elde eder ve bu verileri ağ bağlantılarıyla iletir ve depolanmasını sağlama-sıyla birlikte bir akıllı telefon, bilgisayar, tablet vb. aracılığıyla erişilebilen ve görselleştirilebilen hasta bilgilerinin sürekli izlenmesine ve karar vermeye izin vermektedir(Pradhan et al., 2021). Nİ, bu verileri işleyebilir ve hastanın sağlık durumu hakkında karar alınmasına yardımcı olabilmektedir.

3.2. Sağlık Hizmetlerinde Nesnelerin İnterneti (Nİ) 'nin Avantaj ve Dezavantajları

Birçok sektörde olduğu gibi sağlık sektörü üzerinde de derin bir etkiye sahip olan internet teknolojileri, benzersiz esneklikleri ve her ortama uygun yetenekleri sayesinde sağlayıcı ile hasta arasındaki güç dengesini değiştiren, yeni bakım modellerini mümkün kılan ve ülkelerde sağlık sistemlerinin odağını hasta merkezli sağlık hizmetlerine kaydırmaktadır (Mitchell & Kan, 2019). Nİ uygulamaları farklı alanlarda olduğu gibi sağlık alanında da avantajları beraberinde getirirken dezavantajları da bulunmaktadır. Bu avantajlar ve dezavantajlar aşağıda sunulmuştur (Aslan & Tosun, 2019; Bulut, 2022; Koçaş, 2022):

3.2.1. Avantajlar

- Sağlık hizmetlerinde teknoloji optimizasyonu açısından bakıldığında hastaların tanı, teşhis ve tedavi süreçlerinin geliştirilmesiyle birlikte sağlık hizmetinde cihaz kullanımını da artırmaktadır. Nİ teknolojileriyle sağlık hizmeti sunumunu hastane dışına da taşıyarak önemli fonksiyonel saha verileri elde edilmesini sağlamaktadır.
- Sağlık hizmetlerinde kaynakların yönetilmesinde mevcut analizlerin yüzeysel bir bilgi akışı sağlamasına karşılık Nİ teknolojileriyle kaynakların daha etkin yönetimine dair daha ayrıntılı ve gerçekçi bilgiler sunmaktadır. Böylece aynı kaynaktan daha fazla hizmet üretmek mümkün olabilmektedir.
- Nİ, sağlık hizmet sunumuna doğrudan veya dolaylı olarak katkıda bulunan kurumlarla otomasyon sistemleri kurulmasının yanı sıra ülke çapında büyük verilerin toplanmasına da imkân verebilmektedir.
- Nİ, başta sağlık hizmeti sunan kurumların yükünü düşürürken, sağlık kaynaklarına erişimi kolaylaştırmakta ve hasta merkezli hizmet sunumu sağladığı için hastaların kendi sağlığı üzerinde daha fazla kontrol imkanı sunabilmektedir.
- Nİ cihazları ile hastaların sağlık durumları gerçek zamanlı olarak izlenebilir ve sağlık verileri kaydedebilir. Bu, doktorların daha doğru bir şekilde hastalık belirtilerini takip etmelerini ve tedavi sürecini optimize etmelerini sağlayabilir.
- Nİ cihazları, hastaların sağlık verilerini doğrudan kaydedebildiğinden, doktorların hastaların durumları hakkında daha sağlıklı bir teşhis koymalarına yardımcı olabilir. Bu, yanlış teşhislerin önlenmesine ve tedavi sürecinin daha hızlı ilerlemesine yardımcı olabilir.

- Nİ cihazları, hastaların evde kalmalarına rağmen sağlık durumlarının izlenmesine ve takip edilmesine yardımcı olabilir. Bu, sağlık hizmetleri sunan kişilerin hastaları uzaktan izleyebilmelerini sağlamaktadır. Böylece hastaların düzenli olarak sağlık hizmetleri almasını kolaylaştırır.
- Nİ teknolojisi, sağlık kurumlarının ve sağlık hizmeti sunucularının daha verimli bir şekilde çalışmalarına yardımcı olabilir. Bu teknoloji, verileri otomatik olarak toplayabilir ve analiz edebilir, böylece sağlık çalışanları zamanlarını daha etkili bir şekilde kullanabilirler.
- Nİ cihazları, hastaların durumlarının takip edilmesine ve izlenmesine yardımcı olduğundan hastaların güvenliği artırmaktadır. Özellikle, acil durumlarda cihazlar hızlı bir şekilde tepki vererek hastaların hayatlarını kurtarabilir.
- Nİ cihazları, hastalıkların önlenmesine yardımcı olabilir. Sağlık verileri, hastalık belirtileri oluşmadan önce tespit etmeyi ve tedavi sürecine erken başlamayı mümkün kılmaktadır.
- Nİ cihazları, hastaların ilaçlarını zamanında ve doğru bir şekilde almasını sağlayabilir. Bu da yanlış ilaç alımının önlenmesine ve tedavi sürecinin daha hızlı ilerlemesine yardımcı olabilir.
- Nİ teknolojisi, sağlık hizmeti sunan kuruluşların maliyetlerini azaltabilir. Örneğin, uzaktan izleme, hasta ziyaretleri için gerekli olmayabilir, bu da kurumların daha az personel ve malzeme kullanmasına olanak tanımaktadır.
- Nİ cihazları, sağlık verilerini toplama ve analiz etme konusunda daha etkili bir yol sunmaktadır. Bu da, daha iyi tedavi planlaması, daha iyi hasta sonuçları ve daha iyi sağlık hizmetleri sağlayarak sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmaktadır.
- Nİ teknolojisi, hastaların sağlık durumlarını daha seri bir şekilde takip etmeyi ve hastaların durumlarında herhangi bir değişiklik olduğunda hızlı bir şekilde tepki vererek hastaların hayatlarını kurtarmayı mümkün kılmaktadır.

3.2.2. Dezavantajları

- Nİ teknolojisi, tıbbi verilerin birçok cihaz arasında aktarılmasını gerektirmektedir. Bu, verilerin sızdırılma veya kötüye kullanılma riskini artırabilir. Bu nedenle, güvenlik tedbirleri alınmadığı takdirde, hastaların özel bilgilerinin korunması zor olabilir.

- Nİ cihazları, daha fazla sensör ve diğer teknolojik özellikler nedeniyle diğer sağlık cihazlarına göre daha yüksek bir maliyetle temin edilirler. Bu nedenle, bu teknolojiyi uygulamak isteyen sağlık kurumları için finansal olarak zorlayıcı olabilir.
- Nİ cihazları, çeşitli cihazlar ve sistemlerle uyumlu olmak zorundadır. Bu, Nİ cihazlarının kurulumu, bakımı ve yönetimi için daha fazla teknik bilgi ve kaynak gerektirir.
- Nİ cihazları, özellikle doğru bir şekilde kullanılmadıklarında yanlış sonuçlar verebilir. Bu, yanlış teşhis veya tedaviye neden olabilir ve sonuçta hasta sağlığını riske atabilir.
- Nİ cihazları, hastaların kişisel sağlık bilgilerini toplayabilir ve bu bilgilerin yanlış ellerde kullanılması, hatta kötüye kullanılması riskini artırabilir. Bu da hastaların mahremiyetini tehlikeye atabilir.
- Sağlık hizmetlerinde Nİ teknolojisi, hastaların cihazların sağladığı verilere bağımlı hale gelmesine neden olabilir. Bu, hastaların kendi semptomlarını takip etmeleri ve kendilerini izlemeleri yerine, teknolojinin sunduğu verilere güvenmelerine neden olabilir.
- Nİ cihazları, büyük miktarda veri toplar ve bu verilerin etkili bir şekilde yönetilmesi zor olabilir. Bu nedenle, bu cihazlarla birlikte kullanılan yazılımlar ve sistemler de doğru şekilde yönetilmelidir.
- Nİ teknolojisi, farklı cihaz ve sistemlerin birlikte çalışması gerektiği için, farklı sağlık kuruluşları veya tesisler arasında bir uyumsuzluk olabilir. Bu da veri aktarımını ve paylaşımını zorlaştırabilir.
- Nİ cihazları, yazılım güncellemeleriyle geliştirilebilir ve iyileştirilebilir. Ancak, bu güncellemelerin yönetimi ve uygulanması zaman alıcı olabilir ve bazı durumlarda hizmet kesintisine neden olabilir.
- Nİ cihazları, teknik arızalar veya kesintiler nedeniyle işlevsiz hale gelebilir. Bu da hastaların sağlık verilerinin kaybedilmesine veya erişilemez hale gelmesine neden olabilir.
- Sağlık hizmetlerindeki teknolojileri Nİ sistemine göre tasarlamak, geliştirmek ve sürdürmek oldukça zorlu bir süreç olabilmektedir. Ayrıca sağlık sistemlerinin karmaşık yapılı olmasında sistemlerde başarısızlığa neden olma olasılığın artırmaktadır. Örneğin, hastane stok sisteminde bir arıza veya bir yazılım hatası nedeniyle sistem tedarikçi firmaya birden fazla sipariş verebilmektir. Bu da israfa yol açmaktadır.

3.3. Sağlık Hizmetlerinde Nesnelerin İnterneti (Nİ) Uygulamaları

Nİ çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bunlar arasında en yenilikçi uygulamalardan bir tanesi, hastadan elde edilen verilerin bazı sensörler aracılığıyla toplandığı, verilerin analizinin yapıldığı, bir ağ bağlantılarıyla iletilmesi sağlandığı ve hastaya sunulan hizmetin değerlendirilmesi için sağlık uzmanlarıyla verilerin paylaşıldığı sağlık hizmetidir (Aslan & Tosun, 2019).

Sağlık hizmetlerinde Nİ uygulamaları, çeşitli sağlık sorunlarına çözümler sunarak sağlık sektörünü dönüştürmektedir. Sağlık hizmeti taleplerindeki artış ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte her geçen gün daha fazla hizmet eklenmektedir. Bunlar artık sağlık sistemi tasarlanmanın ayrılmaz bir parçası haline gelmektedir (Pradhan et al., 2021). Bununla birlikte, konu hakkında bir fikir vermek için, yaygın kullanılan sağlık hizmetlerinde Nİ uygulamaları bazıları aşağıda sıralanmıştır (Akalin & Veranyurt, 2020; Aslan & Tosun, 2019; Demir & Şahin, 2019; Pradhan et al., 2021):

- **Child Health Information (CHI):** Bir çocuğun iyiliği için farkındalık yaratma ile ilgilenen bir kavramdır. CHI'nin temel amacı, çocukları ve ebeveynlerini beslenme değerleri, duygusal ve zihinsel durumları ve davranışları dahil olmak üzere çocuğun genel sağlığı konusunda eğitmek ve güçlendirmektir. Nİ uygulaması, araştırmacıların bir çocuğun sağlığını izleyip düzenleyebilen bir platform geliştirerek bu hedefe ulaşmasına yardımcı olmaktır. Ayrıca acil durumlarda doktorlar ve ebeveynler yardımı ile gerekli önlemler alınabilir. Uygulama, çocuklarda iyi beslenme değerlerine ulaşmak için kullanılmaktadır.
- **Mobil Nesnelerin İnterneti:** Hastanın sağlık bilgilerini ve diğer fizyolojik koşulları izlemek için mobil bilgi işlem, sensörler, iletişim teknolojileri ve bulut bilgi işlemin ilişkisini göstermektedir. Başka bir deyişle, verimli bir İnternet tabanlı sağlık hizmeti sağlamak için kişisel alan ağları ve mobil ağlar (4G ve 5G gibi) arasında bir iletişim ara yüzü sağlamaktadır. Mobil kullanım, sağlık hizmetlerinde Nİ hizmetlerini, hastanın verilerine erişebilen, teşhis koyabilen ve hızlı bir şekilde tedavi sağlayabilen sağlık uzmanları için daha erişilebilir hale getirilmektedir. Örneğin diyabetik hastalarda glikoz seviyesini izleyebilen ve hipoglisemi yönetimine yardımcı olan mobil Nİ tabanlı bir sistem geliştirdiler. Başka bir uygulamada, düşme tespiti ve kalp atış hızı kontrolü için çeşitli sensörlerin kullanıldığı "AMBRO" adı verilen mobil ağ geçidi tabanlı bir Nİ sistemi tasarlandı. Ayrıca, entegre bir GPS modülü kullanarak hastaların yerini belirleyebilmektedir.

- **Toplum Temelli Sağlık Hizmetleri:** Toplum temelli sağlık bakımı izleme, o bölgede ikamet eden insanların sağlık koşullarını izlemek için özel bir klinik, küçük bir yerleşim alanı, bir otel vb. gibi yerel bir topluluğu kapsayan bir sağlık hizmeti ağı oluşturma kavramıdır. Topluluk temelli bir ağda, çeşitli ağlar birleştirilir ve işbirliğine dayalı bir hizmet vermek için çalışabilir. Uzak bölgelerde sağlık hizmetlerinin izlenmesini sağlamak için Nİ tabanlı bir ortak tıbbi ağ kurulabilmektedir. Bu da uzak bir yerden ihtiyaç sahiplerine tıbbi hizmetlerin sağlanmasına yardımcı olmaktadır.
- **AmbientAssistedLiving(AAL):** Nİ ile entegre olan ve yaşlanan insanlara yardımcı olmak için kullanılan özel bir yapay zeka dalıdır. ALLnin temel amacı, yaşlıların rahat ve güvenli bir şekilde evde bağımsız bir şekilde yaşamalarına yardımcı olmaktır. ALL, bu hastaların gerçek zamanlı izlenmesi için bir teknik sağlar ve tıbbi bir acil durumda insan hizmeti benzeri yardım alacaklarından emin olur. Bu, gelişmiş yapay zeka teknolojileri, büyük veri analizi, makine öğrenimi ve bunların sağlık endüstrilerindeki uygulamaları ile mümkündür. Genel olarak, ALLnin üç temel alanı, yani aktivite tanıma, çevre tanıma ve hayati izleme, araştırmacılar tarafından araştırılmıştır. Ancak, aktivite tanıma, yaşlı hastaların refahını etkileyebilecek potansiyel tehditleri veya acil sağlık koşullarını tespit etmekle ilgilendiği için en büyük ilgiyi oluşturmuştur.
- **Bilişsel Hesaplama:** Bir problemi insan beyninin yaptığı gibi analiz etme sürecini ifade eder. Sensör teknolojisi ve yapay zekadaki son gelişmelerle birlikte, Nİ cihazları artık problem çözmeye insan beynini taklit edebilen sensörlerle entegre edilmektedir. Bir Nİ sistemindeki bilişsel bilgi işlem, büyük miktarda veride bulunan gizli kalıpların analiz edilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, bir sensörün sağlık hizmeti verilerini işleme ve çevreye otomatik olarak uyum sağlama yeteneğini geliştirmektedir. Bilişsel bir Nİ ağında, tüm sensörler diğer akıllı cihazlarla işbirliği yapar ve verimli sağlık hizmetleri sunumuna katkı sağlamaktadır. Bir Nİ sisteminde bilişsel hesaplamanın kullanılması, sağlık hizmeti sağlayıcılarının hastanın verilerini etkili bir şekilde gözlemlemesine ve uygun tedaviyi sağlamasına yardımcı olmaktadır.
- **Giyilebilir Cihazlar:** Giyilebilir cihazlar, sağlık uzmanlarının ve hastaların çeşitli sağlık sorunlarıyla daha düşük bir maliyetle başa çıkmalarına yardımcı olur. Bu cihazlar çeşitli sensörleri insanlar tarafından kullanılan saat, bileklik, kolye, gömlek, ayakkabı, el çantası, şapka

vb. gibi giyilebilir aksesuarlarla entegre ederek geliştirilebilir. Takılan sensör, çevre ve hasta sağlığı bilgilerini toplamak için kullanılır. Bu bilgiler daha sonra veri tabanlarına yüklenir. Bazı giyilebilir cihazlar, sağlık uygulamaları aracılığıyla cep telefonlarına da bağlanır. Elektrokardiyograf (EKG) ve elektromiyografi (EMG) sinyalleri gibi biyo-sinyaller de hastanın hayati bilgilerini çıkarmak için Nİ özellikli giyilebilir sistemler yardımıyla analiz edilmiştir. Bu giyilebilir cihazların bir mobil uygulama ile birbirine bağlanabilmesiyle cihazın hesaplama gücünü artırmaktadır. Uygulama, toplanan bilgilerin kolay işlenmesi ve görselleştirilmesi için daha fazla kullanılabilir.

- ***Adverse Drug Reaction (ADR):*** Bir ilaç almanın bir yan etkisi olarak karakterize edilebilir. Reaksiyon, tek bir doz veya uzun süreli bir uygulamadan sonra meydana gelebilir. Bu, aynı anda iki farklı ilaç alındığında ortaya çıkan olumsuz reaksiyon nedeniyle de mümkün olabilir. ADR, ilacın türüne veya hastalığa bağlı değildir ve kişiden kişiye değişir. Nİ tabanlı bir ADR sisteminde, hastanın terminalindeki her ilacı tanımlamak için benzersiz bir tanımlayıcıları kullanılmaktadır. İlacın hastanın vücuduyla uyumluluğu hakkındaki bilgiler, farmasötik bir akıllı bilgi sistemi kullanılarak kontrol edilebilir. Bilgi sistemi, e-sağlık kayıtlarını kullanarak her hastanın alerji profilini saklar. Alerji profili ve diğer hayati sağlık bilgileri analiz edildikten sonra ilacın hastaya uygun olup olmadığına karar verilmektedir.
- ***Blockchain:*** Farklı tıbbi cihazlar ve sağlık hizmeti sağlayıcıları arasında veri paylaşımı, sağlık hizmetlerinin Nİ ağında çok önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, güvenli veri paylaşımındaki en önemli sorunlardan biri veri parçalanmasıdır. Veri parçalanması, tek bir hastayla ilişkilendirilen sağlık hizmeti sağlayıcıları arasında bilgi boşluğuna yol açabilir. Yetersiz bilgi tedavi sürecini engelleyebilir. Blockchain teknolojisi, veri parçalanması sorununu çözmek için kullanılır ve sağlık merkezlerinin ağda bulunan veri havuzları arasında bir bağlantı kurmasına yardımcı olmaktadır. Bu hassas tıbbi bilgilerin güvenli ve koruyucu bir şekilde paylaşılmasını sağlar ve doktorlar ve hastalar arasında şeffaflığı artırır. Blockchain teknolojisi ayrıca sağlık hizmeti sağlayıcıları ve kuruluşları arasında nitel araştırma yapmak için işbirliğini teşvik etmektedir. Akıllı sözleşme kimliği yönetir ve blok zincirinde depolanan farklı elektronik tıbbi raporlara erişim izinlerini belirler. Bu, doktorların yalnızca kendilerine izin verilen elektronik tıbbi raporlardan geçmelerine izin verildiği anlamına gelmektedir.

- **EKG İzleme:** EKG, kalp kaslarının temel ritimleri hakkında bilgi sağlar ve çeşitli kalp anormallikleri için bir gösterge görevi görür. Bu anormallikler arasında aritmi, miyokardiyaliskemi vb. yer alır. Nİ teknolojisinin kullanımı, EKG izleme yoluyla kalp anormalliklerinin erken tespitinde potansiyel uygulama alanı bulmaktadır. Bir kablosuz veri toplama sistemi ve bir alıcı işlemciden oluşan Nİ tabanlı bir EKG izleme sistemi uzun zamanlı olarak kardiyak anormalliği tespit etmek için kullanılan bir arama otomasyon yöntemi kullanılmaktadır. Bu sistem, EKG ve ivmeölçer verilerini sürekli kontrol ederek yaşlı hastalara gerçek zamanlı izleme sağlamak için tasarlanmıştır.
- **Glikoz Seviyesi İzleme:** Diyabet, vücuttaki kan şekeri seviyesinin uzun süre yüksek kalması durumudur. Nİ teknolojilerindeki son gelişmeler, noninvaziv, rahat, kullanışlı ve güvenli olan kan şekeri izleme için çeşitli giyilebilir aygıtların tasarımında kullanılmaktadır. İlk örneği CGM sistemidir. Burada giyilebilir sensörler ile sağlık hizmeti sağlayıcıları için kan şekeri seviyesi ne zamanda ne aralıklarda yükseldiği hakkında verilerini sunmaktadır.
- **İlaç Yönetimi:** İlaç programına uyum, sağlık hizmetleri sektöründe yaygın bir sorundur. İlaç programına uyulmaması, hastalarda olumsuz sağlık komplikasyonlarını artırabilir. İlaç tedavisine uyumsuzluk, çoğunlukla yaşlı insanlarda, bilişsel gerileme, bunama gibi klinik durumlar geliştirdiklerinden, yaş ilerledikçe görülür. Bu nedenle doktorların reçetelerine harfiyen uymaları zordur. İnsanlara ilaçlarını hatırlatabilecek akıllı bir tıbbi kutu geliştirilmiştir. AdhereTech bunların bir örneğidir. Kutuda, her tepsinin ilacı üç farklı zaman için (sabah, öğleden sonra ve akşam) içerdiği durum vardır. Sistem ayrıca bazı hayati sağlık parametrelerini (kan şekeri seviyesi, kan oksijen seviyesi, sıcaklık, EKG vb.) ölçebilmektedir. Ayrıca, uyarlanabilir Nİ tabanlı bir akıllı ilaç sistemi sıcaklık sensöründen toplanan verileri analiz eden sistem, tedavi sırasında ilacın zamanını ve dozunu otomatik olarak ayarlar, vücut ısısını sürekli izleyerek ateşi tedavi etmede etkilidir.
- **Rehabilitasyon Sistemi:** Rehabilitasyon ile birlikte fiziksel tıp, engelli bir hastanın işlevsel yeteneğini geri kazanmada etkilidir. Rehabilitasyonda Nİ uygulaması çeşitlidir ve kanser, spor yaralanması, felç ve diğer fiziksel engellerin tedavisinde kullanılabilir. Bir smartwalker (akıllı yürüteç) rehabilitasyon sistemi hastanın yürüme şeklini izlemek ve hareket ölçümlerini değerlendirmek için çok modlu bir sensör kullanılabilir. Bir hasta smartwalker kullandığında, yönelim açısı, yükseklik, kuvvet vb. gibi farklı hareket matrislerini ölçül-

mesiyle elde edilen verilere erişmek ve teşhis raporları sağlamak için doktorlar tarafından bir mobil uygulama kullanılmaktadır. Dahası, akıllı bir giyilebilir kol bandı, robotik el ve makine öğrenimi algoritması entegre edilerek bir inme rehabilitasyon sistemi geliştirilmiştir. Kaydedilen bilgiler, sağlık uzmanları tarafından hastaların iyileşmesini tahmin etmek ve rehabilitasyon programlarını formüle etmek için kullanılabilir.

- **Tekerlekli Sandalye Yönetimi:** Tekerlekli sandalye, hareket kabiliyeti kısıtlı hastaların yaşamlarının ayrılmaz bir parçasıdır. Ancak, engelli beyin hasarına bağlı olduğunda tekerlekli sandalye kullanımı sınırlıdır. Bu nedenle, yeni araştırma, navigasyon ve izleme sistemini bu tekerlekli sandalyelerle entegre etmeye odaklanmaktadır. Nİ tabanlı sistemler artık bu hedefe ulaşmada potansiyel sonuçlar göstermektedir. Mobil bilgisayar kullanımı, tekerlekli sandalye yönetiminin hastalar için daha etkileşimli ve kolay olmasını sağlamıştır. Temsil edildiği gibi akıllı bir tekerlekli sandalye, çeşitli sensörlerin, mobil teknolojilerin ve bulut bilişimin entegrasyonu ile geliştirilmektedir. Sistem, hastaların tekerlekli sandalye ve bakıcılar ile etkileşime girmesine yardımcı olabilecek bir mobil uygulama içermektedir. Uygulama aynı zamanda bakıcıların tekerlekli sandalyeyi belli bir mesafeden izlemesini sağlar. Daha gelişmiş ve otomatikleştirilmiş bir akıllı tekerlekli sandalyenin sadece tekerlekli sandalye hareketini izlemekle kalmayıp aynı zamanda bir şemsiye, ayak paspası, baş paspası ve engel algılama özellikleri sağlayabilmektedir. Burada tasarlanan sistem, yaşam ortamı ile daha verimli etkileşim sağlamaktadır.

Sağlık hizmetlerinde Nİ uygulaması yukarıda bahsedilen işlevlerle sınırlı değildir. Teknolojinin hızlı büyümesi ile sağlık hizmetlerinde kanser tedavisi, uzaktan cerrahi, anormal hücrel büyüme, hemoglobin tespiti, vb. gibi çok çeşitli Nİ uygulamalarının sayısı önemli ölçüde artmaktadır.

4. SONUÇ

Nesnelerin İnterneti(Nİ) fiziksel nesnelerin birbirleriyle veya daha büyük sistemlerle entegre olduğu her zaman ve her yerde kullanılabilen internet tabanlı iletişim ağıdır. Sağlık sistemlerinin esnek bakım modelleri sunmasını sağlamak için teknoloji destekli sağlık hizmetlerinin benimsenmesi arttıkça geleneksel sağlık hizmeti sunumu uygulamaları Nİ aracılığıyla tamamlanacak, desteklenecek veya değiştirilecektir.

Nİ, uygun tıbbi kayıt tutma, örnekleme, cihazların entegrasyonu ve hastalıkların nedenleri gibi tıbbi alanda iyileştirme ve daha iyi çözümler sağla-

yan yeni gelişen bir teknolojidir. Nİ, doktorların sağlık hizmetlerini sunma şekillerini yenileme potansiyeline sahiptir, çünkü bu teknolojik ağ ve sensör uygulamaları sayesinde daha doğru ve anlık veriler elde edilebilir. Nİ'nin sensör tabanlı teknolojisi, karmaşık vakalar sırasında ameliyat riskini azaltmak için mükemmel bir yetenek sağlar. Riskleri en aza indirerek ve genel performansı artırarak cerrahın işini kolaylaştırır. Bu şekilde sağlık hizmetlerine olan güveni de artırılmaktadır.

Sonuç olarak sağlık hizmetlerinin Nİ tabanlı uygulamaları hasta merkezli hizmet sunma ve bakımı iyileştirme, hasta güvenliğini artırma, sağlık hizmeti maliyetlerini düşürme, sağlık hizmetlerinin erişilebilirliğini artırma, sağlık personeli ve kullanılan teknolojinin sürekli gelişmesini sağlama ve sağlık hizmetleri operasyonel verimliliği artırması gibi katkılar sunabilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akalın, B., & Veranyurt, Ü. (2020). Sağlıkta Dijitalleşme ve Yapay Zekâ. *SDÜ Sağlık Yönetimi Dergisi*, 2(2), 128–137.
- Altınpulluk, H. (2018). Nesnelerin interneti teknolojisinin eğitim ortamlarında kullanımı. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 94–111.
- Aslan, Ö., & Tosun, N. (2019). Sağlık Sektöründe Nesnelerin İnterneti Uygulamaları. *Ubak Uluslararası Bilimler Akademisi*, 272.
- Bulut, A. (2022). Sağlık Hizmetlerinde Nesnelerin İnterneti. In *Dijital Etkileşimler: Sektörel Yansımaları 1* (pp. 23–50).
- Demir, H., & Şahin, İ. (2019). Tip 2 Diyabet Hastalarının Nesnelerin İnterneti Tabanlı İzlemi. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 17(2), 97–134. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.196>
- Dilek, S. (2017). *Nesnelerin İnterneti Tabanlı Uzaktan Sağlık İzleme Uygulaması*. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Gatouillat, A., Badr, Y., Massot, B., & Sejdic, E. (2018). Internet of Medical Things: A Review of Recent Contributions Dealing with Cyber-Physical Systems in Medicine. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(5), 3810–3822. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2849014>
- Gulshan, V., Peng, L., Coram, M., Stumpe, M. C., Wu, D., Narayanaswamy, A., Venugopalan, S., Widner, K., Madams, T., Cuadros, J., Kim, R., Raman, R., Nelson, P. C., Mega, J. L., & Webster, D. R. (2016). Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 316(22), 2402–2410. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.17216>
- Ibarra-Esquer, J. E., González-Navarro, F. F., Flores-Rios, B. L., Burtseva, L., & Astorga-Vargas, M. A. (2017). Tracking the evolution of the internet of things concept across different application domains. *Sensors (Switzerland)*, 17(6), 1–24. <https://doi.org/10.3390/s17061379>
- Javaid, M., & Khan, I. H. (2021). Internet of Things (IoT) enabled healthcare helps to take the challenges of COVID-19 Pandemic. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 11(2), 209–214. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2021.01.015>
- Kelly, J. T., Campbell, K. L., Gong, E., & Scuffham, P. (2020). The Internet of Things: Impact and Implications for Health Care Delivery. *Journal of Medical Internet Research*, 22(11), 1–11. <https://doi.org/10.2196/20135>
- Koçuş, M. (2022). Sağlık Hizmetleri ve Yönetiminde Nesnelerin İnterneti Uygulamaları. In *Sağlık Yönetiminde Yenilikçi Yaklaşımlar* (pp. 22–50).

- Minh Dang, L., Piran, M. J., Han, D., Min, K., & Moon, H. (2019). A survey on internet of things and cloud computing for healthcare. *Electronics (Switzerland)*, 8(7), 1–49. <https://doi.org/10.3390/electronics8070768>
- Mitchell, M., & Kan, L. (2019). Digital Technology and the Future of Health Systems. *Health Systems and Reform*, 5(2), 113–120. <https://doi.org/10.1080/23288604.2019.1583040>
- Oral, O., & Çakır, M. (2017). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinde Güvenli Veri İletişimi - Programlanabilir Fiziksel Platformlar Arasında WEP Algoritması ile Kriptolu Veri Haberleşmesi Uygulaması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 172–177. <https://doi.org/10.7240/mufbed.73633>
- Pradhan, B., Bhattacharyya, S., & Pal, K. (2021). IoT-Based Applications in Healthcare Devices. *Journal of Healthcare Engineering*, 1–19. <https://doi.org/10.1155/2021/6632599>
- Sethi, P., & Sarangi, S. R. (2017). Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 1–25. <https://doi.org/10.1155/2017/9324035>
- Wu, M., Lu, T. J., Ling, F. Y., Sun, J., & Du, H. Y. (2010). Research on the architecture of Internet of Things. *3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering*, 5, 484–487. <https://doi.org/10.1109/ICACTE.2010.5579493>
- Yin, Y., Zeng, Y., Chen, X., & Fan, Y. (2016). The internet of things in healthcare: An overview. In *Journal of Industrial Information Integration* (Vol. 1, pp. 3–13). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2016.03.004>