



Araştırma Makalesi • Research Article

Giyilebilir Teknolojilerin Sağlık Hizmetlerine ve Sağlık Hizmet Kullanıcılarına Etkileri

The Effects of Wearable Technology on Health Services and Health Service Users

Şenol Demirci ^{a,*}

^a Arş. Gör., Muş Alparslan Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, Sağlık Yönetimi Bölümü, 49250, Muş/Türkiye.
ORCID: 0000-0001-8552-8151

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 11 Ocak 2018

Düzeltilme tarihi: 15 Mayıs 2018

Kabul tarihi: 24 Mayıs 2018

Anahtar Kelimeler:

Giyilebilir Teknolojiler

Sağlık Teknolojileri

Sağlık Hizmetlerinde Teknoloji

ARTICLE INFO

Article history:

Received 11 January 2018

Received in revised form 15 May 2018

Accepted 24 May 2018

Keywords:

Wearable Technologies

Health Technologies

Technology in Health Services

ÖZ

Sağlık hizmetleriyle alakalı beklentiler ve yatırımlar; hastalıkların daha önceden tespitine, sağlık durumlarının izlenmesine, sağlıklı yaşam tarzı ve genel yaşam kalitesinin artırılmasına yönelik değişmiştir. Doktorların hastalarının durumlarını hastane dışında da uzun süre takip edebilme isteği, evde yapılabilecek öz bakım faaliyetlerinin artması ve bireylerin/hastaların bilinç düzeylerinin gelişmesiyle sağlık durumlarını takip etme istekleri giyilebilir teknolojilere olan ihtiyacı arttırmıştır. Giyilebilir teknolojiler, vücuda yapıstırılabilen, elbise ya da aksesuarların içine yerleştirilebilen tüm elektronik cihazlar olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada dünya çapında kullanımı gittikçe yaygınlaşan giyilebilir teknolojilerin tanımı, önemi ve dünyadaki kullanım düzeyleri açıklanmıştır. Bunun yanı sıra giyilebilir teknolojilerin; sağlık ve sağlık hizmetleriyle ilişkisinden, sağlığa ve sağlık hizmetlerine muhtemel katkılarından ve hangi amaçlar için kullanılabileceğinden de bahsedilerek öneriler sunulmuştur.

ABSTRACT

Expectations and investments related to health services have changed to prior detection of illnesses, monitoring of health conditions, improvement of healthy lifestyle and overall quality of life. Physicians' willingness to follow their patients health status by increasing the number of self-care activities that can be done at home and the level of awareness of individuals / patients has increased the need for wearable technology. Wearable technology is defined as any electronic device that can be affixed to the body and placed inside a dress or accessory. In this work, the definition of wearable technology increasingly used around the world, its importance and its level of use in the world are explained. Besides this, some suggestions have been offered by mentioning the relationship of wearable technologies with health and health care, its possible contributions to health and healthcare services and for what purposes it can be used.

1. Giriş

Sağlık hizmetlerinin üretimi ve sunumu sırasında; çeşitli teknikler, teknolojik ürün olan donatılar (alet, takım, cihaz, makine, tertibat vs.) ve ilaçlar kullanılmaktadır. Uzun zamanlar boyunca sağlık hizmetlerinin sunumunda ucuz ve doğal teknikler kullanılırken, teknolojik gelişmelerle birlikte ilk başlarda basit teknolojik ürünler kullanılmış zamanla hem kullanılan teknikler hem de yararlanılan teknolojiler hızlı ve dinamik bir değişim sürecine girerek, gelişerek çeşitlenmiş ve karmaşıklaşmıştır (Sargutan, 2005: 113-114).

Dünya Sağlık Örgütü, sağlık hizmetlerinde teknolojiyi yaşam kalitesini artıran ve bir sağlık sorununu çözmek için geliştirilen sistemler, yöntemler, aşilar, ilaçlar, cihazların

geliştirdiği yetenekler ve organize bilgilerin uygulanması olarak tanımlanmaktadır. Sağlık hizmetlerinin sunumunda genel olarak teknolojiler; sağlıklılık halinin devam ettirilmesi, hastalıkların başlangıç safhasının geciktirilmesi ya da engellenmesi ve sağlık problemlerine çözümler geliştirmek için kullanılmaktadır (National Center for Health Statistics, 2009: 59).

Sağlık hizmetlerinde teknolojiler daha iyi sağlık sonuçlarının elde edilmesini iki şekilde sağlamaktadır. İlk olarak, yaşam kalitesini iyileştirerek ve yaşam süresini uzatarak sağlık sonuçlarının doğrudan iyileşmesini sağlamaktadır. İkinci olarak, yeni teknolojiler hastanede kalış sürelerini ve sağlık

* Sorumlu yazar/Corresponding author.
e-posta: s.demirci@alparslan.edu.tr

harcamalarını azaltarak sağlık sistemini diğer açılardan da olumlu etkilemektedir (Lichtenberg vd., 2014: 4).

Bugünün sağlık hizmeti tüketicileri, alacakları sağlık hizmetlerini belirlemede daha ön planda yer almakta ve daha fazla seçenek talep etmektedir. Bu yüzden de sağlık hizmet sektörü yöneticilerinin; yüksek kalitede sağlık hizmetleri sunarken sunulan hizmetin maliyetini azaltması, mümkün olduğu kadar çok insanın hizmete erişimini sağlaması, her zaman ve her yerde sağlık çalışanlarına kolay şekilde erişim sağlaması, sağlık harcamalarının tedaviden çok koruma ve önleme programlarına yönelik olması, sağlık hizmetlerinin tek bir yerden sunulması yerine hizmet noktalarının dağıtılması ve hastane kalış sürelerinin kısaltılmasıyla birlikte yaşanan nüfusun ve kronik olarak hasta bireylere sunulan sağlık hizmetlerinin kontrol altında tutulması gerekmektedir (Gopalsamy vd., 1999: 153).

Bütün bu gerekliliklerin yerine getirilmesi sağlık hizmetlerinde teknolojinin kullanılmasıyla mümkün olmaktadır. Teknoloji, yaşlı bir bireyden yeni doğan bebeğe kadar herkesin hayat kalitesini geliştirmekle birlikte tıp uygulamaları ve sağlık hizmetlerini de hızlı bir şekilde değiştirmektedir. Bu yüzden de, yaşam kaybına neden olabilecek tüm durumları minimize edebilen ve yaşam kalitesini arttıracak her teknoloji paha biçilemez değere sahiptir (Park ve Jayaraman, 2003: 42).

Son zamanlarda sağlık hizmetleriyle alakalı beklentiler ve yatırımlar, hastalıkların daha önceden tespitine, sağlık durumlarının izlenmesine, sağlıklı yaşam tarzı ve genel yaşam kalitesinin artırılmasına yönelik değişmiştir (Lymberis ve Dittmar, 2007: 29). İnsanlar sağlıkları açısından çok daha bilinçli olmuş ve hastalar sağlık hizmetleri, rehabilitasyon, spor dahil yaşam tarzlarını yöneten ve çok daha sağlıklı olmak isteyen sağlık tüketicileri olmuştur. Klasik hastane merkezli sağlık hizmeti sunumu yerine hasta/birey merkezli sağlık hizmeti sunumu gelişmiş hastalıkların ve sağlık sorunlarının teşhis ve tedavisi yerine de çabalar, hastalıkları daha önceden tespit ederek engellemeye yönelik değişmiştir (Lymberis, 2003: 1).

Bireylerin istekleri ve sağlık hizmetlerinde gelişen, değişen trendler bireylerin sağlık durumları hakkında daha fazla veri toplamasını zorunlu kılmıştır. Bireyin alışkanlıkları, yatış ve kalkış saatleri, ilaç kullanım saatleri, daha önce geçirdiği rahatsızlıklar, daha önce yapılan tetkikler, tanısı konulan hastalıklar bu verilerden bazılarıdır. Giyilebilir teknolojiler istenilen bu verilerin toplanmasını sağlamada öncül olabilecek araçları içermektedir. Giyilebilir teknolojiler sayesinde hastalar/bireyler genel sağlık durumları hakkında bir sağlık kuruluşuna gitmeden de bilgi sahibi olma imkânı elde edecektir.

Doktorların hastalarının durumlarını hastane dışında da uzun süre takip edebilme isteği, evde yapılabilecek öz bakım faaliyetlerinin artması ve bireylerin/hastaların bilinç düzeylerinin gelişmesiyle sağlık durumlarını takip etme istekleri giyilebilir teknolojilere olan ihtiyacı artırmaktadır (Bostancı, 2015:549). Giyilebilir teknolojiler, klinik(kan basıncı, kalp hızı, oksijen seviyesi, şeker düzeyi, kilo, hayati işaretler) ve davranışsal(koşma, yürüme, tırmanma) veriler elde edilmesini sağlamakla birlikte farklı uygulamaları da içermektedir (Lewy,2015: 2-3).

Bu çalışmada dünya çapında kullanımı gittikçe yaygınlaşan giyilebilir teknolojilerin tanımı, önemi ve bireyler üzerindeki etkileri açıklanacaktır. Bunun yanı sıra giyilebilir teknolojilerin; sağlık ve sağlık hizmetleriyle ilişkisinden, sağlık ve sağlık hizmetlerine muhtemel katkılarından ve hangi amaçlar için kullanılabileceğinden de bahsedilecektir. Uluslararası literatürde giyilebilir teknolojilerin sağlıkla ilişkisi hakkında çok sayıda çalışma bulunmasına karşın Türkçe literatürde çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmanın literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Giyilebilir Teknolojilerin Tanımı ve Önemi

Giyilebilir teknolojiler, vücuda yapıştırılabilen, elbise ya da aksesuarların içine yerleştirilerek taşınabilen tüm elektronik cihazlar olarak tanımlanmaktadır. Bu giyilebilir cihazlar bilgisayar ve akıllı cep telefonlarının yapabildiği pek çok görevi yapabilmektedir. Fakat giyilebilir teknolojiler bazı durumlarda birçok teknolojik cihazdan daha iyi olabilmektedir. Giyilebilir teknolojiler, biyolojik geri bildirim ve psikolojik durumların izini sürmek gibi cep telefonlarında ve bilgisayarlarda görülemeyen birçok özellikle birlikte algılama ve izleme özelliği de sağlamaktadır (Tehrani vd., 2014).

Giyilebilir teknoloji, iletişim yeteneklerinin bazılarına ve giyen kişinin gerçek zamanlı bilgilerine erişim imkânına sahiptir. Elde edilen bu bilgileri ve verileri kendi cihaz hafızasında depolayarak gerektiğinde bilgisayar ya da farklı cihazlarla bağlantı sağlayarak aktarabilmektedir (Tehrani vd., 2014). Giyilebilir cihazların kendi depolama alanları bulunmakta ve istenildiği zaman veri giriş çıkışı yapılmaktadır. Bu cihazların farklı farklı görevler ya da spesifik bir görevi yerine getirme özellikleri bulunmaktadır.

Giyilebilir cihazlar akıllı telefonlar için hazırlanan uygulamalarla da bağlantı kurarak anlık veri transferi sağlamaktadır. Giyilebilir cihazın sağladığı veriler mobil uygulama tarafından işlenerek ihtiyaç duyulan sonuçlar, programda kullanıcıya yansıtılarak kullanıcı sürekli olarak bilgilendirilmektedir. Bazı giyilebilir cihazlar doğrudan kendi üzerlerinde bulunan ekranlardan da kullanıcıya bilgi sağlama kolaylığını vermektedir.

Saatler, bileklikler, gözlükler, lensler, e-tekstil ürünleri, akıllı kumaşlar, kafa bantları, yüzükler ve iştirme cihazları gibi takılar günümüzde kullanılan giyilebilir cihazlardır. Fitness bileklikleri, iz sürücüleri ve akıllı saatler en yaygın kullanılan giyilebilir cihazlar arasında yer almaktadır. İlk giyilebilir cihaz 1955 yılında oyunlarda hile yapmak amacıyla tasarlanmıştır. Bundan sonra ağırlıklı olarak sağlık ve egzersiz alanları olmak üzere oyun ve eğlence alanlarında giyilebilir teknolojilerde büyük gelişmeler yaşanmıştır (Sağbaş vd., 2016: 2).

ABI araştırma şirketine göre 2013 yılında 50 milyonun üzerinde giyilebilir cihazın satıldığı tahmin edilmektedir. Orange araştırma şirketinin verilerine göre satılan bu giyilebilir cihazların %60'ını fitness ve tıbbi giyilebilir cihazlar oluşturmaktadır. 2018 yılında satılan giyilebilir cihaz sayısı 540 milyona çıkacağı ve pazar büyüklüğünün de 25 milyar \$ olacağı tahmin edilmektedir. IDTechEx analizcileri de giyilebilir teknolojiler pazarının 2023'e kadar 100 milyar \$, 2026'e kadarda 150 milyar \$ üzerine

çıkacağı tahmin etmektedir (Pai, 2014; Orange Healthcare, 2014; i-Scoop, 2018).

3. Sağlık Geliştirilmesinde ve Sağlık Hizmetlerinin Sunumunda Giyilebilir Teknolojilerin Etkileri

Giyilebilir teknolojilerle alakalı 1000 kişi üzerinde yapılan araştırmaya göre sağlık nedenlerinden dolayı giyilebilir teknolojileri satın alma ve kullanma ilk sırada yer almaktadır. Aynı araştırmada en çok satılan giyilebilir cihazlarında %45'le fitness bileklikleri ve iz sürücüler, %27'de akıllı saatlerin olduğu tespit edilmiştir. Araştırmaya katılanların %60'ı giyilebilir cihazların obeziteyi azaltabileceğini ve %70'i de yaşam süresinde bir artış sağlayabileceğini söylemiştir. Satılan giyilebilir cihazlara ve araştırmaya katılanların verdikleri cevaplara bakıldığında insanların bu cihazları seçmelerinde, sağlıklarını korumak ve iyilik hallerinin devam ettirilmesi ana neden olarak görülmüştür (PWC Health Research Institute, 2016).

Giyilebilir teknolojiler daha iyi beslenme, egzersizlerin kontrolü, tıbbi bilgiye erişimi geliştirme, hastaların ve bireylerin klinik karar aşamasına daha çok katılımı ve hastalık ya da sağlık sorunlarının daha doğru teşhisini sağlamaktadır. Bu teknolojiler sayesinde kullanıcılar kendi sağlıklarını kontrol etme ve yönetme imkânı elde edebilir. Sağlık kuruluşları ise hastalarını uzaktan izleyebilecekleri cihazlar sayesinde potansiyel olarak maliyetlerini düşürmekte ve hizmetlerini geliştirme imkânı elde etmektedir (PWC Health Research Institute, 2014).

Giyilebilir teknolojiler, tam zamanında geri bildirimlerle sağlık bilincini artırarak farkındalık inşa etme potansiyeline sahiptir. Bu teknolojiler bireylerin sağlıklarını yönetme imkânı sağladığı için yaşam stillerinin gelişmesine de yardımcı olabilecek araçlar haline gelmiştir. Daha önemli olarak giyilebilir cihazlar, hastalıkları tedavi etmekten ziyade hastalık başlamadan önlemeye çalışarak ve hastayı daha fazla kontrol altında tutarak tutarak sağlık hizmet sunucularının görev ve sorumluluklarını azaltabilir. Giyilebilir teknolojiler anlamlı mesajlar, çekici görseller ve kullanıcılara oyun sistemlerinde olduğu gibi belli puanlar veren çeşitli yöntemler aracılığıyla pozitif davranışları ödüllendirerek sağlıklı davranışların yapılmasını sağlayabilir (Ananthanarayan ve Siek, 2012: 236).

Giyilebilir teknolojiler sayesinde fizyolojik verilerin uzun süre izlenmesi kardiyovasküler hastalıklar, hipertansiyon, diyabet ve obezite gibi rahatsızlıkların/hastalıkların teşhis ve tedavi edilmesi önemli derecede kolaylaşabilir ya da rahatsızlıklar/hastalıklar daha meydana gelmeden önlenmesi sağlanabilir. Örneğin, sağlık aktivitelerini izleyen giyilebilir cihazlar daha fazla fiziksel aktivite yapması için kullanıcıyı teşvik ederek hareketsiz yaşamın neden olabileceği obezite, kardiyovasküler hastalıklar gibi sağlık sorunlarının önlenmesini sağlayabilir (Bonato, 2010: 2021; Nasir ve Yurder, 2015: 1265).

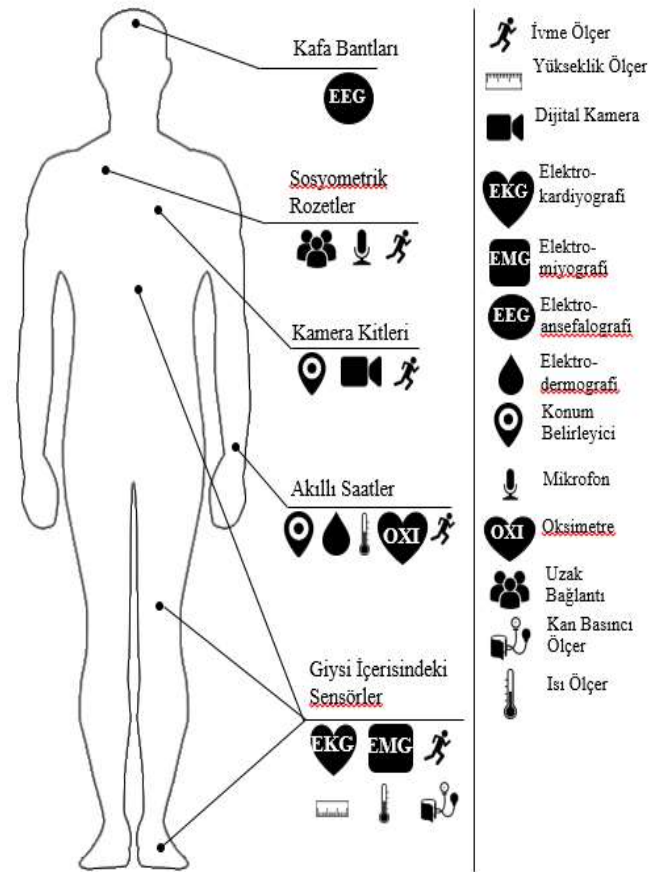
Sağlık hizmet sunucuları, giyilebilir cihazların kişilerden topladığı veriler sayesinde büyük bir veri tabanı oluşturarak birey için hangi tıbbi testin yapılması gerekeceğine ya da hangi ilacın reçete edileceğine hızlıca karar verebilir. Veri tabanının oluşturulması sağlık hizmeti maliyetlerini düşürmesinin yanında toplum sağlığının geliştirilmesi için

de güçlü epidemiyolojik bilgiler sağlayabilir. Örneğin, pazara yeni sunulan bir ilacın yapılan testler dışında olumlu/olumsuz yan etkilerinin öğrenilmesi uzun zaman alabilirken oluşturulan veri tabanı sayesinde elde edilecek davranışsal verilerle ilacın yan etkileri ya da faydaları çok hızlı bir şekilde öğrenilebilecektir (Pentland, 2004: 43).

Toplum sağlığı için kişilerin giyilebilir cihazlarından elde edilen verilerle oluşturulan veri tabanları sayesinde önemli salgın hastalıklar önceden tespit edilebilir. Benzer semptomlarla hastaneye olağandışı sayıda hastanın gelip tedavi görmesi potansiyel bir salgının ilk işareti sayılır. Giyilebilir cihazlarla geniş çaplı olarak sürekli bireylerin izlenmesi ve bunlara yönelik oluşturulan veri tabanları sayesinde bir salgın oluşumunun meydana gelip gelmediği hastalar hastaneye başvurmadan da tespit edilebilir (Pentland, 2004: 43).

Şekil 1'de giyilebilir teknolojilerin insanlara sağlayacağı faydalar ve hangi faaliyetleri yerine getireceği gösterilmiştir. Özellikle daha büyük cihazlar tarafından yapılan beyin, kalp ve kasların elektriksel faaliyetlerini ölçme işlemi giyilebilir teknolojilerle, giysilerin içerisine yerleştirilen sensörler ve beyin elektriksel aktivitesini ölçmek için geliştirilen kafa bantları sayesinde daha ergonomik hale gelebilir.

Şekil 1. Giyilebilir Cihazlar Hangi Amaçlar İçin Kullanılabilir?



Kaynak: Piwek vd. (2016: 2)

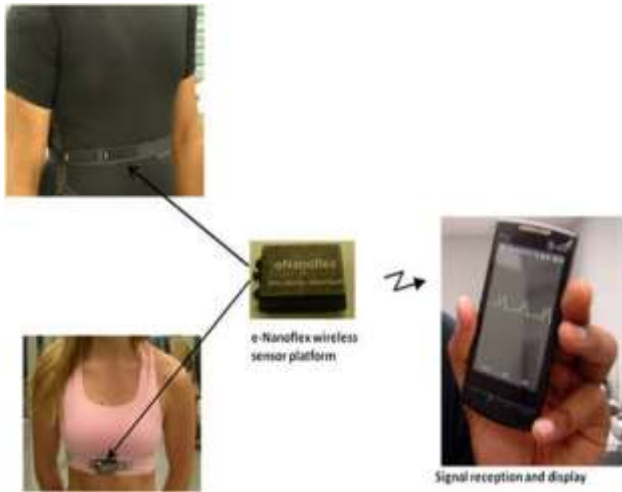
Nabız ve kandaki oksijen saturasyonu bir yüzüğün ya da akıllı saatin içerisine yerleştirilen oksimetreyle ölçülebilir. Kas aktiviteleri elbise içerisine yerleştirilen elektromiyografi (EMG) sensörüyle, bileklik içerisine yerleştirilen elektrodermal sensörle stres ve bir saat içerisine yerleştirilen

hız ölçücüsüyle fiziksel aktivite ya da uyku düzeni ölçülebilir. Sosyometrik rozetler, kullanıcının sosyal etkileşim seviyesini bulunulan ortamdaki WİFİ ya da Bluetooth bağlantısı olan cihazlarla etkileşimini ölçerek belirlemektedir. Giyilebilir cihazlar sensörleri aracılığıyla elde ettiği bilgileri, belirlenen amaçlara yönelik geri bildirimleri hemen ve belirlenen ölçütte gönderebilir ve devamlı şarj edilmesi gerekmeden uzun süre fonksiyonlarını devam ettirebilir (Piwek vd., 2016: 2).

4. Sağlığın ve Sağlık Hizmetlerinin Geliştirilmesinde Katkıları Olabilecek Muhtemel Giyilebilir Cihazlar

Giyilebilir cihazların çoğunu fitness iz sürücüler, akıllı saatler ve akıllı gözlükler oluşturmaktadır. Fitness iz sürücüler, akıllı saatler ve akıllı gözlükler genel olarak nabız sayısını, atılan adım sayısını ve uyku düzenini ölçmektedir. Derlemenin daha faydalı olması için daha spesifik işlemler yürüten; sağlığın ve sağlık hizmetlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilecek giyilebilir teknolojilerden bahsedilecektir. Mevcut giyilebilir teknolojilere ulaşabilmek için de literatürden yararlanılmıştır.

Şekil 2. e-Nanoflex



Kaynak: Varadan (2011: 37)

Arkansas Üniversitesi'nden bir grup bilim insanı e-Nanoflex adında elbiselerin içine takılarak kişinin kalp durumunu izlemeyi amaçlayan nano yapıları geliştirmişlerdir. Bu giyilebilir cihaz kalp sağlığı açısından risk altında olan bireylerin sağlık durumlarının devamlı izlenmesini sağlamaktadır. E-Nanoflex sadece kalp sağlığı için kullanılmamakta nörolojik rahatsızlıkların izlenmesinde ve atletlerin rutin antrenmanlarını geliştirmesinde de kullanılmaktadır. E-Nanoflex giyildiği andan itibaren yürüme, çalışma, oturma ve diğer yapılan fiziksel aktivitelerle alakalı bilgiler toplayarak bu bilgiyi akıllı telefonlara yollayabilmektedir. E-Nanoflex bir EKG cihazının yaptığı tüm işlemleri de yapabilmekte ve anlık olarak akıllı telefonlara bireyin sağlık durumuyla alakalı bilgiler aktarmaktadır (Varadan, 2011: 36).

Ronco ve Fecondini, VİWAK (Vicenza Wearable Artificial Kidney) adını verdikleri giyilebilir böbrek cihazını geliştirmişlerdir. Cihaz ayaktan periton diyalizini mümkün kılmakla birlikte hastanın da günlük işlerine devam etmesini

sağlamaktadır. VİWAK kullanıcıların cihazı daha rahat kullanmalarını sağlayan bir ara yüze ve el ile yapılması gereken müdahaleleri azaltacak sisteme sahiptir. Cihazın kumandasında bulunan ekranda sistemde nelerin gerçekleştiğini gösteren ve gerektiğinde müdahale edilmesi için butonlar bulunmaktadır. Sistem, periton diyalizini sürekliliği için özel bir devreyle emici maddeleri ve gün boyu akışın devam etmesi için özel boş tüpler kullanılmaktadır. Cihazın geliştiricileri yaptıkları araştırma sonucunda VİWAK'ın kronik böbrek rahatsızlığı olan hastaların istedikleri yerde sürekli olarak diyaliz olmaları için alternatif bir yol olabileceğini düşünmektedirler (Ronco ve Fecondini, 2007: 383).

Patel ve arkadaşları Parkinson hastalarındaki aşırı motor sistemi değişimlerini evden izlemeye giyilebilir teknolojilerin yararlı olup olmayacağını araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada giyilebilir EKG, solunum ve hareket sensörleri kullanarak bu sensörlerden elde ettikleri verileri hastanenin merkez ağına gönderebilmek için web tabanlı bir cep telefonu uygulaması kullanmışlardır. Oluşturulan bu sistemle elde edilen veriler hastanenin merkez ağına düşmekte oradan sorumlu hekimin bilgisayarına ulaşmaktadır. Patel ve arkadaşları, geliştirdikleri bu sistemin motor sistemdeki değişimler sonucu meydana gelen komplikasyonları ve semptomların şiddetini değerlendirmek için Parkinson hastalarından veri toplama da etkili bir şekilde kullanılabilirliğini düşünmektedirler (Patel vd., 2010: 4411).

Tognetti ve arkadaşları, nörolojik rahatsızlıklarda özellikle de inme gibi rahatsızlıkların rehabilitasyonun da kolları hareket ettirmek ve vücudun pozisyonunu tespit etmek için giyilebilir teknoloji olan ULKG adını verdikleri tişörtü geliştirmişlerdir. ULKG inme hastalarının, hastalıktan dolayı etkilenen kol ya da bacaklarının tekrardan kontrolünü sağlamak için daha önceden belirlenen egzersizleri yaptırmada sanal çalıştırıcı olarak kullanılabilir. ULKG'nin arayüzü kullanıcıların teknolojiyi kullanmasını kolaylaştırmakta ve gerektiğinde ilgili sağlık çalışanıyla birebir etkileşim kurmasını sağlayabilen klinik iş akışı içerisinde entegre edebilmektedir (Tognetti vd., 2005: 1).

Guinovart ve arkadaşları yaraların pH seviyelerini izlemeye yarayan, bandaj içerisine yerleştirilmiş giyilebilir elektrokimyasal sensör geliştirmişlerdir. Cihaz yaranın pH seviyelerindeki değişimini sürekli olarak kontrol etmeye yararmaktadır. Cihazı geliştiren takım cihazın basit ve düşük maliyetli olmasının yanı sıra yara sağlığını elektrokimyasal olarak değerlendirme imkanı sunduğu içinde trend olacağını düşünmektedir (Guinovart vd., 2014: 1345).

Linti ve takım arkadaşları ev ya da klinik koşullarda bebeklerin genel sağlık durumlarını izlemeye yarayan teknolojik bir yelek geliştirmişlerdir. Yeleğin içerisine solunum, kalp ritim hızı, ter ve vücut ısısını ölçen sensörlerle birlikte bu sensörlerden gelen verileri bilgisayara aktarmaya yarayan işlemci yerleştirmişlerdir. Yelek hastalıkların ilk evresinden ilerleyişini ya da gelişimini tespit etmenin yanında bebeğin yaşamını tehdit edebilecek durumların da tespit edilmesini sağlayabilmektedir. Bunun neticesinde de bebeğin sağlığının korunması sağlanacak ve yaşamını tehdit edebilecek durumlara zamanında müdahale etme imkânı oluşabilecektir (Linti vd., 2006).

Yang ve Rhee, hastaların parmaklarındaki kan akışını 24 saat boyunca izlenmesini sağlayan bir yüzük geliştirmiştir.

Geliştirdikleri yüzük kandaki oksijen yoğunluğunu ve nabız ölçen detektör, işlemci, anten ve batarya ile donatılmıştır. Yüzük üzerinde bulunan kablosuz işlemci, tespit ettiği sinyalleri bir bilgisayara göndermektedir. Bilgisayar elde ettiği verileri yüzüğün geliştiricileri tarafından yazılan programla ayırt edip değerlendirmenin yapılmasını sağlamaktadır. Elde edilen verilerle basit kalp ve dolaşım rahatsızlıklar tespit edilmektedir. Bunlara ek olarak yüzük sayesinde hastaların kardiyovasküler durumlarının belirlenmesi için damardaki kan miktarının değişimi ve oksijen doygunluğu da ölçülmektedir (Yang ve Rhee, 2000: 273).

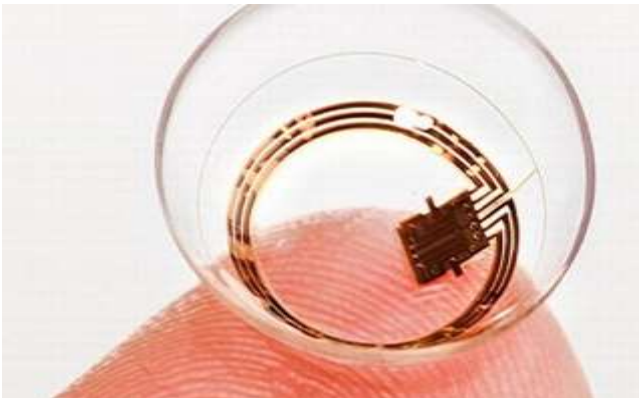
Şekil 3. Akıllı Astım Yönetim Cihazı (Adamm)



Kaynak: Health Care Originals (2018).

Health Care Originals tarafından geliştirilen Adamm, akıllı astım yönetimi sağlayan giyilebilir bir teknolojidir. Adamm öksürük oranı, solunum düzeni, kalp hızı, vücut ısısı, astım ilacı kullanımı ve astımla alakalı semptomlar hakkında veriler toplamaktadır. Elde ettiği verileri entegre olduğu cep telefonu uygulamasına aktararak hem hastanın kendisini takip etmesini hem de doktorun hastayı kontrol altında tutmasına imkan sağlamaktadır. Cihaz uygulamayla beraber hastanın günlük değerlerini tutmakta, astım durumunun oluşması durumunda cihaz titreşim yoluyla hastayı uyarılmaktadır. Halen tasarım ve üretim aşamasında olan cihaz birçok organizasyon ve kuruluş tarafından ödüllendirilmiştir (Health Care Originals, 2018).

Şekil 4. Google Lens



Kaynak: Senior (2014: 856)

Google, miyoplu bireylerin düzgün görmesini ve diyabetli bireylerin de kan şekeri seviyelerini ölçebileceği akıllı lens geliştirmiştir. Lensin içerisinde cep telefonu ya da bilgisayarlarla bağlantı sağlayacak ufak bir çip, glikoz sensörü ve ufak bir batarya bulunmaktadır. Lensin içerisinde bulunan ufak bir delik, gözyaşının içine akmasını sağlayarak

kan şekeri seviyesini akıllı telefon aracılığıyla ölçmektedir (Senior, 2014: 856).

Dekübitus ülseri engellemek amacıyla Leaf Patient Monitoring System (Leaf Hasta İzleme Sistemi), Leaf Healthcare tarafından geliştirilmiştir. Bu sistem bilgisayarlarla bağlantı sağlayan hasta sensörü, anten ve kullanıcı ara yüzü olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır. Dekübitus ülser hastasının çok uzun süre hareket etmemesinden, oturmasından ya da yatmasından kaynaklanmaktadır. Geliştirilen bu sistemde hasta sensörü hastaya takıldığından itibaren hastanın pozisyonunu, hareketini ve aktivitelerini izlemeye başlar. Eğer hastanın hareket etmesi gerekirse hastayı uyararak ne tarafa doğru dönmelerini ya da hareket etmesi gerektiğini kullanıcı ara yüzünde gösterir. Genel olarak hastanelerde kullanılan bu sistem hasta doğru pozisyonları almadığında hemşire ya da doktora uyarı göndererek bilgilendirilmesini sağlamaktadır (Frost & Sullivan, 2016: 4).

Şekil 5. Leaf Hasta İzleme Sistemi



Kaynak: Frost & Sullivan (2016: 4)

Şimdilerde ilaç şirketleri de giyilebilir teknolojilerle ilgilenmektedir. Geçmişte ilaç şirketleri kardiyovasküler, diyabet ve solunum gibi rahatsızlıkları tedavi etmek için devrim niteliğinde moleküller üretirlerdi. Günümüzde ilaç şirketleri; elektronikler, bilgi iletişim teknolojileri ve giyilebilir teknolojiler alanlarında yapılan icatlarla, birçok hastalığın sürekli doktor kontrolüne gerek kalmadan kontrol altında tutularak tedavi edilmesi için bu alanlara yatırım yapmaktadır (Chan vd., 2012: 152).

Literatür incelendiğinde mevcut giyilebilir teknolojilerin büyük bir kısmı nabız, kalp atış hızı, kandaki oksijen doygunluğu, solunum sayısı, vücut ısısı gibi yaşamsal bulguları ölçmektedir. Bu alanda geliştirilen cihazlarda diyabet, kardiyovasküler rahatsızlıklar, göz hastalıkları, solunumsal rahatsızlıklar gibi çeşitli kronik hastalıkların tedavi edilmesini ya da sağlık durumunun kötüleşmesini engelleyecek daha spesifik özelliklere sahip cihazlar da test edilmeye ve geliştirilmeye başlanmıştır. Hala istenilen derecede işlemler yürütememesine karşın giyilebilir teknolojiler gelecekte sağlık hizmetlerine yadsınamaz derecede önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Giyilebilir teknolojiler hastalar, sağlık hizmet sunucuları, klinik uygulamalar ve diğer hizmet sunucuları için yeni bilgi ve uygulamalar getirerek yeni fırsatlar oluşturmuştur. Bu teknolojiler sayesinde farklı kökenlerden sürekli olarak

klirik ve davranışsal veri toplanması hastalıkların gelişimini ve ilerleyişini daha iyi anlayarak daha önceden tespit etme ve müdahale etme imkânı sunmaktadır. Bunlar sayesinde hasta da kendi tedavisini planlamada doktorla karar verme imkânı elde etmektedir (Lewy, 2015: 5).

Giyilebilir teknolojiler sayesinde bireylerin sağlık durumlarının devamlı izlenmesi bireylere sağlık durumları hakkında kapsamlı bilgi sağlamaktadır. Yüksek derece güvenilirlikle belirli hastalıklar hakkında tahminler yapabilen, tahmin edici algoritmaların yanında veri analizi ve izleme de yapabilen bu teknolojiler, hastalıkların daha önceden teşhisini ve tedavi edilmesini sağlamaktadır. Herhangi bir sağlık sorunu tespit edildiği zaman cihaz, hemen tıbbi müdahalede bulunulabilmesi için hücresele ağlar ya da internet gibi uzaktan bağlantı sağlanan araçlar yardımıyla sağlık hizmet sunucusuna ya da ilgili kişiye durum hakkında uyarı göndererek müdahale edilmesini sağlamaktadır (Majumder, 2017: 35).

Geniş bir yelpazede kullanım imkânı sunan giyilebilir teknolojiler, yakın gelecekte insan hayatında önemli gelişmeler sağlayacaktır. Tıp alanında yaygın bir şekilde kullanılmasıyla klinik dışında teşhis kolaylaşacak ve hasta öz bakımını kolaylaştıracaktır. Tıbbi eğitim faaliyetlerinde de kullanılmasıyla mevcut giderlerde önemli azalmalar meydana gelecektir. Daha kesin bilgiler elde edilip tanı koyulacağı için yanlış teşhisin önüne geçilerek hasta mağduriyetlerinin de azalması sağlanacaktır (Bostancı, 2015: 550).

Giyilebilir teknolojileri, sağlık hizmetlerine adapte edebilmek için giyilebilir cihaz geliştiricileri ve sosyal planlayıcılar, politika ve stratejiler geliştirmelidir. Teknoloji, sağlık hizmeti ve mahremiyet sağlık hizmetlerine teknolojiyi adapte etmede bireylerin niyetlerini etkileyen üç temel unsurdur. Sosyal planlayıcılar ve geliştiriciler sağlık hizmetlerine giyilebilir teknolojileri adapte edebilmek için bu üç unsura dikkat etmelidir. Örneğin sosyal planlayıcılar ve geliştiriciler sadece kolay kullanım, fonksiyonel uyum ve cihazların beğenilmesine odaklanmamalı aynı zamanda bireyin davranışlarını ve mahremiyetini de düşünmeli tasarımlarında ergonomikliğe dikkat etmelidir (Gao vd., 2015: 1719).

Geliştirilen teknolojiler, yeni bir pazar oluşturma potansiyeline ve özelliğine sahip olmasına karşın hala başlangıç aşamasında olup, popüler hale ve satın alınabilir düzeye gelmeden önce bazı zorlukları bulunmaktadır. Fakat yapılan çalışmalar giyilebilir cihazların milyar dolarlık bir endüstri oluşturacağını ve bu teknolojiyi daha fazla geliştirmek için potansiyele sahip olacağını göstermektedir. Şu anda bu teknolojilerin potansiyel ve pratik kullanımlarıyla, insan ve teknoloji arasındaki etkileşimde yeni bir çağ açılmıştır (Sultan, 2015: 526).

Mevcut giyilebilir teknolojileri, daha çok bireylerin kendi sağlık durumlarını takip ederek ve aynı anda ilgili doktora ya da sağlık hizmet sunucusuna bireyin sağlık durumuyla alakalı bilgileri gönderen cihazların oluşturduğu görülmektedir. Bu teknolojilerin her ne kadar hastalıklardan koruyucu ya da erken teşhis edici etkisi olduğu görülse de sürekli yaşamsal bulgular ve diğer bulgular kontrol altında tutulmaya çalışıldığı için kronik hastalıklara yakalanma riskini de azaltıcı etkisi bulunmaktadır. Bireyler sürekli kendi sağlıklarını izledikleri ve bununla alakalı veriler

cihazlardaki uzak bağlantı sağlayıcı araçlarla sağlık hizmet sunucularına yönlendirildiği için bireyler ya da hastalar sürekli kontrol altında tutulmaktadır. Verilerin sürekli olarak sağlık hizmet sunucularına gönderilmesi bireyle alakalı bilgilerin buralarda depolanarak tıbbi kayıtların tutulmasına da imkân sağlamaktadır. Buralarda tutulan veriler sayesinde bireyin geçmiş sağlık verileriyle yeni elde edilecek veriler karşılaştırılarak birey hakkında değerlendirmeler yapılacaktır.

Sağlık hizmetlerinde giyilebilir teknolojilerin tüm topluma adapte edilmesi toplum sağlığında ciddi gelişmeler sağlayacaktır. Hükümetler, yaşamsal bulguları ölçen yüzük, bileklik ya da farklı şekillerdeki giyilebilir cihazları topluma ücretsiz olarak dağıtımını sağlayıp mevcut hastanelerle de bu cihazların entegrasyonunu sağlayarak toplumdaki bireylerin sağlık durumlarını kontrol altında tutmaya çalışabilir. Oluşturulan bu sistemle bireylerin hem sağlık durumları büyük ölçüde kontrol altında tutulmaya çalışılacak hem de salgın hastalıklar ortaya çıkar çıkmaz sağlık kurumları hemen müdahale edebileceklerdir.

Giyilebilir teknolojilerin teşhis ve tedaviye yönelik faydalarına ek olarak tıp ve sağlık eğitiminin geliştirilmesine ve öğrencilerin teorik olarak öğrendiklerini uygulamaya çevirmesine imkân verecektir. Bu teknolojiler sayesinde, geleneksel eğitim yöntemlerinin dışına çıkılarak öğrenci ve öğreticinin sürekli etkileşim içerisinde kalması, soru ve sorunların anında çözülmesi sağlanacaktır (Demirci, 2018: 40).

Mevcut giyilebilir teknolojiler çoğunlukla koruyucu sağlık hizmetleri ve basit işlemler yürütmek için kullanılıyor da olsa giyilebilir teknolojiler alanındaki gelişmeler gelecekte daha spesifik işlemler yürütecek cihazların ortaya çıkacağını göstermektedir. Henüz bebeklik aşamasında olan bu teknolojilerin ilerleyen zamanlarda önemli sağlık sorunlarını gidermesi ve karmaşık işlemleri basite indirgeyerek yapmasından ötürü bireylerin ve sağlık kuruluşlarının vazgeçilmezleri arasına gireceği düşünülmektedir.

Giyilebilir teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte bireyler bir sağlık kurumuna gitmeden sağlık durumlarını kontrol etme imkânı elde edip anında sistemlerin tavsiye ettiği önerileri uygulayarak kendilerini tedavi edebileceklerdir. Önerilerin yetersiz olması durumunda cihazlar sağlık kuruluşlarıyla entegre olacaklarından ötürü mevcut bilgiler sorumlu hekime iletilerek sağlık sorununun giderilmesi sağlanacaktır. Bireyin sağlık kuruluşuna gitmeden sorununun çözülmesi zamandan ve sağlık hizmetleri için yapılan büyük harcamalardan tasarruf edilebilmesine imkân verecektir.

Kaynakça

- Ananthanarayan, S., & Siek, K. A. (2012). Persuasive Wearable Technology Design for Health and Wellness. In: *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2012 6th International Conference on*, San Diego, 236-240.
- Bonato, P. (2010). Advances in wearable technology and its medical applications. *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010 Annual International Conference of the IEEE*, Buenos Aires, 2221-2224.

- Bostancı, E. (2015). Medikal Alanda Kullanılan Giyilebilir Teknolojiler: Uygulamalar, Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri. In: *Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi*, Muğla, 549-552.
- Chan, M., Estève, D., Fourniols, J., Escriba, C., & Campo, E. (2012). Smart wearable systems: Current status and future challenges. *Artificial Intelligence in Medicine*, 3(56), 137-156.
- Demirci, Ş. (2018). Sağlık Hizmetlerinde Sanal Gerçeklik Teknolojileri. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 6(1), 35-46.
- Frost & Sullivan (2016). *2016 North American Pressure Ulcer Prevention New Product Innovation Award*. (Erişim: 21.05.2018), https://ww2.frost.com/files/6514/5858/2856/Leaf_Healthcare_Award_Write_Up.pdf
- Gao, Y., He L., & Yan L. (2015). An empirical study of wearable technology acceptance in healthcare. *Industrial Management & Data Systems*, 115(9), 1704-1723.
- Gopalsamy, C., Park, S., Rajamanickam, R., & Jayaraman, S. (1999). The Wearable Motherboard™: The first generation of adaptive and responsive textile structures (ARTS) for medical applications. *Virtual Reality*, 4(3), 152-168.
- Guinovart, T., Valdés-Ramírez, G., Windmiller, J. R., Andrade, F. J., & Wang, J. (2014). Bandage-Based Wearable Potentiometric Sensor for Monitoring Wound pH. *Electroanalysis*, 6(26), 1345-1353.
- Health Care Originals (2018). ADAMM. (Erişim: 21.05.2018), <http://healthcareoriginals.com/solutions/#adamm-rsm>
- i-Scoop (2018). Wearables market outlook 2020: drivers and new markets. (Erişim: 11.05.2018), <https://www.i-scoop.eu/wearables-market-outlook-2020-drivers-new-markets>
- Lewy, H. (2015). Wearable technologies – future challenges for implementation in healthcare services. *Healthcare Technology Letters*, 2(1), 2-5.
- Lichtenberg, F. R., Tatar, M., & Çalışkan, Z. (2014). The effect of pharmaceutical innovation on longevity, hospitalization and medical expenditure in Turkey, 1999-2010. *Health Policy*, 117(3), 1-41.
- Linti, C., Horter, H., Osterreicher, P., & Planck, H. (2006). Sensory baby vest for the monitoring of infants. *Wearable and Implantable Body Sensor Networks 2006*, Cambridge, 1-3.
- Lymberis, A. (2003). Smart wearables for remote health monitoring, from prevention to rehabilitation: current R&D, future challenges. In: *4th International IEEE EMBS Special Topic Conference on*, Birmingham, 272-275.
- Lymberis, A., & Dittmar, A. (2007). Advanced Wearable Health Systems and Applications - Research and Development Efforts in the European Union. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 26(3), 29-33.
- Majumder, S., Mondal, T., & Deen, M. J. (2017). Wearable Sensors for Remote Health Monitoring. *Sensors*, 17(1), 130-175.
- Nasir, S., & Yurder, Y. (2015). Consumers' and Physicians' Perceptions about High Tech Wearable Health Products. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 1261-1267.
- National Center for Health Statistics (2009). *Health, United States, 2009: With Special Feature on Medical Technology*, Hyattsville.
- Orange Healthcare (2014). [infographic] Wearable tech boom in healthcare. (Erişim: 11.05.2018), <http://healthcare.orange.com/en/Press-and-medias/Infographics/2014/infographic-Wearable-tech-boom-in-healthcare>
- Pai, A. (2014). ABI: 90M wearable devices to ship in 2014 (Erişim: 11.05.2018), <http://www.mobihealthnews.com/29532/abi-90m-wearable-devices-to-ship-in-2014>
- Park, S., & Jayaraman, S. (2003). Enhancing the quality of life through wearable technology. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 22(3), 41-48.
- Patel, S., Chen, B., Buckley, T., Rednic, R., McClure, D., Tarsy, D., Shih, L., Dy, J., Welsh, M., & Bonato, P. (2010). Home monitoring of patients with Parkinson's disease via wearable technology and a web-based application. In: *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 4411-4414.
- Pentland, A. (2004). Healthwear: Medical Technology Becomes Wearable. *Computer*, 5(37), 42-49.
- Piwek, L., Ellis, D. A., Andrews, S., & Joinson, A. (2016). The Rise of Consumer Health Wearables: Promises and Barriers. *PLoS Med*, 13(2), 1-9.
- PWC Health Research Institute (2014). *Health Variables: Early Days*. (Erişim: 21.05.2018), <https://www.pwc.com/us/en/health-industries/top-health-industry-issues/assets/pwc-hri-wearable-devices.pdf>
- PWC Health Research Institute (2016). *The Wearable Life 2.0 Connected Living in a Wearable World*. (Erişim: 21.05.2018), <https://www.pwc.com/ee/et/publications/pub/pwc-cis-wearables.pdf>
- Ronco, C., & Fecondini, L. (2007). The Vicenza Wearable Artificial Kidney for Peritoneal Dialysis (ViWAK PD). *Blood Purif*, 25(4), 383-388.
- Sağbaşı, E. A., Ballı, S., & Yıldız, T. (2016). Giyilebilir Akıllı Cihazlar: Dünü, Bugünü ve Geleceği. İçinde: *XVIII Akademik Bilişim Konferansı*, Aydın.
- Sargutan, A. E. (2005). Sağlık Teknolojisi Yönetimi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 8(1), 113-144.
- Senior, M. (2014). Novartis signs up for Google smart lens. *Nature Biotechnology*, 32(9), 856.

- Sultan, N. (2015). Reflective thoughts on the potential and challenges of wearable technology for healthcare provision and medical education. *International Journal of Information Management*, 5(37), 521-526.
- Tehrani, K., & Michael, A. (2014). Wearable Technology and Wearable Devices: Everything You Need to Know. (Erişim: 21.05.2018), <http://www.wearabledevices.com/what-is-a-wearable-device>
- Tognetti, A., Lorussi, F., Bartalesi, R., Quaglini, S., Tesconi, M., Zupone, G., & Rossi, D. D. (2005). Wearable kinesthetic system for capturing and classifying upper limb gesture in post-stroke rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 2(8), 1-16.
- Varadan, V. K. (2011). An EKG in your underwear: Nanostructured sensors, smart phones, and cloud computing promise a new platform for everyday medical monitoring. *Mechanical Engineering-CIME*, 34-37.
- Yang, B., & Rhee, S. (2000). Development of the ring sensor for healthcare automation. *Robotics and Autonomous Systems*, 30(3), 273-281.