



Bilimsel Çalışmaların Geleceğin Giyim Tasarımına Olası Etkileri

The Effects of Scientific Studies on the Future Fashion

Başak Özkendirci ^{a,*}

^a Dr. Öğr. Üyesi, Altınbaş Üniversitesi Büyükdere Cad. No:147 Şişli, İstanbul, 34349, Türkiye

Article history: Received 19-11-2018/ Accepted 07-03-2019

ÖZET ABSTRACT

Kimyasal boyaların keşfedilmesi, rejenere liflerin geliştirilmesi ve çözgülu örme teknolojisi moda dünyası üzerinde önemli etkiler yaratmıştır. Yakın zamanda geliştirilen teknikler ve malzemeler moda tasarımlarını etkilemeye devam etmektedir. Son yıllarda dijital baskı teknolojileri, tekstil baskı üretiminin dinamiklerini ve basılı tasarımların tarzını değiştirmiştir. Moda tasarımcıları üç boyutlu yazıcılar kullanarak ürettikleri aksesuarları ve giysileri defilelerinde kullanmaktadır.

Biyomateryaller, nanoteknoloji, mekatronik, nesnelere interneti, mikro işlemciler, yapay zekâ, hologram teknolojileri, enerji depolama sistemleri geleceğin sosyal hayatını ve ekonomisini değiştirecek teknolojiler olarak görülmektedir. Bu alanlarda yapılan araştırmaların geleceğin moda tasarımlarını ve moda endüstrisini etkileyeceği açıktır.

Makale; moda tasarımcıları, tekstil tasarımcıları, trend araştırmacıları ve tekstil sektörüne hizmet veren kuruluşlar için geleceğe yönelik bir vizyon sunmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla tekstil alanında etkili olacağı düşünülen araştırmalar hakkında yayımlar taranarak veri toplanmış ve toplanan veriler kalitatif bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Farklı bilim alanlarında gerçekleştirilen ve giyim endüstrisiyle ilişkilendirilen araştırmalardan örneklerin aktarıldığı makalede, geleceğin moda dünyasında yaşanacak değişimler hakkında öngörüler geliştirilmiştir. İlk bölümünde geleceğin üretim anlayışını değiştireceği düşünülen yeni üretim teknolojileri aktarılmıştır. İkinci bölümde yeni nesil malzemeler biyomateryaller ve nanomateryaller başlıkları altında açıklanmıştır. Üçüncü bölümde giyime adapte edilebilen teknolojilere yer verilmiştir. Son bölümde ise günümüzde gerçekleşen yeniliklerin, moda tasarımı açısından geleceğin kullanıcısının günlük yaşamını nasıl etkileyeceğine dair bir vizyon oluşturulmuştur.

The discoveries like the development of chemical dyes, or regenerated fibers have had important effects on the fashion world. Recently developed techniques and materials continue to affect fashion designs. Digital printing technologies have changed the dynamics of textile printing production.

Biomaterials, nanotechnology, mechatronics, microprocessors, artificial intelligence are seen as technologies that will change the social life and economy of the future. It is clear that the researches in these areas will affect the fashion design of the future and the fashion industry.

The article aims to provide a future vision for fashion designers, textile designers, trend researchers, and the fashion industry. For this purpose, data about the studies which are thought to be effective in the textile field were collected and the collected data were evaluated with a theoretical approach. In the article where the examples from the researches related to the clothing industry from different disciplines are conveyed, the predictions about the changes in the fashion world of the future are being developed. As a result of the article, a futuristic vision has been created about how the innovations in the present day will affect the daily life of the future user in terms of fashion design.

Keywords: Biotextiles, Nanotextiles, Wearable Electronics, Intelligent Textiles, Soft Robotics, Future Fashion

Anahtar Kelimeler: Biyotekstiller, Nanotekstiller, Giyilebilir Elektronikler, Akıllı Tekstiller, Giyilebilir Robotlar, Geleceğin Modası.

BİLİMSEL ÇALIŞMALARIN GELECEĞİN GİYİM TASARIMINA OLASI ETKİLERİ

GİRİŞ:

İnsanoğlunun yeni, farklı, konforlu ve güzel olana sahip olma arzusu, tasarım araştırma geliştirme çalışmalarının itici gücü olmuştur. Rahip William Lee'nin 1589'da icat ettiği çorap örme tezgâhının ilk ürünlerini giyen Kraliçe I.Elizabeth'in, örme çorabın inceliği, esnekliği ve rahatlığından çok etkilendiği için bir daha asla dikilmiş dokuma çorap giymek istemediği bilinmektedir (Özkendirci, 2009:5). İngiltere Kraliçesi Victoria ise İmparatoriçe Eugenie'e kızının düğününde Sir William Henry Perkin'in 1856 yılında yanlışlıkla keşfettiği kimyasal boyar madde ile renklendirilmiş, mor bir elbise giymesini tavsiye etmiştir (Fukai, 2005:16). Naylor

* Başak Özkendirci. Corresponding author. Tel.: +905355763512.

E-mail address: basak.ozkendirci@altinbas.edu.tr

<http://dx.doi.org/10.16950/ijad.436104>

çoraplar üretilmeye başlandıktan kısa bir süre sonra ayda 30 milyon çifti aşan satış rakamlarına ulaşmıştır. İkinci Dünya Savaşı sırasında Amerikalı kadınların çorap bulamadıkları için bacaklarının arkasına kalemle dikiş izi resmettikleri bilinmektedir (Cutlip, 2015). Üretim teknolojilerinde, malzeme araştırmalarında gerçekleşen buluşların, her dönemde moda eğilimlerini ve tasarımlarını etkilediği yadsınamaz bir gerçektir.

Terzilerin dükkanlarından konfeksiyon atölyelerine oradan da entegre fabrikalara taşınan giyim üretimi, günümüzde hammaddeden perakendeye uzanan süreçleri kapsayan temel endüstri alanlarından biri haline gelmiştir. Alanlarındaki yeniliklerden geri kalmanın sistemin dışında kalmaya yol açacağına bilincinde olan tüm sektörler bilimsel gelişmeleri yakından takip etmektedir. Son yıllarda gerçekleşen yenilikler, üretim süreçlerinde hızlı değişimlere yol açmaktadır. Günümüzde yapılmakta olan araştırmaların yakın gelecekte moda dünyasını nasıl etkileyeceği konusunda yeterli ve kapsamlı akademik araştırma bulunmamaktadır. Tekstil, farklı bilim alanlarında elde edilen buluşların hızlı bir şekilde ürüne dönüşmesine olanak tanıyan bir üretim alanıdır. Bu nedenle moda ve tekstil endüstrisinin diğer bilim alanlarıyla etkileşimini konu alan araştırmaların disiplinlerarası çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Makalede son on yıl içerisinde gerçekleşen buluşların moda tasarımı ve moda endüstrisi üzerindeki etkileri doğrultusunda, günümüzde yapılmakta olan ve gelecekte moda endüstrisinin farklı aşamalarında köklü değişikliklere yol açacağı düşünülen bilimsel araştırmalardan örnekler yer verilmiştir. Örnekler; tekstil üretim teknolojilerinde gerçekleşen yenilikler, tekstil alanında kullanılacak yeni nesil malzemeler konusundaki araştırmalar, teknik tekstiller ve akıllı tekstiller başlıklar altında gruplandırılmıştır.

Materyal:

Son yıllarda nanoteknoloji, biyoteknoloji, doku teknolojisi, elektronik, mekatronik gibi farklı bilim alanlarında gerçekleştirilen araştırmalar içerisinde tekstil ve moda alanlarıyla ilişkilendirilen araştırmalar belirlenmiştir. Farklı bilim alanlarında gerçekleşen gelişmeleri moda ve tekstil endüstrisiyle ilişkilendiren kamuoyu duyuruları için internet kaynaklarından yararlanılmış, ilgili bilim alanının çalışmalarıyla ilgili bilgiler akademik yayınlardan alıntılanmıştır. Geleceğe yönelik kurgular tasarımcı bakış açısıyla değerlendirilmiştir.

Yöntem:

Makalenin genelinde kalitatif çalışma yöntemi benimsenmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen bilgiler niteliklerine uygun olarak sınıflandırılmış ve tasarımcı bakış açısıyla yorumlanmıştır. Fütürist tasarım örneklerine de yer verilen çalışmada moda alanındaki gelişmelerin gelecekte kullanıcının gündelik yaşama nasıl yansıtacağına dair kurgusal öngörüler geliştirilmiştir. Gelişmelerin moda tasarım disiplininin konumu ve tasarımcının niteliklerinin geliştirilmesi konusunda yaratacağı değişiklikler tartışmaya açılmıştır.

1. Üretim Teknolojileri

Sanayi devriminden günümüze dek üretim teknolojileri, daha hızlı, daha kaliteli, daha ucuz, daha çeşitli ürünler geliştirmeye odaklanmıştır. Doğal kaynakları hızla tüketirken çevre kirliliğinin hızla artmasına neden olan bu stratejinin sürdürülmesi mümkün görülmemektedir. Dünyanın geleceği açısından üretim teknolojilerinin, daha az enerji, kaynak ve işgücü kullanarak daha az karbon salınımı yapması gerekmektedir. Üretim esnasında kullanılan malzemelerin ve uygulanan proseslerin gerek üretimde çalışan işçilerin gerekse son kullanıcının sağlığına zarar vermemesi de üretim teknolojileri açısından önemli bir kriter haline gelmiştir.

Basım yayın endüstrisini kökten değiştiren dijital baskı teknolojilerinin tekstile adapte edilmesiyle birlikte, tekstil baskı endüstrisinde de büyük bir değişim başlamıştır. Klasik baskı, boyama ve apre yöntemleri, tekstil endüstrisinin en fazla su kirlenen işlemleridir. Tencate firmasının geliştirdiği yeni nesil yazıcı, tekstil boyar maddeleri kumaş üzerine püskürterek desen uygulaması yapmakla birlikte, bitim işlemlerinde kullanılan kimyasalları ve nanopartükülleri de püskürterek kumaşa aktarabilmektedir. Bu sayede sadece baskı değil aynı zaman da apre işlemlerinin de tek bir makinede kısa sürede ve en az fire ile uygulanması mümkün hale gelmiştir. Tencate yazıcılar geleneksel yöntemlere göre enerjiden %60 oranında, sudan % 80 oranında, boyarmaddeden %90 oranında tasarruf etmekte, çevresel atıklarda %90 oranında azalma sağlamaktadır (Özkendirici, 2016:23). Uzun metrajlı üretim yapan klasik baskı

teknolojilerinden farklı olarak yeni baskı teknolojileri, kısa metrajlı üretime olanak sağlamaktadır. Klasik üretimlerdeki renk kısıtlamaları ve ince detayların aktarılmasındaki zorluklar da yeni baskı teknolojileriyle birlikte ortadan kalkmıştır. Hızlı değişen koleksiyon yenileme akışı açısından oldukça elverişli olan bu üretim teknolojisi sayesinde, desen tasarımı alanında tasarımcı ihtiyacının artacağı öngörüsü oluşmaktadır.

Örme teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde günümüzde konfeksiyon gerektirmeyen giyim üretimi yapılabilmektedir. 'fully fashion' adı verilen örme makinelerinde, bir elbise, kolları, yakası ve bedeniyle bir bütün olarak örülebilmektedir. Nike firmasının katkılarıyla geliştirilen 'flyknit' örme teknolojisi ise onlarca farklı parçadan oluşan bir spor ayakkabının üretim prosesini kısaltmakla birlikte yüksek performans sergileyen, hafif ve rahat ayakkabıların üretilmesine olanak sağlamaktadır. "Fully fashion örme teknolojisiyle birlikte değişen ürün tasarım anlayışı flyknit teknolojiyle doruk noktasına ulaşmıştır (Adam,2016)." Kesim ve dikim için harcanan süre ve emeğin ortadan kalkmasını sağlayan bu üretim teknolojisi sayesinde, hammaddenin tamamı ürüne dönüşmektedir. Örme teknolojisindeki bu gelişme, tekstil tasarımcısı profilini de etkilemiştir. Ürünün bir bütün olarak üretilbildiği bu teknolojilerle birlikte, kumaş tasarımcısı-moda tasarımcısı ayrımı ortadan kalkmıştır. Dolayısıyla endüstrinin tasarımcıdan beklentileri de artmıştır. Günümüzde bu alanda hizmet verecek bir tasarımcının iplikten nihai ürüne kadar her aşamayı tasarlayabilmesi, ürünleri üç boyutlu olarak kurgulayabilmesi ve üretimin teknik çözümlerini yapabilmesi beklenmektedir.

Teknolojisi hızla gelişen üç boyutlu yazıcılarla günümüzde gerçek boyutlu bir binayı yazmak veya bir vücut organını yazmak mümkün hale gelmiştir. Tasarımcılar üç boyutlu yazıcılarla ürettikleri giysileri ve aksesuarları podyumlarda sergilemektedir. Üç boyutlu yazıcı teknolojisi, kullanıcının internet üzerinden satın alacağı dijital ürün dosyasını veya uygun yazılım üzerinden bizzat kendi tasarladığı ürünü, evindeki yazıcıyı kullanarak üretebilmesine olanak sağlayacak şekilde geliştirilmektedir.

Bu gelişmeler, aynı üründen binlercesinin üretilerek farklı lokasyonlara gönderildiği hazır giyim endüstrisinin tamamen değişeceğini göstermektedir. Büyük boyutlu üretim yapma zorunluluğunu ortadan kaldıran bu teknolojiler sayesinde tüketiciler, kişiye özel tasarımları ulaşılabilir fiyatlara elde edebilecektir.

2. Yeni Nesil Malzemeler

Üretim teknolojilerindeki gelişmelerin, geleceğin moda endüstrisini şekillendirmesi kaçınılmazdır. Ancak moda alanındaki en büyük sıçramayı laboratuvar ortamında geliştirilen yeni nesil malzemelerin gerçekleştireceği düşünülmektedir. Yeni nesil tekstil malzemeleri konusunda üniversiteler ve özel sektör önemli yatırımlar yapmakta ve konuyla ilgili her geçen gün yeni bir makale yayınlanmakta, yeni bir patent alınmaktadır. Yakın süreçte çeşitli kaynaklarda yayınlanmış olan ve geleceğin modasını etkileyeceği düşünülen yeni nesil malzemeler biyomalzemeler ve nanomalzemeler başlıkları altında incelenmiştir.

2.1. Biyomalzemeler

Uzun vadeli kullanımda sağlığa zararlı oldukları ortaya çıkan sentetik malzemeler nedeniyle doğal hammaddelere yönelen insanlar, bu kez hızla tükenen kaynak sorunuyla karşı karşıya kalmıştır. Atıkları doğada kolaylıkla yok olabilen, çevreye, hayvanlara ve insan sağlığına zarar vermeden seri olarak üretilen, sürdürülebilir hammadde arayışları hız kazanmıştır. Yüksek nem çekme kabiliyeti nedeniyle giyim üretiminde en çok tercih edilen doğal lif olan pamuk, üretiminde yüksek miktarda pestisit kullanılan ve bol suyla yetiştirilen bir bitkidir. Pamuk aslında; üretiminde kullanılan kimyasallarla üretildiği tarlanın toprağını, yakınındaki yeraltı su kaynaklarını, ağartıcı kimyasalların ve boyar maddelerin karıştığı akarsuları ve tenine temas ettiği tüketiciyi zehirleyen 'doğal' bir hammaddedir (Chapagain vd., 2005:16). Gelişen rejener elyaf üretim teknikleriyle birlikte hayatımıza giren bambu, viskoz, seacell, lenpur, soya ipeği gibi insan yapısı lifler, kullanıcıya doğal liflerin üstün özelliklerini sunmakla birlikte daha az su sarfiyatıyla üretilmektedir. Doğada lif formuna sahip olmayan protein ve selülozun, tekstilde kullanılabilir lif haline getirilmesi tekstil malzemeleri endüstrisine yeni bir dönem başlatmıştır. Günümüzde gerçekleştirilmekte olan malzeme araştırmaları ise giyim tasarımcılarının yepyeni bir dünya görüşü kazanmalarını gerektirmektedir.

Biyoloji mühendisliği ve doku mühendisliği alanlarında yapılan araştırmalar, organik malzemelerin laboratuvar ortamında üretilmesine, hatta bu malzemelerin üç boyutlu yazıcılarda kullanılmasıyla form kazanmasına olanak tanımaktadır. Laboratuvarlarda üretilen bu malzemelerin estetik ve işlevsel özelliklerinin geliştirilmesi de mümkündür. Bilindiği üzere; deri tabaklama işleminde kullanılan krom tuzları milyonlarca insanı zehirli kirliliğe maruz bırakmaktadır (Bharagava, 22). Vegan tüketiciler tarafından kullanılmayan hayvansal ürünlerin yanı sıra hayvan hakları açısından kullanılması etik olmayan hayvansal ürünlerin yakın gelecekte laboratuvar ortamında üretilerek moda endüstrisinde kullanılması artık ütöpik bir kurgu değildir. Ayrıca ikinci deri(second skin) adı verilen yapay dokuların ve biyolojik malzemelerin yakın gelecekte tıbbi alanlarda tedavi aracı olarak kullanılacağı öngörülmektedir (Qin, 2015:68).

Doku mühendisleri inekten alınan deri dokusunu laboratuvar ortamında üretmeyi başarmış, ürettikleri kültür deriyle ilgili çeşitli patentler almışlardır. Kültür deri; laboratuvar ortamında üretilebilmesi nedeniyle hayvan dostudur. Doğal yollarla elde edilen deriye göre oldukça az enerji ve kaynak harcanarak üretilmesi nedeniyle çevre dostudur. Deri üretiminde kullanılmakta olan toksik kimyasalları içermemesi nedeniyle de kullanıcı dostudur. (Chua, 2014).

Mühendis ve girişimci Julian Melchiorri'nin ipek lifleriyle geliştirdiği sentetik biyolojik yaprak, gerçek bir bitki yaprağı gibi ortamdaki karbon dioksiti absorbe edip oksijen üretebilmektedir. Sentetik biyolojik yaprak uzun süreli uzay yolculuklarının gerçekleşmesini sağlayacak malzeme olarak görülmektedir (Hobson, 2014). Binaların dış yüzeylerinin fotosentez yapabilen sentetik biyolojik yapraklarla kaplanmasının yok edilen ormanlara bir alternatif oluşturması umut verici bir fikirdir. Giydiğimiz yağmurluk sayesinde karbon ayak izimizi küçülebileceğimiz fikri ise doğaya duyarlı bir kullanıcı için oldukça heyecan vericidir.



Şekil 1. Fotosentez yapan yarı sentetik biyolojik yaprak kaynak: (Hobson, 2014).

"İnsanların değişen eğilimlerle birlikte birkaç ay giydikten sonra kullanmadıkları tekstiller, neden uzun yıllar dayanıklı kalacak şekilde üretilir?" sorusuna odaklanan moda tasarımcısı Aniel Hoitink, canlı malzemelerden oluşan bir kumaş geliştirmek üzere araştırmalar yapmaktadır. Mycelium adı verilen bir tür mantarın köküyle yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen 'canlı' tekstiller, alışılmışın dışında özellikler sergilemektedir. Sadece ürün için gereken miktarda malzemenin üretilebilmesi, malzemenin kendi kendisini tamir edebilmesi, kısa bir sürede doğada kolaylıkla yüzde yüz çözünmesi, doğal olarak antibakteriyel olması MycoTEX adı verilen ürünün üstün özelliklerinden bazılarıdır (Hoitink, 2018). Kullanıcının üzerinden çıkarttığı gömleği bahçesindeki toprağa attığı ve toprakta çözünen gömleğin bahçe bitkilerini beslediği bir gelecek çok uzak görünmemektedir.

MIT Media Laboratuvarında çalışan araştırmacılar; ağ yapılı sentetik kumaşa dahil ettikleri 'Bacillus Subtilis Natto' bakterileri sayesinde, kullanıcının ten yüzeyindeki neme tepki veren bir ürün geliştirmiştir. Baskı yoluyla kumaşta bulunan üçgen kanatçıklara aktarılan bakteriler, tende nem oluşmasına milisaniyeler içinde tepki göstererek genişlemekte, kumaş üzerindeki kanatçıklar bakterilerin genişlemesiyle birlikte açılmaktadır. Nem kurduğunda bakteriler daralmakta ve kumaş yüzeyindeki kanatçıklar yeniden kapanmaktadır. Bu yöntemle kendi iklimlendirme sistemine sahip bir ürün ortaya çıkmaktadır (Peterson, 2016). Kullanıcının sabah

serinliğinde giydiği motifli ceketini, öğlene doğru sıcaklık arttıkça motiflerin içinde delikler oluşacak şekilde açılarak dantel benzeri bir kumaşa dönüşmesi, kullanıcı için son derece işlevsel bir özellik sunmakla birlikte tasarımcı için de oldukça estetik bir tasarım unsuru ortaya koyacaktır.

Biyomalzemeler bölünme veya üreme yoluyla çoğalabilmekte, kendisini onarabilmekte kullanıcının gereksinimleri doğrultusunda form değiştirebilmektedir. Klasik kumaş üretim süreçlerine gerek duyulmamasıyla birlikte düşük maliyetle üretilebilecek olan biyomalzemeler, doğada kolaylıkla çözünebileceği için karbon salınımını azaltacak malzemeler olarak görülmektedir.



Şekil 2. Alexander McQueen'in DNA'sından üretilen deri çanta. kaynak: (Berman, 2017).

Yakın gelecekte biyomühendisler ve doku mühendisleri laboratuvar ortamında ürettikleri kültür derileri veya yaşayan kumaşları moda tasarımcılarının hayal güçlerine teslim edeceklerdir. Moda tasarımcısı Tina Gorjanc'ın 2010 yılında intihar eden ünlü moda tasarımcısı Alexander McQueen'in saç telinden aldığı DNA örneğini laboratuvarında çoğaltarak elde ettiği kültür deri ile ürettiği çantalar gerçek bir insan derisinin özelliklerine sahiptir. Tina Gorjanc, güneşte bronzlaşabilen, gözenekleri ve çilleri olan çantalarına yeni tasarımlarında dövme yapmayı planlamaktadır (Berman, 2017). Gorjanc'ın kültür insan derisi çanta girişiminin etik yönü tartışmalıdır ancak biyomalzemeler ile moda alanında neler yapılabileceğini yansıtmaya açısından dikkate değer bir çalışmadır.

Biyolojik malzemelerden üretilen canlı kumaşlar tasarımcıları heyecanlandırırken biyomühendisler biyolojik bilgisayar araştırmaları üzerinde çalışmaktadır. DNA ve RNA içeren genetik materyalden yapılmış biyolojik transistörler, şimdiden bilgisayarların üç temel işlevinden ikisini karşılayabilecek niteliktedir. Yeniden yazılabilir dijital veri saklama ve bilgiyi hücreden hücreye iletme işlevlerini yerine getirebilen hücreler, biyolojik bir ortamda, mantık olanaklarının elektronikte olduğu kadar sınırsız olduğunu göstermektedir. Biyolojik internetle birleştirilebilen ve hücre gruplarının davranışlarının düzenlenebildiği biyolojik bilgisayarlar insanoğlunun geleceğini şekillendirecek çığır açan buluşlar arasındadır (Myers,2018). Bedenin üzerinde akıllı bir ikinci ten vazifesi göreceğ olan biyolojik kumaşlar ile nasıl giysiler tasarlanabileceğini bu günden hayal etmek bile güç görünmektedir.

2.2. Nanomalzemeler

10^{-9} m. ölçeğinde gerçekleşen çalışmalar Yunanca'da cüce anlamına gelen "nano"(νάνο) ön ekiyle adlandırılmaktadır. "Nanoteknoloji, nanometre ölçeğindeki şeyleri gözlemlenme, ölçme, manipüle etme ve üretme becerisidir." (Mongillo, 2007:1). Tekstil, nano ölçekte birleştirme çalışmalarının ürüne dönüşen ilk örneklerinin geliştirildiği alanlardandır. Nano ölçekte maddelerin elektrostatik stabilizasyon veya sterik stabilizasyon gibi metotlarla elyafa, ipliğe veya kumaşa aktarılmasıyla nitelikleri geliştirilmiş ürünler elde edilmektedir. Yansımayı engelleyen, ultraviyole ışınlarını veya infrared ışınları geçirmeyen, elektriği iletebilen, "yağ, toprak ve toz

iticiği olan, su geçirmeyen, nem tutabilen, alev almayı geciktiren, sinekleri uzak tutan, kırışmayan, antibakteriyel, kendisini temizleyebilen, antistatik, form hafızası olan, kumaşların bazıları piyasalarda zaten mevcuttur, bazıları da hala erken prototip aşamasındadır (Nasir, Freidman, Wang, 2013:12).” Çok uzak olmayan bir gelecekte bilinen en güçlü doğal liften yüzelli kat daha güçlü nanotüplerin kullanılmasıyla ipekten ince bir kumaşla balistik enerji sapmasının da sağlanabileceği düşünülmektedir.

Nanotekstil terimini günümüzde algılandığı şekliyle sadece tekstil malzeme ile nano ölçekte malzemenin birleştirilmesiyle elde edilen malzemelerle sınırlandırmak yetersiz bir değerlendirme olacaktır. Nanoteknoloji, nanosistemler, nanobiyoteknoloji, nanobiyonikler, nanofarmakoloji, nanorobotlar geleceğin araştırma alanları olarak görülmektedir.

Güneş ışınlarından veya beden hareketlerinden enerji üretme ve depolama özelliklerine sahip kumaşlarla ilgili araştırmalar, giyilebilir teknolojilerin gerektirdiği enerji ihtiyacını karşılayabilecek şekilde kurgulanmaktadır. Bilişim teknolojilerinin temel taşı olan transistörlerin nano boyutta üretilebilmesi, esnek, dayanıklı, katlanabilen hatta yıkanabilen elektroniklerle, veri depolama, veri aktarma ve veri yönetme özellikleri sunan tekstil ürünlerinin geliştirilmesinin de önünü açmaktadır.

Giyilebilir bilgisayar teknolojisinin ardındaki vizyon, gelecekteki elektronik sistemlerin günlük kıyafetlerimizin ayrılmaz bir parçası olmasını öngörmektedir. Giyilebilirlikle ilgili özel gereksinimleri karşılayan bu sistemler, kullanıcılarının ve kendilerinin etrafındaki durumun davranışlarını ve davranışsal durumlarını, otomatik olarak tanımaları ve bu bilgileri sistemlerin konfigürasyonunu ve işlevselliğini ayarlamak için kullanmaları ile karakterize edilecektir (Stoppa vd., 2014:1). Bedenimizdeki değişimleri en yakından takip eden nanotekstillerin, erken teşhis ve önleyici tedavi açısından önemli bir fark yaratacağı öngörülebilir. Nanofarmakoloji alanında gerçekleştirilen araştırmalar yakın zamanda vücudumuzun gereksinim duyduğu vitaminleri veya sürekli olarak kullanmamız gereken ilaçları, tenimizle temas eden tekstillerden alabileceğimizi işaret etmektedir (Duncan, 2006:44). Nanobiyomühendislik alanında gerçekleştirilen selülozik nanomalzeme araştırmaları ise yukarıda aktarılan tüm nanotekstil kazanımlarının kullanıcıya pamuğun doğal tuşesinde sunulmasını sağlayacak çalışmalardır.

Nano-Gelecek kitabının yazarı J.S.Hall, nanotüplerle üretilecek 5 mikron kalınlığındaki ve iki çay kaşığı su ağırlığındaki nanogiyisiyi şöyle tanımlamaktadır:

"Kumaş, içi boş ve vakumlu plakalarla ışınımı ve ısı aktarımını engeller. Vücudunuzun ürettiği ısıdan veya gün ışığından enerji üretir. Su altında oksijeni ayrıştırarak kullanıcının nefes almasını sağlar. Sanal gerçeklik, bilgi işlem, iletişim gibi işlevleri ve çok daha fazlasını gerçekleştirebilecek cihazlar, nanogiyisinin hacminin yüzde birine sığdırılabilir. Yüksek çözünürlüklü optik nano-aynalarla veya faz sıralı optiğiyle kaplı kumaşlarla kullanıcı istediği görüntüyü, hologramı yansıtabilir, hatta görünmez olabilir" (Hall, 2009:146).

3. Giyilebilir Teknolojiler

Saat, telefon gibi araçları yanlarında taşıyabilmek için daha küçük, daha hafif kompakt ve taşınabilir şekilde geliştiren insanların, yaşamlarını kolaylaştıran teknolojileri üzerlerinde taşıyabilecekleri şekilde geliştirme eğilimleri devam etmektedir. Bu bölümde teknolojinin, mobil, giyilebilir ve işlevsel olmasını sağlayan temel parçalara yer verilmiştir. Ayrıca bu temel parçaların amaca hizmet edecek şekilde bir arada ve uyumlu çalışmasını organize edecek sistemler aktarılmıştır.

3.1. Elektronik Tekstiller

Bir İtalyan firması tarafından satışa sunulan teknolojik yeniliklerle donatılmış spor kesimli ceket, James Bond filmlerini çağrıştırmaktadır. Kullanıcıya; Yüksek çözünürlüklü (HD) kamera,

zaman atlamalı video kaydedici (VCR), küresel yer belirleyici (GPS) takip cihazı, sinyal bozucu, temassız iletişim standardı (NFC) işlevlerini sunan ceket, yeniden şarj edilebilir batarya ile çalışmaktadır (Montenegro, 2017). Bond ceketini gibi elektronik teçhizatla donatılmış işlevsel kumaş, giysi ve mekân tekstilleri 'elektronik tekstiller' olarak adlandırılmaktadır. Elektronik teçhizatın tekstilde kullanılabilmesi için öncelikle, cihazların gereksinim duyduğu enerji, ürün dahilinde karşılanabilmelidir. Veri ve enerjinin aktarılması ve depolanması gereklidir. Tekstile entegre edilecek cihazlar küçük, hafif, hatta esnek olmalıdır ve az enerji tüketmelidir.

Güç kaynakları, üzerinde en fazla araştırma yapılan konulardan biridir. Esnek termoelektrik jeneratörleri ile nanoteknolojinin bir arada kullanılmasıyla bağımsız olarak kendi elektriğini üretebilen kumaşlar ve giysiler gerçekleştirilebilmektedir (Francioso vd., 2013:32). Beden hareketlerinden kinetik enerji üretilmesi, vücut ısısından enerji elde edilmesi ve güneş ışığı, yağmur, rüzgâr gibi kullanıcının çevresindeki doğal kaynaklardan enerji elde edilmesi, esnek termoelektrik jeneratörleriyle mümkün hale gelmiştir. Tasarımcı Pauline Van Dongen'in giyilebilir solar elbise (Wearable Solar Dress) tasarımları ve tasarımcı Diana Eng'in piezoelektrik elbise (Piezoelectric Dress) tasarımları, kendi enerjisini üretebilen giysilerin ilk örneklerindedir.

Elektronik teçhizatın tekstile adaptasyonu için gerekli olan ikinci önemli işlev: bilginin ve enerjinin iletilmesidir. Tekstilde bilgi ve enerji iletimi konusunda yapılmakta olan araştırmalardan bir kısmı iletken metal monofilamentlerin veya çeşitli kaplamalarla (metal tuzları, galvanik maddeler vb.) iletken hale getirilen tekstil liflerinin iplik olarak kullanılmasına odaklanmaktadır. Bu iplikler, dokunarak veya örülerek kumaş haline getirilebilmektedir. Yapısal olarak iletken özellikler taşıyan kumaşların haricinde iletken ipliklerin nakış yoluyla kumaş yüzeyine adapte edilmesi de mümkündür. Bu tip ürünler, güç kaynağından cihaza enerji akışı sağlayabilmektedir. Washington Üniversitesi'nde geliştirilen bir iletken kumaşta herhangi bir cihaza bağlı olmaksızın manyetik olarak bilgi kodlanabilmiş ve bilgi depolanabilmiştir (Chan, 2017). Devam eden araştırmalar; iletken yapının tenle temasını engelleyecek ve kumaş yüzeyinden fark edilmeyecek, dikilebilir, yıkanabilir, esnek kumaşların geliştirilmesine odaklanmaktadır. Kumaşta iletkenliği sağlamak konusundaki başka bir araştırma alanı ise iletken mürekkep kullanımınıdır. Serigrafi, püskürtme veya transfer yöntemleriyle kumaşa aktarılan yüksek iletkenliğe sahip metal içerikli boyar maddeler ile bilginin ve enerjinin iletilmesi gerçekleşmektedir. Dupond firması tarafından geliştirilen ve termoplastik poliüretan (TPU) üzerine uygulanan iletken boyarmadde, istenilen kumaş üzerine transfer edilebilmektedir. Dupond firması, geliştirdiği iletken mürekkebi, esneyebilen elektronik mürekkep (Stretchable Electronic Ink) adıyla satışa sunmuştur.

Elektronik tekstillerin kullanıcıya fayda sağlayabilmesi, kullanıcının bedeni ve çevresiyle ilgili veri toplanmasıyla ilişkilidir. Farklı değişkenlere duyarlı sensörlerin tekstillere adaptasyonu konusunda yapılan araştırmalar sonucunda, esnek sensörler geliştirilmiştir. Bedenle temas ederek vücut parametrelerini algılayan bu sensörler, kullanıcının sağlığıyla ilgili veriler toplayabilmektedir (Stoppa vd., 2014).

Sensörlerin topladıkları verilerin anlamlı ve kullanılabilir bir bilgiye dönüşebilmesi için analiz edilmesi gerekmektedir. Bilginin bir iletişim ağına aktarılarak, verilerin analiz edilebileceği merkezlere iletilmesini veya tekstil ürünü bünyesinde analiz edilerek anlamlı sonuçlar elde edilmesini mümkün hale getiren araştırmalar yapılmaktadır. Kullanıcıyı mobil anten haline getiren ve bilgiyi radyo frekanslarıyla aktarabilen kumaşlar ya da doğrudan internete bağlanabilen kablosuz giyilebilir vücut ağları (wireless wearable body networks) ile veri aktarımı sağlanabilmektedir (Priya vd., 2017; Arbia vd., 2017:5). Kullanıcının üzerinde taşıdığı akıllı telefonuna aktarılan veriler, cep telefonlarına yüklenebilen çeşitli yazılımlar ile bağımsız ve mobil olarak analiz edilebilmektedir.

Giyilebilir enerji hasadı, iletken tekstil malzemeleri ve giyilebilir sensörler alanlarında yapılan araştırmalar, elektronik ekipmanların kullanıcının giyimden beklentilerine engel olmayacak şekilde giyim ürünlerine adaptasyonunu sağlayan gelişmeler ortaya koymaktadır.

3.2. Akıllı Tekstiller

Birçok kaynakta elektronik tekstiller ve akıllı tekstiller tanımları arasında net bir ayrım bulunmamakta, bazı kaynaklarda iki terim aynı tanımı işaret etmektedir. Elektronik tekstiller ve akıllı tekstiller arasındaki farkın verilerin işlenmesi aşamasında ortaya çıktığı söylenebilir. Akıllı tekstiller, üzerine adapte edilen cihazları çalıştıracak enerjiyi jeneratörlerle üreten, sensörlerle veri toplayan, enerjiyi ve bilgiyi ileten ve depolayan elektronik tekstillerin bir ileri aşamasıdır. Akıllı tekstiller; verileri algılar, analiz eder, değişken koşullara adaptasyon sağlar ve-veya tepki oluşturur. Örneğin; sensörler düzenli olarak kullanıcının kalp ritmini ölçer ancak hangi alt ya da üst değer tehlike oluşturduğunu tespit edemez. Sensörden gelen verileri toplayan akıllı tekstil, bu verileri daha önce tanımlanan tehdit ve tehlike sınırları doğrultusunda analiz ederek tehdit oluşturan durumda kullanıcıyı uyarabilir veya tehlike oluşturan durumda ambulansı arayıp konum bildirebilir.

Akıllı tekstillerde verileri değerlendirerek tepki oluşturma komutunu veren mekanizma giyilebilir bilgisayarlardır. Giyilebilir bilgisayar; "Vücutta taşınabilen, tamamen işlevsel, kendi kendine yeten, bir bilgisayar." olarak tanımlanmaktadır (Barfield vd., 2001:6). Giyilebilir bilgisayarlar, sensörlerden gelen hareket verisini analiz ederek duruma göre sıkılaşan veya esneyen akıllı sütyen (Smart Bra) örneğindeki gibi belirli bir görev için programlanmış, sınırlı kapasiteye sahip bir yapıda olabilir (Phillips, 2014). Geniş kapasiteye sahip akıllı tekstiller, kullanıcının vücut ısı, su kaybı, nefes alışığı gibi birden fazla sensörün verilerini tarayarak, kıyafeti esneterek kullanıcının daha kolay hareket etmesini, gözeneklerini genişleterek kullanıcının daha rahat nefes almasını sağlamak gibi karmaşık işlemleri bir arada gerçekleştirecek şekilde programlanabilir.

Terleyen kullanıcının serinlemesini sağlayabilen akıllı tekstiller, canı dondurma çeken kullanıcının dileğini de yerine getirebilir mi? Kablosuz beyin-bilgisayar arayüz sistemleri (Wireless Brain-Computer Interface Systems) ile gelecekte bu da mümkün olabilecektir. "İnsan elektroensefalogramının (EEG) nörofizyolojik sinyallerini ölçen beyin-bilgisayar arayüz sistemleri, insan kullanıcının intensitesini çözmek ve harici cihazları veya bilgisayar uygulamalarını kontrol etmek için komutlar üretmek üzere tasarlanmıştır."(Lee vd., 2013:218). Daha açık bir ifadeyle; kullanıcının zihnindeki komutları algılayabilen ve bu komutları doğrudan internet bağlantısına sahip ev aletlerine, internet üzerinden en yakındaki markete iletebilen bir arayüz geliştirilmiştir. Basite indirildiğinde, ham beyin sinyallerini bilgisayar mesajlarına dönüştüren bir çeviri cihazına benzetilebilecek olan kablosuz beyin-bilgisayar arayüz sistemleri, hâlihazırda Emotiv firmasının 'EEG Headset' adıyla satışa sunduğu kulaklıklarda kullanılmıştır. Jolimont Capital isimli Avustralya teknoloji firmasının beyin-bilgisayar arayüz teknolojisiyle geliştirdiği akıllı şapka (Smart Caps) ise Avustralyalı maden işçilerinin beyin dalgalarını izlemek için kullanılmaktadır (Ker, 2017).

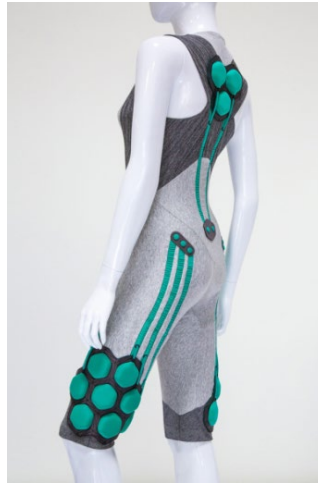


Şekil 3. Beyin dalgalarını ölçen akıllı şapka. kaynak: (Ker, 2017).

Sanatçılar ve tasarımcılar tarih boyunca bilimsel araştırmaların tetikleyicisi olmuşlardır. Jules Verne'nin aya yolculuk hayali yüzdört yıl sonra gerçekleşmiştir. Araştırmalar, Stan Lee'nin 1960'larda yarattığı Iron Man karakterinin gerçekleşmesi için fazla beklemeyeceğimizi göstermektedir. Harici iskelet (exoskeleton) , giyilebilir robot (wearable robotics) veya yumuşak robot (soft robotics) olarak adlandırılan sistemler; insan vücuduyla uyumlu eklemlere

sahip olan, kullanıcının duyuları ve beklentileriyle yönlendirilebilen, elektrikli motorlar, pnömatik sistemler, kollar, hidrolikler ya da ekstremite sağlayan teknolojilerden oluşan, giyilebilir hareketli makinelerdir. Kas sistemini destekleyen bu makineler kullanıcının gücünü ve dayanıklılığını arttıracak şekilde tasarlanmaktadır (Mooney, 2017:6). Harici iskeletlerin ilk örnekleri devasa, ağır, esnemeyen, karmaşık makinelerdi. Kullanıcının hareketlerine duyarlı ve uyumlu olan bu makinelerin gerçek anlamıyla giyilebilmesini sağlayacak olan ise bir önceki bölümde aktarılan giyilebilir elektronik alanında gerçekleştirilen buluşlardır. Doğal şekilleri sorunsuz bir şekilde kaplayabilen, kumaşa dayalı, esneyebilen ve gerilebilen dokunsal sensörler 'akıllı' giyilebilir robotların geliştirilmesinde önemli bir rol üstlenecektir. Wyss Enstitüsü Biyolojik İlham Mühendisliği'nde yapılan araştırmalar neticesinde elde edilen silikon tekstil hibrit sensörler bu çalışmalara örnek gösterilebilir. Harekete karşı hassas olan bu sensörlerden gelen elektriksel bilgiler, kumaşa entegre edilen ince ve esnek teller sayesinde, sert, hantal arayüzler olmaksızın bir devreye iletilebilmektedir. Wyss Enstitüsü kurucu müdürü Donald Ingber, geliştirdikleri sensörlerin, kumaş tabanlı yumuşak aktüatörler ile birleştirildiğinde hazır giyim ürünlerini taklit eden yeni robotik sistemlere olanak tanıyacağını aktarmaktadır (Brownell, 2017).

Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) tarafından finanse edilen ve kullanıcılarına üstün özellikler kazandıran askeri giysi 'Savaşçı Ağ' (Warrior Web) örneğinde olduğu gibi bazı harici iskelet çalışmaları askeri araştırmalar kapsamında geliştirilmektedir. Gündelik hayatta kullanmakta olduğumuz birçok ürünün uzay araştırmalarında ve savunma sanayi için gerçekleştirilen araştırmalarda ortaya çıkmış olması, yakın gelecekte giyilebilir robotların da spor giysilerine adapte edilebileceğine dair umut vermektedir. İsviçreli tasarımcı Yves Béhar'ın Aura güç giysisi (Aura Power Clothing) tasarımında yer alan elektrikli kaslar, yaşlı insanların yürütmesine, ayağa kalkmasına ve merdiven çıkmasına yardımcı olmaktadır. 'Pod' adı verilen elektrikli kaslar, gövde, kalçalar, bacaklar ve sırt bölgelerinde yer alan sensörler ile çalışmaktadır. Her biri, vücudun doğal hareketlerine tepki vermek için yapay zekâyı kullanarak, kullanıcının gereksinim duyduğu ekstra kas gücünü sağlamaktadır. Aura güç giysisi, sağladığı üstün özelliklerin yanı sıra günlük kullanım için oldukça rahat ve son derece estetik bir üründür (Morby, 2017).



Şekil 4. Aura Power Clothing. kaynak: (Morby, 2017).

Geleceğin Giyim Ürünleri

İlgiyle izlediğimiz bilim kurgu filmlerinde, şehir büyüklüğündeki uzay gemilerini kullanan insanların kostümleri, genellikle fütürist çizgiler taşımaları ve metalik görünümlü kumaşlardan dikilmiş olmaları haricinde özel bir işlev sergilememektedir. Bu bölüme kadar aktarılan araştırmalar ve sonuçları, tekstil alanında hızlı ve büyük bir değişimin yaşanacağını işaret etmektedir. Aktarılan gelişmeler ışığında Amy Westcott'un 'After Earth' filmindeki Kitai karakteri için tasarladığı kostümlerin, gelecekte tekstil alanında yaşanması beklenen

değişikliklerle uyumlu olduğu görülmektedir. Kitai'nin kullandığı kostüm; hava ve tehlike koşullarına göre renk değiştirebilmekte, kullanıcının kalp ritmi, kan basıncı gibi hayati verilerini ana gemiye iletebilmekte, kullanıcı, kendisini uçurumdan aşağı bıraktığında kostümün kollarında ve bacaklarında açılan kanatlarla havada süzulebilmektedir. Giyside yer alan kameralar merkeze kullanıcının gözünden çevre görüntüsünü aktarmakta, kullanıcı hayati donanımlarını kıyafetinde yer alan haznede saklamaktadır. Westcott, bu çalışmayla ilgili bir röportajında, yönetmen Night Shymalan ile birlikte bir süper kahraman filmi değil, gerçeğe dayalı fütüristik bir film oluşturmayı hedeflediklerini belirtmiştir. Bu nedenle tekstil alanındaki bilimsel çalışmaları araştırarak tasarladığı kostüm ile geleceğe yönelik realist bir kurgu oluşturduğunu aktarmıştır (Laverty, 2013). Amy Westcott'un tasarımı, sıra dışı şartlarda hayatta kalmak üzerine kurgulanmış askeri bir kostümdür. Uçmak, geleceğin insanların öncelikli gereksinimini olmayabilir ancak gelecekte gündelik hayatta kullanılacak giysiler için Kitai kostümü hiç de sıra dışı bir örnek değildir.



Şekil 5. After Earth Kitai kostümü eskizleri (Çizer: Brian Vanzuella). kaynak: (Laverty, 2013).

Geleceğin bilişim ve tasarım yazılımları dikkate alındığında, bilgisayar ortamında tasarlanan giysilerin, moda günlerinde üç boyutlu hologramlarla sunulduğu, kullanıcının giysiyi hologram olarak bilgisayar ortamında deneyebildiği ve kredi kartıyla tasarımın teknik dosyasını satın aldığı bir moda ticaret ağı öngörülebilir. Kullanıcı, ismarladığı hammaddeyi üç boyutlu yazıcısına yerleştirdikten sonra kültür deri ceketini veya kültür ipek bluzunu, beden ölçülerine göre düzenlenmiş tasarım teknik dosyasıyla kendi evinde üretebilir.

Nonmalzemelerin, biyomalzemelerin ve elektronik tekstillerin işbirliğiyle, havanın sıcaklığı arttıkça kullanıcının giydiği elbisenin kumaşı flanelden dantele dönüşebilir ya da sahnedeki dansçıların kostümleri birbiriyle etkileşime girerek hareketli giyilebilir monitörler olarak senkronize bir video sunumuna başlayabilir. Seksen yaşını geçmiş bir kullanıcı şık takımı içine giydiği harici iskelet ile rahatlıkla ayağa kalkıp gösteriyi alkışlayabilir. Yaşlıları, hayati fonksiyonlarını sürekli olarak ölçen ve risk durumunda sağlık birimlerine bildiren takım elbiseleri sayesinde aktif yaşamda yer alabilir.

Giyilebilir bilgisayar ve kablosuz beyin-bilgisayar ara yüz sistemleri sayesinde, spor ayakkabılarıyla uyumlu şapkasını takıp sabah koşusunu yapan anne, aynı anda zihnindeki alışveriş listesini online market sepetine aktarabilir. Okuldaki çocuğunun sınavının nasıl geçtiğini öğrenebilir veya eşinin dönüş saati için evdeki fırını programlayabilir. Akşam işten çıkan kullanıcı, eğlence mekânına giderken üzerindeki kıyafetin formunu ve renklerini yeniden programlayabilir. Resmi bir kıyafetle başladığı günü üzerini değiştirmeden göz kamaştırıcı bir parti giysisiyle tamamlayabilir. Kişisel asistanı olan takım elbisesinden başka hiçbir elektronik cihaza gereksinim duymayan kullanıcı, toplantı salonundaki Japon iş insanlarının görüşlerini

simultane tercümeyle dinleyebilir. Kıyafeti, sunum dosyasını odadaki yansıtıcıya ve odadaki iş insanlarının giydikleri takım elbiselerine aktarabilir. Akşam evine dönen kullanıcı, üzerinden çıkardığı kıyafetini, kendi kendini temizlemesi için ultraviyole dolabına asabilir veya ertesi sabah üç boyutlu yazıcısında farklı bir model yazdırmak için hammaddeye dönüştürmek üzere sentez cihazına atabilir.

SONUÇ VE TARTIŞMA:

İnsanın en yoğun ve en yakın etkileşim halinde olduğu nesnelere giysileridir. Bu nedenle insanlar, binyıllar boyunca kendilerini dış etkenlerden korumak ve görsel etkilerinden faydalanmak amacıyla kullandıkları tekstillere her geçen gün yeni işlevler ve anlamlar yüklemektedir. Estetik özellikleriyle dikkat çeken ve kullanıcının giysiden beklediği temel işlevleri yerine getiren tasarımlar elbette devam edecektir. Ancak kullanıcının yaşam kalitesini arttıracak gereksinimlerini karşılayabilecek yeni bir giysi tasarım alanının ortaya çıktığının fark edilmesi ve bu alana yönelik yatırımlar yapılması gereklidir.

Doğal kaynakların hızla azalması ve çevre kirliliğinin giderek artması her alandan tasarımcıların, daha az kaynakla, çok fonksiyonlu, uzun ömürlü ve geri dönüştürülebilir ürünler tasarlaması konusunda baskı oluşturmaktadır. Biyoloji mühendisliği ve doku mühendisliği alanlarında yapılan araştırmalar sayesinde moda tasarımcılarının kullanımına sunulmak üzere doğada tamamen çözünebilen çevreye duyarlı malzemeler geliştirmektedir. Tekstil tasarımcıların çağın gereklerine uyum sağlamaları açısından yeni malzemeleri araştırmaları ve alışılmadık dışında farklı malzemelerle çalışmaya açık olmaları önerilmektedir.

Makalede aktarılan araştırmalar ve buluşlar; geleceğin giysilerinin, kullanıcının kişisel asistanı hatta kişisel sağlık danışmanı olabileceğini, kullanıcının fiziksel olumsuzluklarını ortadan kaldıracak şekilde, kullanıcının üzerindeyken form, renk, desen, doku değiştirebileceğini, giysiden giysiye zihinsel iletişim kurulabileceğini işaret etmektedir. Aktarılan şartlar altında klasik tasarım anlayışının da kökten değişeceği anlaşılmaktadır. Tasarım eğitiminin bu köklü değişime uyum sağlayabilmesi açısından nasıl bir yol izlenmesi gerektiği akademik ortamlarda tartışılması gereken bir konudur. Araştırmanın bulguları tasarım, teknoloji ve bilim disiplinleri arasındaki sınırlar ortadan kalkacağını ve ortak çalışmaların etkili bir şekilde gerçekleştirilebileceği, araştırma, tasarım ve üretim sahaları oluşacağını göstermektedir. Bu doğrultuda moda tasarım disiplininin gelecekte nasıl konumlanacağı, hangi farklı disiplinlerle işbirliği içerisinde olacağı ve disiplinlerarası çalışmalar neticesinde hangi yeni moda tasarım alt disiplinlerinin oluşabileceği gibi sorular tartışılmayı ve araştırılmayı bekleyen konulardan bazılarıdır.

Giyim tasarımı ve üretimi alanlarında öngörülmesi, değişimin gerisinde kalınmaması ve doğru yatırımların gerçekleştirilebilmesi açısından bilimsel araştırmaların yakından takip edilmesi günümüzde sadece tasarımcıların ve işletmelerin değil ülke ekonomilerinin de olmazsa olmazıdır. Moda dünyasında gerçekleşmesi beklenen köklü değişimin içinde yer almak isteyen tasarımcıların farklı disiplinlerle ortak çalışmalar yapmaya açık olmaları gerekmektedir. Eğitim kurumlarının multidisipliner çalışmaların etkin olarak gerçekleşmesini sağlayacak temel eğitim altyapısını verecek ve ortak çalışma alanları oluşturacak şekilde geliştirilmesi gerekmektedir. Giyim üretimi yapan kuruluşların ise daha az kaynakla hedef odaklı üretim anlayışına uyum sağlamaları, bilimsel araştırmalara fon oluşturmaları ve tasarımcılara yatırım yapmaları önerilmektedir.

KAYNAKLAR:

Adam, J. (2016). Material Matters: Nike Flyknit. Sneakerfreaker, <https://www.sneakerfreaker.com/articles/material-matters-nike-flyknit/> (accessed in: 10.08.2017).

- Arbia, D. B., Alam, M. M., Le Moullec, Y., Hamida, E. B. (2017). Communication Challenges in On-Body and Body-to-Body Wearable Wireless Networks A Connectivity Perspective. *Technologies* 5 (3):43-52.
- Barfield, W., Caudell, T. (2001). *Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality*. New Jersey: CRC Press.
- Berman, R. (2017). a Designer is Making Leather Goods Out Of Alexander McQueen's Skin. <http://bigthink.com/robby-berman/a-designer-is-making-products-out-of-alexander-mcqueens-skin> (accessed in: 11.01.2018).
- Bharagava, R. N. (2017). *Environmental Pollutants and their Bioremediation Approaches*. UK.: Press.
- Brownell, L. (2017). Soft And Stretchy Fabric-Based Sensors For Wearable Robots. <https://wyss.harvard.edu/soft-and-stretchy-fabric-based-sensors-for-wearable-robots/> (accessed in: 07.02.2018).
- Chan, j., Shyamnath, G.(2017). Data Storage and Interaction using Magnetized Fabric, *Computing Machinery's User Interface Software and Technology*, 17(1):655-663.
- Chua, J. M. (2014). Modern Meadows Raises \$10 Million to Bioengineer Cow-Free Leather. <https://inhabitat.com/ecouterre/modern-meadows-raises-10-million-to-bioengineer-cow-free-leather> (25.02.2018).
- Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y., Savenije , H. H. G., Gautam, R. (2005). The Water Footprint Of Cotton Consumption,: <http://waterfootprint.org/media/downloads/> (accessed in: 18.03.2018).
- Cutlip, K. (2015). How 75 Years Ago Nylon Stockings Changed the World. *Smithsonian Magazine*. https://www.smithsonianmag.com/smithsonian-institution/how-75-years-ago-nylon-stockings-changed-world-180955219/#_ySmfcbH4Pv9t6GX1.99 (accessed in: 18.11.2017).
- DuFault, A. (2014). Fashion Meets Renewable Energy – Clothes That Charge Your Smartphone. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/sustainable-business/sustainable-fashion-blog/fashion-technology-renewable-energy-solar-charge-smartphone> (accessed in: 14.02.2018).
- Duncan, E. (2006). *Development and Regulation of Medical Texnology*. U.S.: NRC Press.
- Francioso, L., Siciliano, P., Pasca, M. (2013). Thin Film Technology Flexible Thermoelectric Generator And Dedicated ASIC For Energy Harvesting Applications, *Advances in Sensors and Interfaces IWASI*, DOI:10.1109/IWASI.2013.6576100
- Fukai, A. (2005). *Fashion on Colors*. NY: Assouline.
- Hall, J. S. (2009). *NanoGelecek*. (Çev.) Mehmet Doğan, İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.

- Hobson, B. (2014). The 'First Man-Made Biological Leaf' Could Enable Humans To Colonise Space. <https://www.dezeen.com/2014/07/25/movie-silk-leaf-first-man-made-synthetic-biological-leaf-space-travel/> (accessed in: 12.11.2017).
- Hoitink, A. (2018). Fungi Fashion A Fit For The Future. <https://www.innovatorsmag.com/fungi-fashion-a-fit-for-the-future> (accessed in: 12.03.2018).
- Ker, P. (2017). Jolimont buys stake in brain monitoring SmartCap. Financial Review, <http://www.afr.com/technology/jolimont-buys-stake-in-brain-monitoring-smartcap-20170523-gwaxg6> (accessed in: 08.03.2018).
- Laverty, L. C. (2013). After Earth: Costume Designer Amy Westcott Explains Life Suit. <https://clothesonfilm.com/after-earth-costume-designer-amy-westcott-explains-life-suit/32031/> (accessed in: 07.03.2018).
- Lee, S., Shin, Y., Woo, S., Kim, K., Lee, H. N., (2013). Brain-Computer Interface Systems - Recent Progress and Future Prospects. Rezai, R.F.(Ed.), Review of Wireless Brain-Computer Interface Systems (ss.215-238). U.K.: Intech.
- Mooney, C. (2017). Wearable Robots. Chicago: Norwood House Press.
- Mongillo, J. F. (2007). Nanotechnology 101. London: Greenwood Pub.
- Montenegro, R. (2017). Now Crowdfunding: A Tailored Tech Jacket That Makes You Feel Like James Bond. <http://bigthink.com/ideafeed/now-crowdfunding-a-tailored-tech-jacket-that-makes-you-feel-like-james-bond> (accessed in: 03.03.2018).
- Morby, A. (2017). Yves Béhar's Aura Power Clothing Helps The Elderly With Mobility. <https://www.dezeen.com/2017/01/12/yves-behar-aura-power-clothing-helps-elderly-mobility-design-museum-london/> (accessed in: 04.02.2018).
- Myers, A. (2013). Biological Transistor Enables Computing Within Living Cells, Study Says. <https://med.stanford.edu/news/all-news/2013/03/biological-transistor-enables-computing-within-living-cells-study-says.html> (accessed in: 20.02.2018).
- Nasir, A., Freidman, A., Wang, S. (2013). Nanotechnology in Dermatology. NY: Springer.
- Özkendirci, B. (2010). Tasarım Yöntemleri Açısından Çözgülü Örme. Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Özkendirci, B. (2016). Geleceğin Zemin Tekstillerini Tasarlamak. (Designing the Floor Textiles of the Future), Aurum Altınbaş Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 1(1):23-53. (In Turkish)
- Peterson, B. (2016). The First Truly Breathable Fabric Contains Living Bacteria, Smithsonian Magazine. <https://www.smithsonianmag.com/innovation/first-truly-breathable-fabric-contains-living-bacteria-180958106/> (accessed in: 04.12.2017)
- Phillips, N. (2014). Smart Bra. <https://www.smh.com.au/technology/smart-bra-australian-engineers-develop-bionic-bra-with-intelligent-fabric-20141211-124xaw.html> (accessed in: 28.02.2018).

Priya, A., Kumar, A., Chauhan, B. (2015). A Review of Textile and Cloth Fabric Wearable Antennas, *International Journal of Computer Applications IJCA Journal* 116(17):1-5.

Qin, Y. (2016). *Medical Textile Materials*. London: Woodhead Publishing.

Stoppa, M., Chiolerio, A. (2014). *Wearable Electronics and Smart Textiles: A Critical Review*, PMC US National Library of Medicine National Institutes of Health, 14(7) MDPI, DOI:10.3390/s140711957

EXTENDED ABSTRACT:

Innovations in science and technology have influenced fashion trends and designs in every period. Considering that the innovations and researches that have taken place in the last years will shape the fashion industry in the future, the lack of adequate and comprehensive academic research on this subject is an important shortcoming. In the preparation phase of the article aims to carry the subject to the academic agenda, scientific studies and inventions which are related to textile fashion fields have been investigated in recent years. In the study, where qualitative research method is used, fictional predictions have been developed in which the subject is evaluated from a designer perspective.

The textile industry, focused on developing faster, better quality, cheaper, more diverse products from the industrial revolution to the present, is one of the most polluting industrial areas. An environment and people-oriented change have to be experienced in the unsustainable textile industry. New generation textile patterning machines are print and finish by spraying dyes and chemicals on fabric. These machines could reduce energy, water, dye, and environmental waste according to traditional methods (Özkendirici, 2016: 23). New generation knitting machines are complete a product consisting of dozens of different parts in one process. Thus, the whole raw material is turned into a product. The new generation of production technologies that are environmentally friendly will make the change obligatory in every stage of fashion and clothing industry.

The search for sustainable raw materials, which wastes completely soluble and mass producible without harming the environment, animals and human health, has accelerated. Through researches in the fields of bioengineering and tissue engineering achieved production of organic materials in the laboratory. A kind of culture leather has been produced in the laboratory by a piece of skin tissue taken from the cow. That environment, animal and user-friendly products are expected to be used in the future in the field of textiles (Chua, 2014). The surfaces obtained from a kind of fungus attract attention with its features such as being able to repair itself and being 100% soluble in nature (Hoitink, 2018). By applying a moisture sensitive bacteria to the textile, a garment with its own air-conditioning system has produced according to the moisture content of the body (Peterson, 2016). Those biomaterials can multiply themselves, they can repair themselves and they can change form according to user's requirements.

By applying the materials on the nanometer scale to the fabrics, the products with improved qualities are obtaining. Researches are carried out on fabrics that produce and store energy

from sun rays or body movements. Applying nano-sized transistors to textiles, leading to the development of textile products that offering flexible, durable, foldable, even washable electronics, data storage, data transfer, and data management features. With small-sized generators, clothes that can produce their own electricity from body movements and environmental variables (Francioso et al., 2013: 32). With the fabrics printed with conductive inks or fabrics woven with conductive monofilaments, energy flow can be provided from the power source to the device. With the development of flexible sensors, different data such as heart rhythm and humidity level can be collected from the user's body (Stoppa at al., 2014). Data transfer can be made with wireless wearable body networks that can be used as a mobile antenna or directly connected to the Internet (Priya at al., 2017; Arbia at al., 2017: 5). With Wireless Brain-Computer Interface Systems, an interface has been developed that can detect commands in the user's mind and transmit these commands to home appliances that have an internet connection. By adapting electric motors and pneumatic systems that can be driven by the user's senses, comfortable, flexible and aesthetic exoskeleton can be developed which can support body movements and increase body strength (Morby, 2017). Considering the information systems and design software of the future, it can be foreseen that a fashion trade network in which computer-designed garments are presented with three-dimensional holograms on fashion days, the user can try the garment as a hologram in the digital environment. With the cooperation of nanomaterials, biomaterials and electronic textiles, as the temperature of the air increases, the fabric of the wearer's wear can turn from a flannel to a lace. The costumes of the dancers may turn wearable monitors which show a synchronized video presentation. An aged user can dans without difficulty with the external skeleton he wears inside his stylish suit. The user, who does not need any electronic devices other than his personal assistant suit, can listen to the opinions of Japanese business people in the meeting room with simultaneous translation. The user returning home in the night can put his clothes on the ultraviolet cabinet for self-cleaning, or he can throw it into the synthesizer next morning to convert it to the raw material.

The inventions that develop the clothes to improve the quality of life of the user indicate that a new field of clothing design has emerged. Researches and inventions in the article show that in the future garments will be the user's personal assistant or personal health consultant. It is understood that the classical design concept will change radically under the changing conditions. How fashion and textile design education can adapt to this radical change is an issue that should be discussed in academic environments. In order to adapt to the requirements of the era, it's necessary that textile designers should research new materials and be able to work with different materials. The fashion industry has to adapt to sustainable production understanding, fund research on scientific research and invest in designers.

Keywords: Biotextiles, Nanotextiles, Wearable Electronics, Intelligent Textiles, Soft Robotics, Future Fashion