



# Sağlık 4.0'da Giyilebilir Teknolojilerden Sensör Yamalar Üzerine Bir İnceleme

Selma Büyükgöze<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Kırklareli Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Kırklareli, Türkiye (ORCID: 0000-0002-6559-7704)

(İlk Geliş Tarihi 1 Aralık 2019 ve Kabul Tarihi 31 Aralık 2019)

(DOI: 10.31590/ejosat.658020)

**ATIF/REFERENCE:** Büyükgöze, S. (2019). Giyilebilir Teknolojilerden Sağlık Alanındaki Sensör Yamalar Üzerine Bir İnceleme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 1239-1247.

## Öz

2011 yılından itibaren ortaya çıkan Endüstri 4.0 kavramını öncelikle sanayi alanında duyarken, aynı zamanda sağlık alanında da etkilerini görmekteyiz. Endüstri 4.0 kavramıyla birlikte gelen otomasyon ve teknolojik gelişmeler; sağlık alanında da Sağlık 4.0 (Health 4.0) kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Sağlık 4.0, sağlık çözümlerinin bireyselleştirilmesi, uç noktalara iletilmesi ve sanallaştırılması önceliğini esas almaktadır. Akıllı telefonların Endüstri 4.0 sürecinde hayatımızdaki aktif rolüyle birlikte; akıllı telefonlarla ortak çalışan giyilebilir teknolojiler de günümüzde insanlar tarafından çokça tercih edilmeye başlanmıştır. Akıllı telefonlarımızla ortak çalışabilen akıllı saatler, akıllı ayakkabılar, vücudumuza yapıştırılan akıllı sensör yamalar, akıllı gözlükler, akıllı kıyafetler giyilebilir teknolojilere örnek olarak verilebilmektedir. Bu giyilebilir teknolojileri kullanmak Sağlık 4.0'daki sağlık çözümlerinin bireyselleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Akıllı saatler ile nabzımızı ölçebilir, uyku saatlerimizi kontrol edebiliriz. Akıllı ayakkabılar ile ne kadar yürüdüğümüzü, kaç kalori yaktığımızı görebiliriz. Akıllı kıyafetler ile vücudumuzun sıcaklık seviyesini ayarlamak için vücudumuzu ısıtıp, soğutabiliriz. Akıllı gözlükler ile internete bağlanabilir, okuduğumuz metnin farklı dillerdeki karşılığını bulabiliriz. Hatta görme engelliler için tasarlanan akıllı gözlükler ile kişinin cisimleri daha kolay seçmesi sağlanmaktadır. Beyin sinyallerini ölçmek için kullanılan beyin bilgisayar arayüzleri (BBA) ile de kişilerin beyin sinyalleri ile internete girmeleri, daha önceden hasar gören uzuvlarını sağlıklı bireyler gibi kullanmaları sağlanmaktadır. Akıllı sensör yamalar ile stres seviyemizi ölçebilmekte, glikoz değerimizi öğrenebilmekte, ECG çekebilmekte, ilaçlarımızı ya da aşımımızı gerekli dozda alabilmekteyiz. Hatta beynimizin belli bölgelerinin uyarılmasını sağlayarak daha fazla motivasyon sağlayabilmekteyiz. Bu çalışmada son zamanlarda sağlık alanında kullanılan giyilebilir teknolojilerden olan sensör yamalardan bahsedilecek ve hayatımızı nasıl etkilediği ve sağlığımızın devamlılığında nasıl rol aldığı üzerine durulacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Sağlık 4.0, Akıllı Sensör Yamalar, Giyilebilir Teknolojiler.

## A Review of Sensor Patches from Wearable Technologies in Healthcare 4.0

### Abstract

While we first hear about the concept of Industry 4.0 that has emerged since 2011 in the field of industry, we also see its effects in the field of health. Automation and technological developments that come with the concept of Industry 4.0; in the field of health has led to the emergence of the concept of Health 4.0. Health 4.0 is based on the priority of individualizing, delivering and virtualizing health solutions. With the active role of smart phones in our lives in Industry 4.0; wearable technologies working with smart phones are also preferred by people today. Smart watches, smart shoes, smart sensor patches, smart glasses, smart clothes that can work with our smart phones can be given as examples of wearable technologies. Using these wearable technologies allows individualization of health

\* Sorumlu Yazar: Kırklareli Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Kırklareli, Türkiye, ORCID: 0000-0002-6559-7704, [selmabulut@yahoo.com](mailto:selmabulut@yahoo.com)

solutions in Health 4.0. With smart watches, we can measure our pulse and control our sleep times. We can see how much we walk, and how many calories we burn with smart shoes. With smart clothes, we can heat and cool our body to adjust the temperature level of our body. We can connect to the internet with smart glasses, we can find the equivalent of the text we read in different languages. Even the smart glasses designed for the visually impaired allow the person to select objects more easily. Brain computer interfaces (BBA) are used to measure brain signals, allowing people to access the internet with brain signals and to use their previously damaged limbs as healthy individuals. With smart sensor patches, we can measure our stress level, learn our glucose value, take ECG, and take our medication or vaccine at the required dose. We can even provide more motivation by stimulating certain parts of our brain. In this study, we will talk about sensor patches, which are the wearable technologies used in the health field recently, and how they affect our lives and how they play a role in the continuity of our health.

**Keywords:** Health 4.0, Smart Sensor Patches, Wearable Technologies.

## 1. Giriş

“Sağlık 4.0” yaklaşımı güncel literatürde sağlık çözümlerinin bireyselleştirilmesi, uç noktalara iletilmesi ve sanallaştırılması önceliği ile teknolojik ve süreçsel yenilikler sunmaktadır (Büyükgöze ve Dereli, 2018a). Bunların en başında “telesağlık” ve türevleri çözümler, bireylerin “hastane” ortamına gidiş sayılarını azaltmaya yönelik çözümler getirmektedir. Hemen ardından “mobil-sağlık” ile kişiye ve bağlama özel izleme, “akıllı” öneri ve uyarı sistemleri yer almakta, bireylerin normal şartlarda hekim kontrolünde olmadığı kendi ortamlarında gerek yaşam parametreleri gerekse yaşam stili bakımından kontrol altında tutulmasına yardımcı sistemler yer almaktadır (Göktürk, 2018). Bu durumda kişiler giyilebilir teknoloji ile kendi ortamlarında bu kontrolü sağlayabilmektedir.

Teknolojideki gelişmeler ve maliyetlerin düşmesi bireylerin teknolojik araçlara ve uygulamalara olan erişimini arttırmıştır (Demirci, 2019). Böylece bireyler akıllı telefonlara ve onlarla beraber çalışan akıllı saatlere, sensör yamalara ya da akıllı giyilebilir diğer parçalara daha kolay erişmişler ve kullanmaya başlamışlardır. Bu sonuca ulaşmada mobil uygulamalarında payı büyüktür. Bu mobil uygulamalar sayesinde akıllı diye adlandırılan cihazlardan elde edilen veriler, akıllı telefonlardan ya da masaüstü bilgisayarlardan elde edilmektedir. Giyilebilir cihazlar, sensörler, yazılımlar ve farklı kaynaklar arasında bilgi paylaşımı olduğundan Nesnelerin İnterneti (IoT) giyilebilir teknolojinin önemli bir parçasıdır (Aydın, 2019).

Giyilebilir teknolojiler, vücuda yapılandırılabilen, elbise ya da aksesuarların içine yerleştirilebilen tüm elektronik cihazlar olarak tanımlanmaktadır (Aydın, 2019). Bu cihazlar ile bilgisayarlar Nesnelerin interneti (IoT) ile iletişim kurabilmekte ve veriler aktarılabilir. Böylece kişiye ait birçok sağlık verisine ulaşılabilir. Daha sonrasında bu veriler yapay zeka kullanılarak işlenmekte ve kişilerin yaşam standartlarının iyileştirilmesi için kullanılmaktadır (Büyükgöze ve Dereli, 2019a).

Giyilebilir teknoloji ürünleri, birçok durumda kablosuz olarak uzun vadeli veri takibi sağlamak için bir bilgisayara veya akıllı telefona senkronize edilmiş özel elektronik izleme cihazları olarak tasarlanmıştır. Yüzükler, akıllı gözlükler, akıllı saatler, ayakkabılar, bileklik veya bilezik vb. gibi kullanılan nesnelerin çeşitli kısımlarına farklı şekillerde entegre edilebilen, giyilebilen en son teknoloji ürünü bilgisayarlardır.

Giyilebilir teknoloji ürünleri ve piyasası birçok bilim dalı ile birlikte gelişmektedir. Sağlık, eğitim, üretim, güvenlik gibi önemli alanların yanında, günlük aktiviteleri yerine getirme gibi günlük rutinlerde de kullanılmaktadır (Çakır, Aytekin ve Tüminçin, 2018). Bu çalışmamızda ise sağlık alanında kullanılan giyilebilir teknoloji ürünü olan sensör yamalardan bahsedilecektir.

## 2. Giyilebilir Teknoloji Ürünleri

Giyilebilir teknoloji ürünleri birçok alanda karşımıza çıkmaktadır. Genellikle insanlar mobil uygulaması olan ya da akıllı telefonuyla uyum sağlayacak giyilebilir teknoloji ürünlerini tercih etmektedirler. Çoğunlukla kendi akıllı telefonlarının markalarının çıkarmış oldukları akıllı saat ya da akıllı ayakkabılarını uyum sağlaması için tercih etmektedirler. Ancak giyilebilir teknolojik ürünlerin tercih edilmesinin farklı bir boyutu da bulunmaktadır. Özellikle Avrupa ülkelerinde hızla yaşlanan nüfusa bağlı olarak bireylerin sağlıklarını kontrol altında tutma ve sağlıklı kalma durumları Toplum 5.0 ile çözülmeye çalışılmıştır. Toplum 5.0 kavramı, endüstri devrimlerinin sonucu olarak ortaya çıkarılmış bir kavram olup, teknolojinin toplum adına ve faydasına kullanılması mantığına dayanmaktadır (Büyükgöze ve Dereli, 2019b). Teknolojinin sağlık için kullanılması; Toplum 5.0 kavramıyla ortaya atılan 2030 sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden 17 maddenin en önemlisi olarak görülmektedir.



Şekil 1. Toplum 5.0 için Sürdürülebilir 17 Kalkınma Hedefi (Fukuyama, 2018)

Şekil 1’de Sürdürülebilir kalkınma hedefleri gösterilmektedir. 3. madde olan; sağlıklı bireyler ve onların sağlıklı kalması için sağlık alanında da giyilebilir teknolojiler kullanılmaktadır (Büyükgöze ve Dereli, 2019c). Bu giyilebilir teknolojiler ise Nesnelerin İnterneti (IoT) ile birbirlerine ve mobil cihazlara bağlanmaktadır. Nesnelerin İnterneti (IoT); kullanıcıların bilgi, veri ve kaynaklarını paylaşmalarını sağlayan sensörler, araçlar, evler ve ev aletleri gibi sayısız nesneyi İnternete bağlayabilmektedir (Wu vd, 2019) .

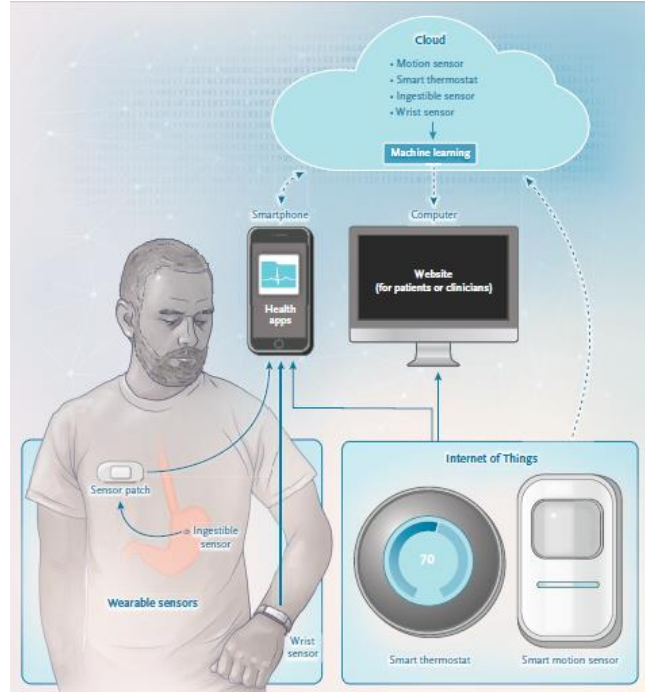
Giyilebilir teknoloji ürünleri, birçok durumda kablosuz olarak uzun vadeli veri takibi sağlamak için bir bilgisayara veya akıllı telefona senkronize edilmiş özel elektronik izleme cihazları olarak tasarlanmıştır. Yüzükler, akıllı gözlükler, akıllı saatler, ayakkabılar, bileklik veya bilezik vb. gibi kullanılan nesnelerin çeşitli kısımlarına farklı şekillerde entegre edilebilen, giyilebilen en son teknoloji ürünü bilgisayarlardır. Örneğin Okuyan Parmak- Finger Reader (Morfikirler, 2018) görme engelli insanlara, herhangi bir metni sesli bir şekilde okuyabilen giyilebilir bir cihazdır.

Giyilebilir teknoloji ürünlerinde genellikle ayakkabılar, saatler, bileklikler kişinin nabzını ölçebilmekte, kaç km yürüdüğünü/kaç kalori yaktığını gösterebilmekte, beslenme konusunda faydalı bilgiler verebilmekte, hatta desteklediği mobil işletim sistemi aracılığıyla mobil uygulamaları ile geçmişe yönelik takiplerde yapılabilmektedirler (Büyükgöze ve Dereli, 2018) .

## 2. 1. Giyilebilir Sensör Yamaları

Genellikle derinin üzerine yapıştırılan ve düzenli olarak veri takibi yapılabilen; içerisinde sensörlerin bulunduğu patchler- yamalardır. Belirli zaman aralıkları için kullanılabilen, mobil uygulaması aracılığıyla verilerin aktarımının yapılabildiği ya da yamayla entegre çalışabilen donanımın bulunduğu kitlelerdir. Mobil cihazlarla iletişim kurması ise Nesnelerin İnterneti ile sağlanmaktadır. Kandaki glikoz takibinden, stresinizi ölçmeye, terden elde edilen alkol teşhisine kadar birçok amaç için kullanılmaktadırlar.

Düzenli yapılması gereken ya da takibin gerekli olduğu durumlarda kişinin bu süreci tek başına yapabilmesini sağlamaktadırlar. Örneğin Tip1 diyabetiniz varsa ve alacağınız insülin seviyesini belirlemek istiyorsanız; her öğünden önce kandaki glikoz seviyesine bakmanız gerekmektedir. Bunun için öğün öncesi kan alınmalı ve ölçüm işlemi yapılmalıdır. Bu süreç invaziv ve her hastanın kendi başına yönetemeyeceği bir süreç olabilmektedir. Tam da bu süreçte glikoz seviyesini ölçmek için üretilmiş olan çeşitli sensör yamalar imdadımıza yetişmektedir. Bu amaçla üretilmiş birkez yapıştırılıp haftalarca kullanabileceğimiz yamalar bulunmaktadır. Su geçirmeyen bu yamalar aracılığıyla kişi günlük hayatına kolaylıkla devam edebilmektedir. Ölçüm sonuçlarını da ya yamanın mobil uygulamasından ya da yamayla beraber gelen ölçüm aracından öğrenebilmekte ve insülinini buna göre yapabilmektedir. Elde edilen bu veriler günlük, haftalık ya da aylık periyotlarda saklanabilmektedir. İstenildiği takdirde bu veriler kişinin doktoruyla da paylaşabilmektedir. Böylece hastalığın seyri de kolayca takip edilebilmektedir. Kişinin bu verileri ve başka hastalardan alınan veriler toplanarak yapay zeka ile işlenmekte ve kişinin hastalığında ilerleme ya da hastalığın durumunun stabilitesi için kullanılabilir. Böylece yeni cihazların geliştirilmesi ya da ilaçların keşfinde bu veriler kullanılabilir (Büyükgöze ve Dereli, 2019d) .



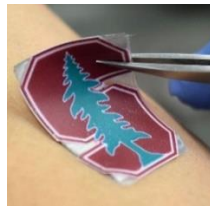
Şekil 2. Giyilebilir Sensör Yamaların ve Nesnelerin İnternetinin Akış Şeması (He vd, 2019) .

Şekil 2, giyilebilir sensörlerin ve Nesnelerin İnterneti'nin veri akışının basitleştirilmiş bir görünümünü sunmaktadır. Şekilde li bilek sensörü, hastanın akıllı telefonuyla Bluetooth üzerinden iletişim kurmaktadır. Telefonda, veriler o sensörün uygulamasında görüntülenebilmekte veya sensörün bulut deposuna gönderilmektedir. Bu bulut deposunda kendisine gönderilen verileri depolamakta ve tahminlemekte, görselleştirmeler veya karar desteği oluşturmak için makine öğrenmesini veya diğer analitik teknikleri uygulamaktadır. Bulut depodan çıkışında ise; daha sonra hastalar, doktorlar veya her ikisinin de erişebileceği bir web sitesinde gösterilebilmektedir. Şekildeki sindirilebilir sensör ise midede etkinleşmektedir. Hastanın göğsündeki bir yamaya bu esnada düşük enerjili bir sinyal gönderilmektedir. Yama, bluetooth üzerinden hastanın akıllı telefonuyla iletişim kurmaktadır. Veri akışının geri kalanı ise bilek sensörününkine benzemektedir. Akıllı termostat ve hareket sensörü, Nesnelerin İnterneti'ndeki cihazlardır. Bu cihazlar doğrudan bulutla veya yerel bir ağ veya akıllı ağ geçitleri üzerinden iletişim kurabilmektedir. Dijital biyobelirteç hesaplaması sensörde, akıllı telefonda veya bulutta gerçekleştirilebilmektedir. Bulutta, veriler algoritmalar tarafından kullanılmak üzere paylaşılabilmekte ve diğer cihazlardan ve hizmetlerden gelen verilerle birleştirilebilmektedir. Toplanan bu veriler yapay zeka ile işlenerek ilaç keşfi ya da hastalığın görülmeden teşhisinde kullanılabilir.

## 2. 2. Giyilebilir Sensör Yamalarına Örnekler

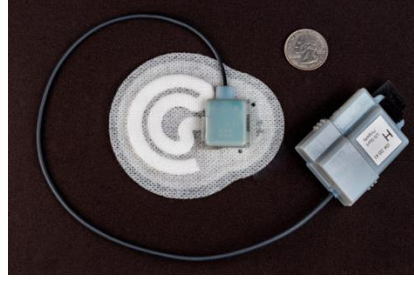
Sağlık alanında giyilebilir teknolojilerden sensör yamalarına örnek vermek gerekirse;

**Stres Yaması:** Stanford Üniversitesinde bir kişinin stres altında olduğu durumda o kişinin vücudunda üretilen kortizol miktarındaki değişiklik kullanılarak kişinin stress altında olup olmadığını bulan bir yama üretilmiştir (Tekla, 2018) . Şekil 3'de bu yama gösterilmektedir.



Şekil 3. Kortizol Miktarını Ölçen Yama

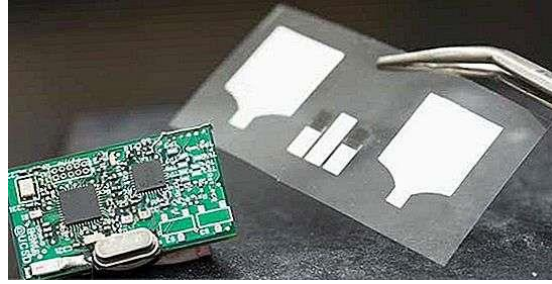
**Ter yaması:** 2018 yılından itibaren zorlu antrenmanlar ve çetin eğitimler gibi vücudu zorlayacak çeşitli koşullarda test edilen bu yama, kullanıcıların sırt bölgelerine takılmaktadır. Vücut kitle kaybı, idrarlarının tuzluluğu ve PH gibi analizleri ve vücut sıcaklığı ölçümü yapmaktadır (GETürkiyeBlog, 2019) . Şekil 4'de bu yama gösterilmektedir.



Şekil 4. Ter yaması

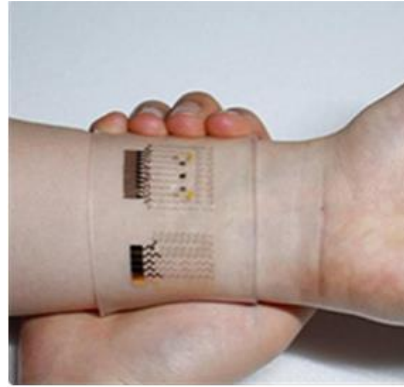
Başka bir yama da sağlıkla ilgili altı biyolojik belirleyicinin (Glikoz, laktat, askorbik asit, ürik asit,  $Na^+$  ve  $K^+$ ) eşzamanlı tespiti için ipek kumaştan türetilmiş bir karbon tekstile (SilkNCT) dayanan esnek bir ter analiz yamasıdır. Seçici dedektörlerin bu cihazda sinyal toplama ve aktarma bileşenleriyle entegrasyonu, terin gerçek zamanlı analizinin gerçekleştirilmesini sağlamıştır(He vd, 2019).

**ChemPhys Patch:** Yama, dünya çapında sporcular için kullanılmaktadır. Egzersiz yaparken yorgunluk ve kalp istatistiklerini takip etme yeteneği, spor tıbbı ve fiziksel kondisyon takibinde kullanılmaktadır (Electronics-council, 2019). Şekil 5’de bu yama gösterilmektedir.



Şekil 5. ChemPhys Patch

**Diyabet Ölçen yama:** Nanoparçacık Araştırmaları Merkezi'nden Koreli bilim adamları, grafit ve altından yapılmış, insan terlemesini kullanarak diyabet izlemeyi ve metforminin verilmesini sağlayan giyilebilir bir yama oluşturmuştur (Diabetesqld, 2016) . Şekil 6’de bu yama gösterilmektedir.



Şekil 6. Giyilebilir Diyabet Ölçen yama

Bir başka glikoz ölçen yama da, Abbott’ın iğnesiz glikoz monitörü denilen iki parçalı bir sistemdir. İlk kısım, kolun arkasına takılan tek kullanımlık bir yamadan oluşmaktadır. Bu yama, glikoz ölçümlerinin ölçülmesinden ve depolanmasından sorumludur. Yama, 14 gün boyunca günde 24 saat giyilmek zorundadır. İkinci kısım ise, glikoz okumalarını gösteren el tipi bir cihazdır. Kullanıcılardan, kan şekeri düzeylerini kontrol etmeleri istendiğinde yamaları bir avuç içi cihazıyla taraması istenmektedir. Bu noktada, yama en son glikoz okumasını gösterilmek üzere cihaza iletir. İşlem, kullanıcı için ağrısızdır ve sonucu kaydetmek sadece bir saniye sürmektedir. 14 gün sonra, kullanıcılar tek kullanımlık yamayı atıp yenisiyle değiştirmektedirler(Abbott,2019). Şekil 7’de bu yama gösterilmektedir.



Şekil 7. Abbott iğnesiz glikoz monitörü

Başka bir yamada; New York Eyalet Üniversitesi ve Binghamton Üniversitesi'nden araştırmacılar tarafından geliştirilen yeni bir kağıt bazlı sensör yamasıdır. Diyabetlilerin egzersiz sırasında glikoz düzeylerini doğru bir şekilde ölçmesini sağlamaktadır (NTBoxMag, 2017).

Bir başka yama ise L'Oréal tarafından piyasaya sürülen My UV Patch'tir. Bu yama ile mevcut ve ileri güneş ışınlarını beş güne kadar takip edebilmektedirler. My UV Patch her biri UV'ye duyarlı bir boya ile basılmış 16 kareye sahiptir; farklı duyarlılıktaki boyalar, dakika, saat ve günler boyunca güneşe maruz kalmayı kaydetmektedirler (Tekla, 2016). Şekil 8'de bu yama gösterilmektedir.



Şekil 8. L'Oréal My UV Patch

Bir başka tek kullanımlık bir teşhis yaması, tüm şiddet düzeylerinde obstrüktif uyku apnesini etkili bir şekilde saptadığını göstermektedir. Bu yama "SomnaPatch" olarak adlandırılmış ve Somnarus Inc. tarafından yapılmıştır. Cilt-yapışkanlı tanı bandı, bir onstan daha az ağırlığındadır ve burun basıncı, kan oksijen doygunluğu, nabız hızı, solunum çabası, uyku zamanı ve vücut pozisyonunu kaydetmektedir (Healio, 2017). Şekil 9'de bu yama gösterilmektedir.



Şekil 9. Somna Patch (Euroklaert, 2019).

2012 yılında FDA (Food and Drug Administration) tarafından onaylanan sindirilemeyen sensörler, tedavilerin organları nasıl etkilediğine dair bilgi vermektedir. Proteus Digital Health tarafından geliştirilen magnezyum ve bakır içeren sensörler mide asidi ile etkileştiğinde kalp hızı, solunum hızı, EKG takip etmek için kullanılabilir. Bu ürünler, kapsül ilaçlar gibi oral yoldan tüketilmektedir. Bu kapsül aracılığıyla kişi sağlığı ile ilgili bilgiler kaydedilmekte ve mobil uygulama ile bu bilgiler izlenebilmektedir. Özellikle erken tanı konusunda sindirilemeyen sensörlerin çok etkili olacağı düşünülmektedir (Cat, 2018).

AliveCor 40 yaş üstü erişkinlerin yaklaşık dörtte birini etkileyen atrial fibrillasyonu belirleyebilecek, akıllı telefonlara uyumlu, hasta parmağı ya da göğsünden EKG kaydını destekleyen, FDA onaylı bir cihaz-sensör yaması geliştirmiştir. Vital Connect kalp ritmi, nabız değişikliği, solunum sıklığı, deri sıcaklığı, adımlar ve düşme gibi parametreleri takip edebilmekte ve sonuçlarını mobil aygıtlarda gösterebilmektedir. (Catlabdigest, 2014).

Sheng Xu, Brady Huang ve UCSD çalışanları, kardiyovasküler problemleri daha erken ve daha hassas şekilde saptamak için cilt altındaki 4 santimetreye kadar atardamarlardaki kan basıncını izleyen küçük, giyilebilir bir ultrason yaması geliştirmişlerdir (Applysci, 2018).

Chrono Therapeutics, sigara içenler en güçlü isteklerine sahip olduklarında nikotin sağlayan sensörlerle gömülü transdermal bir yama oluşturmuştur. Bu, kullanıcıların haftalar boyunca dozlarını azaltabilmeleri için tasarlanan indirme programıdır ve yama, kişiselleştirilmiş davranış değişikliği desteği sunan bir eşlikçi uygulamasıyla birlikte çalışmaktadır (Heather, 2016) .

Derma-Tec tarafından üretilen ONUSblue, ilacın kandaki alkol seviyesini göstermek için görsel bir renk tonlaması kullanan ilk alkol yamasıdır. İnsan terinde vücut tarafından atılan kalıntı maddeler tarafından kandaki alkol miktarını tespit ederek mavinin koyu tonlarına dönüşebilen tek kullanımlık bir yamadır (Hanlon, 2016) .

Wang ve Patrick Mercier, kandaki alkol içeriğini üç hızlı adımda test eden bir yama geliştirmişlerdir. Yama, deriye az miktarda ilaç pilokarpin ileterek terlemeyi teşvik etmektedir. Üretilen ter içindeki etanol; daha sonra alkol oksidaz enzimi ve Prusya Mavisı elektrot dönüştürücü kullanılarak amperometrik algılama ile ölçülmektedir. Esnek bir elektronik devre kartı verileri ise bir Bluetooth bağlantısı üzerinden bir mobil cihaza veya dizüstü bilgisayara iletilmektedir (Inchemistry, 2016) .

Grip yaması: Bir cilt yaması yoluyla verilen bir tek doz grip aşısının, ilk kez aşılana hastalarda geleneksel bir ilaç kadar etkili olduğu gösterilmiştir. Araştırmacılar ayrıca, kızamık, kızamıkçık ve çocuk felci aşılı için yamalar geliştirdiklerini; bu yamanın uygulanmasında eğitimli bir tıp uzmanı gerektirmeyeceği için, hala yaygın olan ülkelerde bu hastalıkları yok etmek için kullanılabileceğini söylemektedirler (Steafel, 2017) .

Başka bir giyilebilir sensör; sürekli bir EKG ritmi akışı, solunum hızı, kalp atış hızı, RR aralığı ve üç eksenli ivme ölçer üretebilmektedir. VivaLNK'nin eSkin teknolojisi ve hasta merkezli tasarımına dayanan sensör, hem hasta içinde hem de uzaktan hasta izleme (RPM) uygulamaları için kullanıcı dostu, yeniden kullanılabilir ve çok uygun olacak şekilde tasarlanmış küçük bandaj boyutlu bir yama şeklindedir (MPO-MAG, 2019) .

Lief Smart Patch, biraz endişelendiğinde vücudunuzu kontrol etmenize yardımcı olacak bir EKG akıllı yamasıdır. Lief, bedeni sakinleştirmek ve bir değişiklik tespit ettiği anda doğal bir ritme geri dönmek için ince titreşimler kullanmaktadır (Coles, 2017) .

Araştırmacılar, yerleşik glikoz algılama enzimlerine dayanarak insülini dağıtabilen, yüzlerce inanılmaz derecede küçük mikro iğneler kullanan bir “akıllı insülin yaması” tasarlamışlardır. Madeni para büyüklüğündeki gümüş yama vücudun herhangi bir yerine yerleştirilebilmekte ve glikoz seviyelerinin çok yükseldiğini algıladığı anda gerekli miktarda insülin salgılayabilmektedir (Brown, 2015).

Humm, kişilerin beyninden en iyi şekilde yararlanmasına yardımcı olmak için yeniden kullanılabilir nörostimülasyon kafa bantları şeklinde yamalar oluşturmuştur. Yama, TACS olarak bilinen bir yöntem olan minik bir elektrik darbesi yayarak beyninizin önünü uyarmaktadır. Bu durum beyninizde dalgalanmakta ve nöronları aynı frekansta rezonansa teşvik etmektedir. Böylece yamanın her kullanımında 15-30 dakika arasında daha fazla verimlilik elde edilmektedir (Mills, 2019).

Disiplinlerarası bir araştırma ekibi, hastanın kanını izlemek ve tromboz olarak bilinen bir durum olan tehlikeli kan pıhtılarının oluşmasını önlemek için; gerektiğinde kan inceltici ilaçları serbest bırakma amacıyla tasarlanmış akıllı bir yama geliştirmiştir. Çalışma, North Carolina Eyalet Üniversitesi ve Chapel Hill'deki North Carolina Üniversitesi'ndeki araştırmacılar tarafından yapılmıştır (Team MMM, 2016) .

Giyilebilir termometreler ateş sırasında vücut sıcaklığını ölçmenin yanı sıra kadınlarda bazal sıcaklığın izlenmesi için popüler cihazlardır (Tamura vd., 2018) . Özellikle bebeklerin ve çocukların ateş takibinde kullanılan giyilebilir sensör yamalardandır. Hastanın sıcaklığını her 10 saniyede bir 24 saate kadar ölçebilmektedir. Ardından tüm veriler ücretsiz bir uygulama üzerinden mobil cihaza gönderilmektedir (Tempal, 2019) .

ECG-Patch kaydediciler, 24 saat ila 14 gün arasında mükemmel P-Wave görselleştirmesi ile yüksek çözünürlüklü ve düşük artefaktlı elektrokardiyogramları kaydetmektedir. Cardeo Solo (Medgadgets, 2017), Solmitech ECG Monitoring Patch (Solmitech, 2019), Bio Patch MC100 (Seerstech, 2019) gibi birçok ECG patch yaması bulunmaktadır.

Araştırmacı bilim adamları, altı ay boyunca kontrasepsiyon sağlayabilecek yeni bir doğum kontrol yaması geliştirdiğini belirtmiştir. Yama uygulandıktan ve birkaç saniye sonra çıkarıldıktan sonra cildin yüzeyinde kalan iğneler daha sonra zamanla çözülmekte ve yavaş yavaş doğum kontrol ilacı levonorgestrel serbest bırakılmaktadır (Praderio, 2019) .

### **3. Sonuçlar**

Sağlık alanında giyilebilir sensör yama teknolojilerine baktığımızda birçok amaç için tercih edildiğini görmekteyiz. Özellikle Diabet gibi sürekli takibi yapılması gereken hastalıkların tedavisinde ilaç dozunu ayarlayabilmek için, sigarayı kademeli olarak bırakabilmek için, deriye gelen UV ışınlarını ölçebilmek için, ateşinizi düzenli olarak takip edebilmek için, kandaki alkol miktarını ölçebilmek için, stresinizi ya da tansiyonunuzu ölçebilmek için birçok sensör yaması bulunmaktadır. Bu yamaların çoğunun mobil uygulaması bulunmakta ve geriye dönük olarak bu verilere de ulaşılabilmektedir. Bu da hastalık süreçlerinin takibini ya da bağımlılıkların ne derece değiştiğini göstermektedir. İlerleyen süreçlerde bu toplanan veriler yapay zeka ile işlenebilecek ve ilaç keşfinde ya da hastalık tanısının daha kolay konmasında kullanılacaktır. Bu da insanların hastalıkları henüz görülmeden tahminlenmesinde ve hastalık henüz ortaya çıkmadan önlenmesinde önemli rol oynayacaktır.

Sağlığımızı sürdürebilmek için ya da hastalıklarımızı kontrol edebilmek için giyilebilir sensör yamaların akıllı saat ya da akıllı diğer uygulamalar gibi günlük hayatımızda yer alacağını ve bu alanda yapılan çalışmaların devam edeceğini düşünmekteyiz. Öyle ki Hayward S. ve Tsao N. tarafından ele alınan “Elektronik Deri Yamaları 2019-2029” çalışmasında deri sensör yamalarından 2029'a kadar elde edilen gelirin 20 milyar doların üzerinde olacağı söylenmektedir (Hayward ve Tsao, 2019) . Bu rakamlar da bu sektörde ilerlemenin kaçınılmaz olduğunu göstermektedir.

Giyilebilir sensör yamaları ile ilgili son zamanlarda kongreler de düzenlenmektedir. Örnek olarak yapılmış olan 25-26 Eylül 2019 Healthcare Sensor Innovations 2019'u, 17-18 Mart 2020 de yapılacak olan Healthcare Sensor Innovations USA 2020 ve 13-14 Mayıs 2020'de yapılacak olan Wearable Europe 2020'yi verebiliriz. Bu alandaki kongreler giyilebilir yamalar konusunda çalışmaların hızlı bir şekilde devam ettiğini göstermektedir.

## Kaynakça

- Abbot. FreeStyle Libre Pro Indications. <https://www.abbott.com/corpnewsroom/products-safety-info-pages/diabetes-freestyle-librepro.html>
- Applysci. (2018). Small ultrasound patch detects heart disease early. <https://boston.applysci.com/2018/09/small-ultrasound-patch-detects-heart-disease-early/>
- Aydın N. (2019). Giyilebilir Teknolojiler: E-Ticaretin Geleceği mi? International Balkan and Near Eastern Social Sciences Congress Series XI. IBANESS Congress Series-Tekirdağ/TURKEY.
- Brown N. (2015). Smart Insulin Patch a “Game Changer” for Diabetic Medicine <https://futurism.com/smart-insulin-patch-a-game-changer-for-diabetic-medicine>
- Büyükgöze S., Dereli E.(2018a). Sağlık 4.0 Ve Uygulamaları, Akademisyen Kitabevi A.Ş., 2019, ISBN: 978-605-258-052-3
- Büyükgöze S., Dereli E.(2018b).Dijital Sağlık Ve Uygulamaları, Akademisyen Kitabevi A.Ş., 2019, ISBN: 978-605-258-052-3
- Büyükgöze S., Dereli E.(2019b). Dijital Sağlık Ve Yapay Zeka , Güncel Sağlık Bilimleri Çalışmaları II, Akademisyen Kitabevi A.Ş., 2019, ISBN:978-605-258-626-6
- Büyükgöze S., Dereli E.(2019c).Toplum 5.0'da Dijital Sağlık , Güncel Sağlık Bilimleri Çalışmaları II, Akademisyen Kitabevi A.Ş., 2019, ISBN:978-605-258-626-6
- Büyükgöze S., Dereli E.,(2019a). Toplum 5.0 ve Dijital Sağlık, VI. Uluslararası Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi-Fen ve Sağlık 2019, 07-10 Kasım 2019, ANKARA
- Büyükgöze S., Dereli E.,(2019d). Dijital Sağlık Uygulamalarında Yapay Zeka, VI. Uluslararası Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi-Fen ve Sağlık 2019,07-10 Kasım 2019, ANKARA
- Cat W. (2018). This digital pill wants to make following your prescription easier. <https://www.pbs.org/newshour/science/following-a-prescription-is-hard-this-digital-pill-wants-to-help>
- Catlabdigest. (2014). Vital Connect HealthPatch MD Biosensor Receives FDA Clearance. <https://www.cathlabdigest.com/article/Vital-Connect-HealthPatch-MD-Biosensor-Receives-FDA-Clearance>
- Coles D. (2017). Lief Smart Patch – get some help with your anxiety with this wearable. [http://www.redferret.net/?p=54279&utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3A+redferret%2FnDEQ+%28The+Red+Ferret+Journal%29](http://www.redferret.net/?p=54279&utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+redferret%2FnDEQ+%28The+Red+Ferret+Journal%29)
- Çakır, F. S., Aytakin, A., & Tüminçin, F. (2018). Nesnelerin interneti ve giyilebilir teknolojiler. *Sosyal Araştırmalar ve Davranış Bilimleri Dergisi*, 4(5), 84-95.
- Demirci, Ş. (2019). Sağlıkın Dijitalleşmesi-Digitalization Of Health. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(26), 710-721.
- Diabetesqld. (2016). Wearable patch technology. <https://www.diabetesqld.org.au/media-centre/2016/april/wearable-patch-technology.aspx>
- Electronics-council. (2019). Chem-fiz yaması giyilebilir teknolojiye birden çok sensör kullanıyor <https://tr.electronics-council.com/chem-phys-patch-uses-multiple-sensors-wearable-tech-60391>
- Euroklaert. (2019). SomnaPatch Device (IMAGE). <https://www.eurekalert.org/multimedia/pub/142151.php>
- Fukuyama, M. (2018). Society 5.0: Aiming for a New Human-Centered Society. *Japan SPOTLIGHT*, 47-50.
- GETürkiyeBlog. (2019). GE'nin Yeni Bir Giyilebilir Teknoloji Cihazı: Ter Yaması <https://geturkiyeblog.com/genin-yeni-bir-giyilebilir-teknoloji-cihazı-ter-yaması/>
- Göktürk M. (2018). Sağlıkta 4.0 bizi nereye götürüyor? [http://www.medipol.edu.tr/Document/Galeri/Dokuman/yayınlar/SD\\_46.pdf](http://www.medipol.edu.tr/Document/Galeri/Dokuman/yayınlar/SD_46.pdf)
- Hanlon M. (2016). The ingenious ONUSblue alcohol and drug detection patch <https://newatlas.com/onusblue-color-gradient-alcohol-drug-detection-patch/46584/>
- Hayward J., Tsao N. (2019).Electronic Skin Patches 2019-2029. <https://www.idtechex.com/en/research-report/electronic-skin-patches-2019-2029/674>
- He, W., Wang, C., Wang, H., Jian, M., Lu, W., Liang, X., ... & Zhang, Y. (2019). Integrated textile sensor patch for real-time and multiplex sweat analysis. *Science advances*, 5(11), eaax0649.
- Healio. (2017). SomnaPatch possible tool to detect sleep apnea. <https://www.healio.com/internal-medicine/sleep-medicine/news/online/%7B35c021f9-5acb-43f2-aa9e-c18fad0f01a2%7D/somnapatch-possible-tool-to-detect-sleep-apnea>
- Heather M. (2016). Chrono Therapeutics raises \$47.6M to develop smoking cessation wearable <https://www.mobihealthnews.com/content/chrono-therapeutics-raises-476m-develop-smoking-cessation-wearable>.
- Inchemistry. (2016). Electronic Skin Patch Detects Blood Alcohol Level from Sweat <https://inchemistry.acs.org/content/inchemistry/en/atomic-news/electronic-skin-patch.html>
- Medgadgets. (2017). CARDEA SOLO Wearable ECG Monitor for Detecting Difficult to Diagnose Arrhythmias. <https://www.medgadget.com/2017/04/cardea-solo-wearable-ecg-monitor-detecting-difficult-diagnose-arrhythmias.html>
- Mills M. F. (2019). Humm's smart patch wants to give your memory a boost. <https://www.wearable.com/wearable-tech/humm-wearable-neurostimulation-patch-memory-aid-7501>
- Morfikirler. (2018). Görme Engelliler İçin Okuma Yüzüğü. <https://morfikirler.com/gorme-engelliler-icin-okuma-yuzugu/>



- Mpo-Mag. (2019). VivaLNK Wearable Sensor and Software Development Kit Receive CE Mark. [https://www.mpo-mag.com/contents/view\\_breaking-news/2019-12-03/vivalnk-wearable-sensor-and-software-development-kit-receive-ce-mark/](https://www.mpo-mag.com/contents/view_breaking-news/2019-12-03/vivalnk-wearable-sensor-and-software-development-kit-receive-ce-mark/)
- NTBoxMag. (2017). Yeni Geliştirilen Kağıt Yama, Diyabet Hastalarının Glikoz Değerini Ölçmesine Yardımcı Olacak. <http://www.ntboxmag.com/2017/09/26/yeni-gelistirilen-kagit-yama-diyabet-hastalarinin-glikoz-degerini-olcmesine-yardimci-olacak/>
- Praderio C. (2019). There may someday be a birth control patch that could last for 6 months, and you won't need to see a doctor to get it. <https://www.insider.com/new-birth-control-patch-microneedle-2019-1>
- Seerstech. (2019). Product overview of wearable Bio Patch MC100. <https://www.seerstech.com/wearable-bio-patch/>
- Solmitech. (2019). Multi-User ECG Monitor(SHC-MT1).[https://solmitech.en.ec21.com/Multi-User-ECG-Monitor-SHC--10231491\\_10232896.html](https://solmitech.en.ec21.com/Multi-User-ECG-Monitor-SHC--10231491_10232896.html)
- Steafel E. (2017). From the flu jab to the pill – why microneedle patches are the future of medicine <https://www.telegraph.co.uk/women/life/flu-jab-pill-microneedle-patches-future-medicine/>
- Tamura, T., Huang, M., & Togawa, T. (2018). Current Developments in Wearable Thermometers. *Advanced Biomedical Engineering*, 7, 88-99.
- Team MMM. (2016). This new smart patch releases blood thinners as and when needed. <http://www.mymedicalmantra.com/this-new-smart-patch-releases-blood-thinners-as-and-when-needed/>
- Tekla S. P., (2016). Stretchable Electronics Have Their Coming Out Party At CES. <https://spectrum.ieee.org/view-from-the-valley/biomedical/devices/stretchable-electronics-have-their-coming-out-party-at-ces>
- Tekla S. P., (2018). <https://spectrum.ieee.org/view-from-the-valley/biomedical/diagnostics/new-wearable-sensor-detects-stress-hormone-in-sweat>.
- Tempal. (2019). Smart Thermometer Patch. <https://www.iweecare.com/EN/>
- Wu, F., Wu, T., & Yuce, M. (2019). An internet-of-things (IoT) network system for connected safety and health monitoring applications. *Sensors*, 19(1), 21.