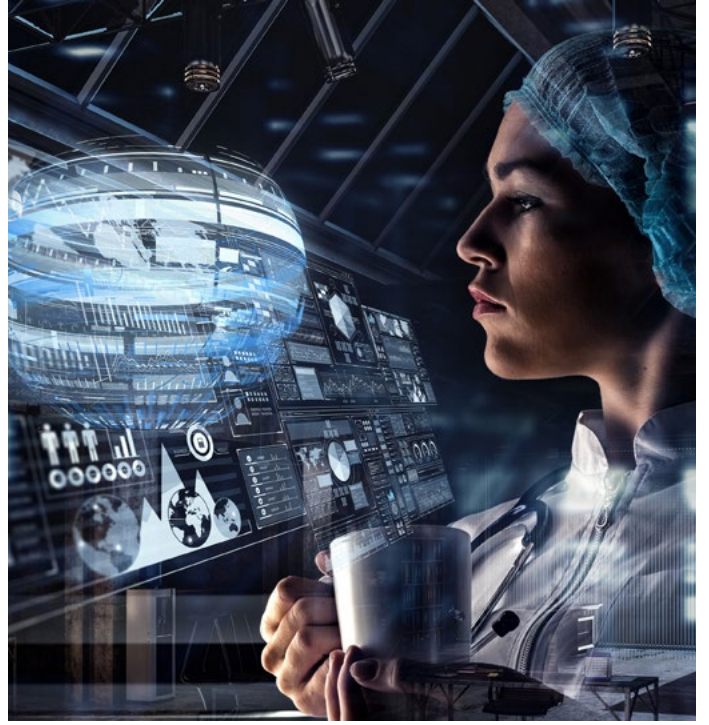


# Medikal Nesnelerin İnterneti Hayatımızı Kurtarabilir mi?



**N**esnelerin interneti, internet erişimi olan her cihazımızın birbiriyle veri paylaşabilmesini, koordine çalışabilmesini sağlayarak hayatımızı kolaylaştırıyor. Peki hayatımızı “kurtarabilir” mi? Internet of Medical Things (IoMT), yani “Medikal Nesnelerin İnterneti” olarak adlandırılan yeni akımla birlikte, bu da mümkün olacağı benziyor. Örneğin, hasta veya sağlıklı herhangi bir birey tarafından gündelik hayatta kullanılan, giyilebilir IoMT cihazları onun sağlığına ilişkin verileri toplayıp, analiz edip, doktoruna çok kısa bir süre içinde iletebiliyor. İletilen veriler, sağlık çalışanları tarafından an be an görüntülenebiliyor. Bu da, hayat kurtaran erken teşhise olanak sağlıyor. Ayrıca, birbiriyle iletişim halindeki IoMT cihazlarıyla donatılan hastanelerde bekleme süreleri azalıyor, hasta bakım kalitesi artıyor.

## IoMT Neden Önemli?

IoMT'nin geleceğine değinmeden önce, bu teknolojinin ne kadar önemli olduğunu vurgulamak şart. Bu teknoloji özellikle kronik hastalık sahibi ya da kanser hastası; yani düzenli olarak doktor kontrolünden geçmesi gereken bireylerin hayatını kolaylaştıracak; hatta belki de hayatlarını kurtaracak. Bugün ABD’de yaşayan 10 yetişkinden 6’sı, kronik bir hastalıktan muzdarip<sup>1</sup>. 2008’de Avrupa’da tüm ölümlerin yüzde 77’sinden kronik hastalıklar sorumluyken, bugün bu oran yüzde 86’ya çıkmış durumda<sup>2,3</sup>.

Türkiye’de de durum farklı değil; bugün ülkemizdeki ölümlerin yüzde 87,5’inin ardında yatan sebep bulaşıcı olmayan (kronik) hastalıklar<sup>4</sup>. Diğer yandan genç yaşta görülen kalp hastalıkları, kriz, solunum bozuklukları, kas-iskelet hastalıkları ve Tip 2 diyabet gibi kronik hastalıkların yüzde 80’inin erken teşhis sayesinde önlenemediğini unutmamak gerek<sup>2</sup>.

Yani dünyadaki ölümlerin büyük bir kısmı, şayet erken teşhis edilebilse tedavi edilebilecek rahatsızlıklardan kaynaklanıyor. IoMT teknolojisiyle erken teşhis ve semptomlarda azalma sağlanması beklenen kanser hastalığına dair veriler de hiç iç açıcı değil. Bugün dünya genelinde 17 milyon kanser hastası olduğu tahmin ediliyor. Bir yılda neredeyse 10 milyon kişi, bu hastalık sebebiyle hayatını kaybediyor<sup>5</sup>. Türkiye’de ise her 100 bin kişiden 144’ü kanser hastası<sup>6</sup>. Tüm bu hastalıklarda iyileşmenin ön koşulu olan erken teşhis için şimdiye dek önerilebilen tek yol, düzenli olarak doktor kontrolünden geçmekti. Ama şimdi ikinci bir

1 <https://www.cdc.gov/chronicdisease/resources/infographic/chronic-diseases.htm>

2 [https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/major\\_chronic\\_diseases/docs/2014\\_chronic\\_diseases\\_informationsheet\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/major_chronic_diseases/docs/2014_chronic_diseases_informationsheet_en.pdf)

3 [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0008/96632/E93736.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/96632/E93736.pdf)

4 <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/haberler/1057-turkiye-de-bulasici-olmayan-kronik-hastaliklarin-onlenmesi-ve-kontrolu-icin-yatirim-gerekceleri-raporu-tanitim-toplantisi-12-eylul-2018-ankara.html>

5 <https://www.cancerresearchuk.org/health-professional/cancer-statistics/worldwide-cancer>

6 <https://www.turkiyegazetesi.com.tr/saglik/602313.aspx>

alternatif daha doğuyor: Giyilebilir IoMT cihazları ile günlük hayatınıza devam ederken; her an, her saniye doktor kontrolünden geçmek!

### **Şeker ve Kanser Hastalarının Hayatını Kolaylaştırıyor**

Akıllı saatlerin nabız ölçümü yapması gibi basit işlemlerle sınırlı olduğu düşünülen IoMT teknolojisi aslında çok daha ilerlemiş durumda. Örneğin kan şekerini sürekli ölçmesi gereken Tip 2 diyabet hastalarına yönelik bir ürün olan SugarBeat, kola yapıştırılan basit bir bant gibi görünse de, son teknoloji bir IoMT ürünü. İğne kullanmadan kan şekerini ölçen SugarBeat, verileri telefonunuza ve derseniz doktorunuza gönderiyor. Ürün bu yıl ortasında İngiltere ve Almanya'da satışa sunulacak<sup>7</sup>. Sadece aktivite ölçümü yapan saatler SugarBeat'in yanında sönük kalsa da, onların da hastalar üzerindeki etkisi yadsınamaz. 2018 yılında 357 kanser hastasıyla yapılan bir araştırma da bunu gösteriyor. Bluetooth aracılığıyla çalışan, IoMT özellikli giyilebilir cihazlar yardımıyla yapılan araştırmada, hastaların ağırlık ve kan basıncı verileri devamlı olarak incelendi ve kanser semptomu taramaları yapıldı. Bu verilere göre yapılan tedavinin yardımıyla, kanser hastalarının çok daha az ağır semptom gösterdikleri ortaya kondu<sup>8</sup>. Benzer bir diğer çalışmada ise, giyilebilir IoMT cihazları kullanan kanser hastalarının bir günde attığı adım sayısının ilk haftadan itibaren artış gösterdiği ortaya çıktı. Ayrıca çalışma esnasında verileri alarm veren iki kanser hastası tespit edildi ve onların ihtiyaç duyduğu ek önlemler önceden alınabildi<sup>9</sup>.

IoMT yardımıyla, özellikle yaşlı bireylere yönelik çok sayıda programın geliştirildiğini söylemek mümkün. Örneğin GetWellNetwork isimli bir şirketin geliştirdiği programla yatarak tedavi gören hastalara akıllı TV ya da tablet gibi IoT uyumlu cihazlarla ilaç alım takvimi eğitimi veriliyor, yenmesi gereken yiyecekler hatırlatılıyor ya da hastanın değişken taleplerine yönelik çözüm önerileri sunuluyor. Hasta, eğer kendini kötü hissederse, sistem üzerinden ilaç ya da yardım talep edebiliyor<sup>10</sup>.

### **IoMT, Yapay Zekâ ile Birleşirse...**

IoMT teknolojisinin yapay zekâ ile birleştirilmesiyle, kanser tedavisinde yepyeni bir çağa girilebileceği ifade ediliyor. Geçtiğimiz yıl Massachusetts Institute of Technology'de (MIT) yürütülen bir çalışmada, kanser tedavisinin daha az zehirli ancak en az eskisi kadar etkili olmasının yolu, yapay zekâ ve IoMT birlikteliğiyle bulundu. Normalde, kanser tedavisinde, tümörü hemen küçültebilmek için hastaya verilebilecek en yüksek ilaç ve radyasyon verilir. Ancak yapay zekâ ve IoMT cihazı birlikte hareket ederse, yapay zekâ anbean hasta reaksiyonlarını kontrol edebilir ve IoMT cihazı da onun yönlendirmesiyle ilacı ya da radyasyonun miktarını en iyi şekilde ayarlayarak uygulayabilir. 50 hastayla yapılan simülasyon deneylerde, cihazların bu yöntemle dozajları neredeyse eskisinin çeyreği kadar bir miktara kadar düşürebildiği, bu esnada tümörün yine aynı oranda küçüldüğü gözlemlendi<sup>11</sup>. Bir diğer IoMT cihazı iTBra ise meme dokusundaki ısı değişikliklerini saptayarak meme kanserinde erken teşhise olanak sağlıyor<sup>12</sup>.

Gebelik testlerinden ameliyat gereçlerine, yapay platinlerden MRI tarayıcılarına pek çok IoMT cihazı için çalışmalar sürüyor. Hatta Deloitte'un bir raporuna göre<sup>13</sup> bu teknolojinin şu anda 80 milyon dolar olan piyasa değeri 2022 yılına dek 158 milyar doları bulacak. Aynı verilere göre bugün kullanılan medikal cihazların sadece yüzde 48'i internete bağlı ancak medikal sektör çalışanları, bu oranın sadece beş yıl içinde yüzde 68'e çıkacağını düşünüyor.

Elde edilen gelişmelerle birlikte her geçen yıl artış gösteren sağlık giderlerinin düşmesi, hasta memnuniyetinin artması ve daha iyi bir sağlık sistemi kurulabilmesi hedefleniyor. Aynı zamanda doktor, hastanın verilerini

7 <https://www.medtechdive.com/news/wearable-glucose-monitor-wins-ce-mark-as-market-gets-crowded/555920/>

8 <https://econsultancy.com/internet-of-things-healthcare/>

9 <https://ascopubs.org/doi/full/10.1200/JCO.2017.00149>

10 <https://techonomy.com/2019/05/the-internet-of-medical-things-moment-is-here/>

11 <http://news.mit.edu/2018/artificial-intelligence-model-learns-patient-data-cancer-treatment-less-toxic-0810>

12 <https://blogs.cisco.com/innovation/with-early-cancer-detection-iot-saves-more-than-money-it-can-save-lives>

13 <https://www2.deloitte.com/global/en/pages/life-sciences-and-healthcare/articles/medtech-internet-of-medical-things.html>

düzenli olarak kontrol edebileceği için sadece kanser değil tüm hastalıklar için kullanılan ilaçların ve dozajlarının denetimi IoMT ile daha sık yapılabilecek; böylece yetersiz ya da fazla ilaç kullanımının da önüne geçilebilecek<sup>13</sup>. Bilimsel araştırmalar, hastaların yaşamsal belirti ve etkinlik düzeylerinin giyilebilir IoMT cihazları sayesinde kesintisiz bir şekilde incelenebiliyor olmasının, özellikle hastanın konforuna olumlu etki bıraktığını gösteriyor. Zira IoMT cihazlarıyla sadece erken teşhis sağlanmıyor; aynı zamanda hastanelerde kontrolün yanı sıra testler için geçirilen süre ve ödenen paradan da tasarruf ediliyor<sup>14</sup>.

### **IoMT ile Bekleme Süresi Yüzde 45 Azaldı**

GE Sağlık'ın benzer bir sistem uyguladığı, Humber River Hospital, bugün Kuzey Amerika'nın tam dijital ilk hastanesi unvanını taşıyor. Bu hastanede kurulu sistemde hastalar yatış işlemlerini dijital monitörler üzerinden yapıyor ve geldikleri anda hastane çalışanları bilgilendiriliyor. Hastanede hem ekip hem de hastalar gerçek zamanlı takip cihazları taşıyor, bu cihazlar çalışanları takip etmekten ziyade, ayakta tedavi edilebilecek hastaların tespiti için kullanılıyor. Ayrıca cihazlar, ayağa kalkmaması gereken hastalar hareket ettiğinde, en yakındaki ekip üyesini bilgilendiriyor. Hastanede ilaçları karıştırıp teslim etme işini robotlar yapıyor. Sağlıkla ilintili olmayan eczane, çamaşırhane ve yemek teslimatı gibi işler de robotlara bırakılmış<sup>15</sup>. GE Sağlık'ın paylaştığı verilere göre sistem uygulandıktan sonra hastanede temizlenmesi için yatak bekleme süresi yüzde 45 azaldı. Acil serviste yatak bekleme süresi ise yüzde 33 düşüş gösterdi<sup>16</sup>.

IoMT teknolojisi kronik bir hastalık ya da kanserden mustarip hastaların sadece devamlı olarak kontrol edilebilmesini sağlamıyor; aynı zamanda onları sürekli hastaneye gelme zorunluluğundan, dolayısıyla hastaneleri de ek iş yükünden kurtarıyor. Erken teşhisin önünü açan teknolojinin yakın gelecekte bu hastalıklardan kaynaklanan ölümlerde düşüş sağlayabileceği düşünülüyor. Ayrıca IoMT'nin getirisi, insan hayatı kurtarmanın yanı sıra, mali de. Singapur'da yapılan bir araştırmaya göre sadece diyabetik radikülopati için telefonla tedavi yönteminin kullanılması, 29,4 milyon dolarlık tasarruf sağlıyor<sup>15,17</sup>. Yani IoMT'nin daha pek çok hastalık için kullanımının yaygınlaşmasıyla hem pek çok hastalığın önüne geçilip ölümler engellenebilir hem de ciddi meblağlardan tasarruf edilebilir.

### **IoMT Cihazları ve Güvenlik**

IoMT'nin çarpıcı gelişimi doğal olarak kilit bir soruyu da beraberinde getiriyor. 2020 yılında sayısı 20 milyarı geçmesi beklenen nesnelere interneti (IoT) cihazları ne gibi siber güvenlik riskleri taşıyor? Çok geniş saldırı yüzeyi, ele geçirildiklerinde IT ortamlarındaki zafiyetleri tetikleyebilmesi, gömülü cihazlardaki zafiyetler, protokol bazlı zafiyetler, çoğu cihazın güncelleme alamaması ya da güncellenmenin donanım yazılımında değişiklik yapmayı gerektirmesi gibi sebeplerden dolayı bu cihazların sebep olabileceği güvenlik problemleri çok ciddi sonuçlara yol açma potansiyeline sahip. IT ortamlarındaki siber güvenlik olaylarının etkisi veri kaybı, mahremiyet ihlalleri, ekonomik sonuçlar vb. etkilerle sınırlı iken nesnelere interneti dünyasındaki güvenlik açıkları fiziksel zararlara yol açabiliyor. Bu açıkların sebep olabileceği zararların en ciddi olanları da şüphesiz medikal cihazların barındırdığı zafiyetlerle ilgili olanlar. Durması, hatta ara verilmesi bile düşünülemeyen görüntüleme cihazları, kalp pili, hasta takip sistemleri, infüzyon pompaları vb. gibi medikal cihaz ve ekipmanlarda ortaya çıkabilecek zafiyetler medikal IoT cihazlarını özel bir kategoride düşünmeyi gerekli kılıyor.

Görüntüleme cihazları, hasta takip cihazları, ilaç pompaları, mobil tahlil cihazları gibi hastane içi kullanılan cihazlar ile hem ev hem de hastane ortamlarında kullanılan giyilebilir medikal cihazlar internet üzerinden haberleşiyor ve siber saldırılara maruz kalabiliyor.

14 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27009710>

15 [http://newsroom.gehealthcare.com/wp-content/uploads/2016/12/GE-Healthcare-White-Paper\\_FINAL.pdf](http://newsroom.gehealthcare.com/wp-content/uploads/2016/12/GE-Healthcare-White-Paper_FINAL.pdf)

16 <https://uscan.gehealthcarepartners.com/result-detail/humber-river-hospital-s-command-centre-has-created-23-virtual-beds->

17 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4821127/>

Hastane ortamlarında kullanılan ve siber saldırılara maruz kalabilen cihaz türleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Görüntüleme Sistemleri
  - Röntgen
  - MR
  - CT
  - Ultrason
  - Ekokardiyografi
- Hasta Takip Sistemleri
- Kritik fonksiyonların takibi
- İlaç pompaları
- Laboratuvar Sistemleri
- Akıllı Hastane Sistemleri
- Giyilebilir Medikal Cihazlar
  - Glikoz ölçer
  - Nabız ölçer
  - Oksimetre
  - Uyku ölçer
  - EKG
  - EMG

Örneğin 2015 yılında yapılan saldırıyla bir ilaç pompası ele geçirildi ve hastaya aşırı doz ilaç enjekte edebilmek dâhil türlü saldırı yöntemlerinin mümkün olabileceği gösterildi<sup>18</sup>.

2018 yılında BlackHat 2018 Konferansı'nda sunulan bir çalışmada da kalp pillerinin vücuda yerleştirilmeden önce programlanması görevini yapan bir cihaza yapılan bir saldırıyla cihazın nasıl ele geçirilebileceği gösterilmiş oldu<sup>19</sup>.

Yine kalp pili takılı hastaların cihazlarını ev içerisinde izleyip verileri hastane ortamına yollayan cihazların da parolası ele geçirildi ve dünya üzerindeki milyonlarca cihaz uzaktan erişilebilir hale geldi<sup>20</sup>.

Bu cihazlardaki zafiyetler akademik dünyanın da ilgisini çekti ve konu üzerinde çeşitli çalışmalar yapıldı. 2018 yılında yapılan “Know Your Enemy: Characteristics of Cyber-Attacks on Medical Imaging Devices” isimli çalışmalarında araştırmacılar tomografi cihazları üzerinde çeşitli zafiyetler bularak cihaza ve hastaya fiziksel zarar verebilecek yöntemleri kamuoyuna gösterdiler<sup>21</sup>.

2018 yılında hasta takip sistemleri üzerine yapılan bir güvenlik araştırmasında yoğun bakımdaki hasta takip monitörlerine sızılarak hastadan gelen verilerin ekranda farklı gösterilmesi sağlanabildi<sup>22</sup>.

2019 Mart ayında da araştırmacılar bir ultrason cihazını ele geçirerek tüm hasta bilgilerinin ele geçirilebileceğini hatta daha da kötüsü verilerin cihaz üzerindeyken manipüle edilip değiştirilebileceğini gösterdiler<sup>23</sup>.

18 <https://securityledger.com/2015/05/researcher-drug-pump-the-least-secure-ip-device-ive-ever-seen/>

19 <https://www.blackhat.com/us-18/briefings/schedule/index.html#understanding-and-exploiting-implanted-medical-devices-11733>


20 [https://www.exploitee.rs/index.php/SJM\\_Merlin\\_at\\_Home](https://www.exploitee.rs/index.php/SJM_Merlin_at_Home)

21 <https://arxiv.org/abs/1801.05583>

22 <https://securingtomorrow.mcafee.com/mcafee-labs/80-to-0-in-under-5-seconds-falsifying-a-medical-patients-vitals/>

23 <https://blog.checkpoint.com/2019/03/07/ultrahack-the-security-risks-of-medical-iot/>

Bunlara ek olarak, medikal giyilebilir cihazların kullandığı bluetooth, zigbee vb. kablosuz protokollerde keşfedilen güvenlik zafiyetleri sebebiyle milyonlarca giyilebilir medikal cihaz tehdit altında kaldı<sup>24,25,26</sup>.

Bu saldırıların en tehlikeli tarafı, klasik siber güvenlik çözümleriyle tespitlerinin neredeyse imkânsız olmaları. İnsan hayatına dokunmaları sebebiyle bu tip saldırıların tespiti ve mümkünse önlenmesi çok kritik bir öneme sahip. Sağlık teknolojileri alanındaki gelişmeleri de yakından izleyen Savunma Teknoloji Mühendislik A.Ş. (STM), bu kapsamda IoT-Medic adı verilen bir proje başlatarak bu tür saldırılara odaklı bir ürün ortaya koyma yönünde çalışmalarını sürdürüyor. 

---

24 <https://ieeexplore.ieee.org/document/8283484>

25 <https://armis.com/blueborne/>

26 <https://www.blackhat.com/eu-18/briefings/schedule/index.html#bleedingbit-your-aps-belong-to-us-13111>