

20
19

GELECEĞİN DÜNYASINDA BİLİMSEL VE MESLEKİ ÇALIŞMALAR

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ

EDİTÖRLER

DR. ÖĞR. ÜYESİ ABDULLAH ELEN

DR. ÖĞR. ÜYESİ EMRE AVUÇLU

EKİN 
Basım Yayın Dağıtım

**GELECEĞİN DÜNYASINDA
BİLİMSEL VE MESLEKİ ÇALIŞMALAR
2019
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ**

EDİTÖRLER

DR. ÖĞR. ÜYESİ ABDULLAH ELEN
DR. ÖĞR. ÜYESİ EMRE AVUÇLU

EKİM 2019
BURSA / TÜRKİYE

EKİN 
Basım Yayın Dağıtım

Editörler

DR. ÖĞR. ÜYESİ ABDULLAH ELEN

DR. ÖĞR. ÜYESİ EMRE AVUÇLU

Birinci Baskı •© Ekim 2019 / Bursa

ISBN • 978-605-327-985-3

© copyright

All Rights Reserved

Ekin Basım Yayın Dağıtım

Tel: 0224 223 04 37

Mail: info@ekinyayinevi.com

Web: www.ekinyayinevi.com

Adres: Şehreküstü Mahallesi Cumhuriyet Caddesi
Durak Sokak No:2 Osmangazi - Bursa

EKİN 
Basım Yayın Dağıtım

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
GENETİK ALGORİTMADA ÇAPRAZLAMA YÖNTEMLERİ.....	1
1. GİRİŞ.....	1
2. GENETİK ALGORİTMA	1
2.1. Genetik algoritmaların tarihçesi.....	2
2.2. Genetik algoritmanın parametreleri	3
2.3. Genetik Operatörler	3
2.4. GA'nın Çalışma Prensipleri	4
2.5. GA'nın Performansını Etkileyen Nedenler	5
2.6. GA'nın Uygulama Alanları	6
2.7. GA ile İlgili Yapılan Çalışmalar	7
3. MATERYAL VE METOT.....	8
3.1. Tek Noktalı Çaprazlama.....	9
3.2. İki Noktalı Çaprazlama	10
3.3. Tekdüze (<i>Uniform</i>) Çaprazlama	10
3.4. Kısmen Uyumlu Çaprazlama (PMX).....	11
3.5. Sıralı Çaprazlama (OX).....	12
3.6. Sıraya Dayalı Çaprazlama (OX2)	13
3.7. Dairesel Çaprazlama (CX)	14
3.8. Konuma Dayalı Çaprazlama (POS)	14
3.9. Sezgisel Çaprazlama (<i>Heuristic Crossover</i>).....	15
3.10. Maksimal Koruyucu Çaprazlama (<i>Maximal Preservative Crossover-MPX</i>).....	15
4. SONUÇLAR	16
5. KAYNAKÇA.....	16
İŞLETMELERİN KALİTE KONTROL SÜRECİ İÇİN GÖRSEL SUNUM ARACI TASARIMI	19
1. GİRİŞ.....	19
2. KALİTE KAVRAMI.....	19
2.1. Kalitenin Tanımı.....	20
2.2. Kalitenin Boyutları.....	21
3. KALİTE KONTROL KAVRAMI.....	22
3.1. Kalite Kontrolün Tanımı	22
3.2. Kalite Kontrolün Tarihsel Gelişimi.....	22
3.3. Kalite Kontrolün Amaçları	23
3.4. Kalitenin Yedi Aracı	23

4. KALİTE KONTROL SÜRECİ İÇİN GÖRSEL SUNUM ARACI TASARIMI.....	24
4.1. Veri girişi.....	24
4.2. Varlık İlişki Diyagramı	27
4.3. Kullanıcı Arayüzü.....	27
5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	34
6. KAYNAKÇA	35
PROGRAMLAMA, EĞİTİM VE ÖĞRETİMDE NASIL FAYDALI BİR ŞEKİLDE KULLANILABİLİR?	36
1. GİRİŞ.....	36
2. ÇOCUKLARIN DOĞASI	36
2.1. Çocukları Anlamak	36
2.2. Peki Ne Yapılabilir?	36
2.3. Yöntem.....	36
3. PROGRAM.....	36
3.1. Nasıl Kullanılır?.....	36
3.2. Nasıl Yazıldı?	43
3.3. Nasıl Geri Bildirimler Alındı?	48
4. SONUÇLAR	48
5. KAYNAKÇA	48
TEKSTİL VE KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK GELİŞMELER...50	
1. GİRİŞ.....	50
2. TEKNOLOJİK GELİŞMELER.....	51
2.1. Üretimdeki Teknolojik Gelişmeler	51
2.2. Ürünlerdeki Teknolojik Gelişmeler	58
3. SONUÇLAR	63
4. KAYNAKÇA	64
BREAST CANCER COIMBRA DATA SET'İN K-MEANS VE X-MEANS İLE KÜMELENMESİ	65
1. GİRİŞ.....	65
2. VERİ MADENCİLİĞİ.....	65
2.1. Sağlık Alanında Veri Madenciliği Kullanımı.....	67
2.2. Kümeleme	68
3. ARAŞTIRMADA KULLANILAN YÖNTEMLER.....	69
3.1. K-means	69
3.2. X-means	73
4. ARAŞTIRMADA KULLANILAN VERİ SETİ	75
5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME.....	75
6. SONUÇ	78

7. KAYNAKÇA.....	78
RAHİM AĞZI KANSERİ (RİSK FAKTÖRLERİ) VERİ SETİ İÇİN ÖZNİTELİK SEÇİMİ.....	84
1. GİRİŞ.....	84
2. VERİ MADENCİLİĞİ.....	87
2.1. Sağlık Alanında Veri Madenciliği Kullanımı.....	90
3. ARAŞTIRMADA KULLANILAN YÖNTEM.....	92
3.1. Dilsel Kuvvetli Sinir-Bulanık Sınıflayıcı	92
4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME.....	96
5. SONUÇ.....	97
6. KAYNAKÇA.....	98
YAPAY SİNİR AĞLARI İLE MELANOM CİLT KANSERİNİN TESPİTİ.....	104
1. GİRİŞ.....	104
2. CİLT KANSERİ.....	105
3. YAPAY SİNİR AĞLARI	107
4. YÖNTEM.....	109
4.1. Bulgular.....	110
5. SONUÇLAR	112
6. KAYNAKÇA.....	113
BULANIK MANTIK TEMELLİ BİREYSEL KREDİ BAŞVURUSU DEĞERLENDİRME SİSTEMİ TASARIMI.....	115
1. GİRİŞ.....	115
2. BİREYSEL KREDİLER.....	116
3. BULANIK MANTIK	117
4. YÖNTEM.....	118
5. SONUÇLAR	122
6. KAYNAKÇA.....	122

TEKSTİL VE KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK GELİŞMELER

Mihriban Kalkancı

Pamukkale Üniversitesi, Denizli Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Denizli, Türkiye.

mkalkanci@pau.edu.tr

1. GİRİŞ

Günümüzde hızla ilerleyen teknolojik gelişmeler tekstil, konfeksiyon ve hazır giyim sektöründe de yaşanmaktadır. Son teknolojik gelişmeler, sektörde hem ürün çeşitliliğini sağlamakta hem de hızlı üretim, ekonomiklik ve verimlilik gibi avantajlarla üreticilere katkı sağlamaktadır.

Tekstil ve konfeksiyon üreticileri, bugün kumaşlarına ve kıyafetlerine değer katmak için çok çeşitli yaratıcı ve ustaca dekoratif teknikleri kullanmaktadırlar. Bu yeni dekoratif tekniklerin geliştirilmesi, giysi teknolojisindeki son yeniliklerle kolaylaştırılmıştır. Böylece, tasarımcılar ve üreticiler için ekonomik tasarım seçenekleri genişlemiştir. Bu yenilikler doğrudan dijital baskıya, nakışa, konvansiyonel dikişe, süsleme tekniklerine, ısı transferine ve lazer dekorasyona yönelik makinelere odaklanmıştır. Ayrıca, elektronik tekstiller ve akıllı giysilerdeki gelişmeler, giysilerin kullanıcıları için işlevselliğini artırarak, estetik alanın ötesinde giysi dekorasyonunu da sağlamıştır.

Lif, tekstil üretimi ve giyim eşyası üretimi geliştirmekte olan dünyada sanayileşmeye yol açmaktadır. Dünyada yaşanan teknolojik değişiklikler, giysi üretiminin otomasyonunu da teşvik etmektedir. CAD, CAM, üretim yönetimi ve bilgi teknolojisi sistemleri gibi teknolojiler, moda ve tekstil endüstrisinde birçok kolaylığı sağlamaktadır. Bu kolaylıklar aynı zamanda işgücü verimliliğini artırarak toplam üretim maliyetlerini azaltmaktadır [1].

Mobil cihazlar, uygulamalar, sosyal medya ve bağlantı teknolojilerinin birbirine bağlı biçimde yükselişi geçtiğimiz yıllarda hız kesmemiştir ve önümüzdeki yıllarda etkileri görülecektir. Sürücüsüz otomobiller, drone'lar, asistan robotlar, yapay zeka, nesnelerin interneti, artırılmış gerçeklik ile sanal gerçeklik geleceğimizde de dünyayı değiştirmeye devam edecektir. Akıllı saat ve akıllı bileklik ürünleriyle hayatımızda yer edinmeye başlayan giyilebilir teknolojilerin önemi giderek artmaktadır. Giyilebilir teknolojiler önümüzdeki yıllarda hayatımızı değiştirecek 10 teknolojik yenilikten birisi olarak sayılmaktadır. Giyilebilir teknoloji cihazlarının temel görevlerinden biri, sensörler aracılığıyla topladığı verileri doğrudan telefona ve internet üzerinden buluta aktararak sağlık, eğlence, iş ve benzeri gündelik alanlarda hayatı kolaylaştırmaktır. Bu bilgiler adım sayar, kilo ölçer, sosyal medya takibi, mesaj alıp gönderme, uzaktan konuşma, ajanda kontrolü, müzik yayını, fotoğraf çekimi gibi pek çok seçeneği kapsamaktadır. Giyilebilir teknoloji ürünleri saat ve bilekliğin yanı sıra kolye, bilezik, yüzük gibi aksesuarları da kapsıyor ve yakın dönemde akıllı lenslerin üretilmesi de gündemdedir. Giyilebilir teknolojiler alternatif tanıtım, pazarlama ve satış yöntemlerini de beraberinde getirecektir [2].

Önemli bir tekstil alanı olan teknik tekstil üretimi de dünya ticaret hacminde önemli bir yere sahiptir ve tekstil sanayii teknik tekstile doğru bir yönelim halindedir. Bugün inşaat sektöründen itfaiye elbiselerine, taşımacılıktan sağlığa kadar yaşantımızın her alanında yer alan teknik tekstil grubu, bütün tekstil uygulamaları içerisinde en hızlı büyüyen segment olarak dikkat çekmektedir. Teknik tekstil sektörü, gerek üretim sürecinde yaratılan katma değer ve gerekse de ihracat gelirleri içindeki yüksek payı nedeniyle ekonomik kalkınma sürecinde önemsenmelidir. Bu nedenle AR-GE ve altyapı yatırımlarını arttırmak, nitelikli işgücünü geliştirmek, teknoloji transferini arttırmak ve uluslararası alanda da işbirliğini arttırmak hedeflenmelidir. Türkiye'nin lokomotif sektörlerinden olan tekstil ve konfeksiyon sektörü bölgenin rekabet gücünü artıran anahtar sektörlerden biridir. Bölge için stratejik öneme sahip bu sektörde yüksek katma değerli üretime geçiş, firmaların mevcut durumda

TEKSTİL VE KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK GELİŞMELER

rekabet gücünün artırılması ve uluslararası alanda yeni pazarlara girmesi, üniversite-sanayi ve diğer destekleyici kurumların işbirlikleri ile mümkün olabilecektir [3].

Yukarıdaki gelişmeler ile üretilmiş en yenilikçi ürünlerden bazıları aşağıdaki gibidir [4].

- Mart 2017’de, North Face tarafından dünyanın ilk dökümlü/yumuşak yağmurluğu olan Apex Flex GTX üretilmiştir. Apex Flex, lamine naylon kullanılan geleneksel yağmurlukların aksine özel bir polyester örme kumaştan imal edilmiştir ve bu nedenle de çok daha yumuşak ve esnektir.
- Adidas, bir startup firması olan Carbon ile birlikte çalışarak, Futurecraft 4D model spor ayakkabılarını “Dijital Işık Sentezi” teknolojisi kullanarak geliştirmiştir. Dünyanın ilk yüksek performanslı spor ayakkabısı olarak tasarlanan bu modelin tek bileşenli tabanı, ihtiva ettiği 20.000 üzerinde minyatür destekler yardımıyla, belli bir fonksiyon için kontrol edilebilir enerji dönüşü sağlamaktadır.
- 2017’de dünyanın ilk “en doğa dostu” yağmurluğu OutDry Ex Eco Shell, Colombia tarafından geliştirilmiştir.
- Vollebak, 2017’de iki ürün geliştirmiştir. Bunlardan ilki, pamuk yerine %100 Kevlardan üretilen ve dolayısıyla hemen hemen her türlü dış etkiye karşı koruma sağlayan, giyim konforu yüksek sweatshirt’tür. İkinci ürün ise “güneş enerjisi ile şarj” olan yağmurluklardır. Bu yağmurlukları özel kılan ise birkaç saat içinde şarj olarak karanlıkta bir tür ışıldağa dönmesi (12 saat süreyle bu özelliğini koruyabilmekte) su geçirmemesi ve son derece hafif olmasıdır (sadece 230 g). Güneş yerine cep telefonu feneriyle (veya benzer bir fenerle) ceketi kısa süreli kullanım için şarj edebilmektedir.
- Christopher Bevans’ın lüks spor giyim markası Dyne, anoraktan taytlara kadar ilkbahar-yaz 2018 koleksiyonunun tüm parçalarını “dikişsiz” olarak üretmiştir.
- Google x Levi’s “Jakar Projesi” ile akıllı denim montları üretmişlerdir. Standart Levi’s denim montun modelinde üretilen, ancak bir akıllı telefon ile senkronize hale getirilebilen bu özel giysi, kullanıcı hareketlerine bağlı olarak tüm telefon fonksiyonlarını kontrol etmek üzere kullanılabilmektedir.

Özellikle sanayileşmenin 4. evresini tanımlamak üzere kullanılan Endüstri 4.0, nesnelerin internete bağlanarak iletişim haline geçeceği, bu vesileyle akıllı üretimin gerçekleşeceğini ifade etmektedir. Akıllı üretim sürecine siber fiziksel sistemler, robotlar, 3d yazıcıların girmesiyle eski üretim anlayışı değişecek ve uzun yıllardır tartışılan esnek üretim devreye girecektir [5].

Giyilebilir teknolojiler ve akıllı giysiler, giysiye doğrudan dijital baskı, son teknolojik nakış makineleri, lazerli ve plazma teknolojisi ile kesim sistemleri, ultrasonik kesim sistemleri ve üç boyutlu baskı makineleri tekstil, hazır giyim ve konfeksiyon alanındaki teknolojik yeniliklerden bazılarıdır. Bu çalışmada tekstil, hazır giyim ve tekstil teknolojilerindeki son gelişmeler ve bu teknolojilerle üretilen giysiler araştırılmıştır. Tekstil, konfeksiyon ve hazır giyim sektöründeki teknolojik gelişmeleri üretimde ve ürünlerde olmak üzere 2 başlıkta inceleyebiliriz.

2. TEKNOLOJİK GELİŞMELER

2.1. Üretimdeki Teknolojik Gelişmeler

Üretimdeki teknolojik gelişmeler dijital dönüşüm ile ön plana çıkmaktadır. Endüstri 4.0 sürecine uyum sağlanması durumunda; verimlilikteki artışın % 4-7 arasında olacağı, sanayide büyümenin %3 olacağı ve istihdamda ilk on yıl içinde %5 artış olacağı tespit edilmiştir. Dünya Ekonomik Forumu’nda 2025’te dünya nüfusunun %10’unun internete bağlanabilen giyilebilir teknolojileri kullanacağı belirtilmiştir. Endüstri 4.0 ile gelen üretimin başından sonuna entegre edilen sistemler; verimlilik, atık yönetimi, üretim hızı ve kapasitesi gibi birçok konuda optimizasyon sağlamaktadır.

TEKSTİL VE KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK GELİŞMELER

2.1.2. Robotlar

Robotlar geleneksel olarak fabrikalardaki montaj hatlarında sıkıcı, tekrarlayan işler yapmak için ideal olmuştur. Bununla birlikte, son gelişmeler bellek ve çevikliğe sahip robotlar ile onları programlanabilir ve işbirlikçi hale getirmiştir. Bu, pozisyonların kaldırılması ile ilgili değil, daha akıllı çalışanlar yaratmak ve aynı zamanda robotların işi yapabileceği tehlikeli durumlarda onları değiştirerek insanları güvende tutmakla da ilgilidir. Örneğin, robotlarla kumaş kesmek yıllarca mümkün olmuştur, ancak robotlar bükülebilir kumaşlar veya lastikler gibi belirli tekstiller için ideal olmadığı için kesim ve dikim işlemleri zor olmuştur.

Bu konuda teknolojik çalışmalar sürmektedir. Örneğin; SoftWear Automation gibi bazı şirketler, bir robotu bir dikiş makinesinde çok doğru bir şekilde yönlendiren, maliyetleri azaltan ve süreci hızlandıran robot kollar ve vakumlu kısıkaçlarla donatılmış “Sewbots” (Şekil 2) geliştirmiştir.

Sadece iki yıl önce robotik çalışmaların başlangıcında Sewbo, kumaşı karton benzeri bir malzemeye dönüştürmek için suda çözünen sertleştirme çözümlerini kullanarak herhangi bir insan müdahalesi olmadan tişört dikebilen bir robot tasarlanmıştır.

Nike, 2013'ten beri Grabbit altında ayakkabı üretmekte olup, makinelerin nesneleri manipüle etmesine yardımcı olmak için elektro montajı kullanan bir robotik girişimdir.

Adidas Spor giyim şirketinin, SoftWear Automation'ın geliştirdiği, Sewbot adını verdiği robotu kullanarak günde 800 bin tişört üretebileceği belirtilmektedir. Tek bir insan rehberliğinde çalışan robotun, 1 saatte 17 insan kadar tişört yapabileceği ve her 22 saniyede bir tişört üretebilecek güce sahip olabileceği ve bu sayede, üretimdeki artışın % 300'e ulaşacağı belirtilmektedir. Bitmiş ürün görmek için kumaşların kesim ve dikiş süresi toplam dört dakika olacaktır [6].



Şekil 2: Robot uygulaması (Sewbot)

2.1.3. Üç Boyutlu Yazıcılar

3D baskı veya eklemeli üretim, dijital bir dosyadan üç boyutlu katı cisimler yapma işlemidir. 3B basılı bir nesnenin yaratılması, ilave işlemler kullanılarak elde edilir. İlave bir işlemde, nesne yaratılana kadar ardışık malzeme katmanlarını bırakarak bir nesne yaratılır. Bu katmanların her biri, nihai nesnenin ince dilimlenmiş yatay bir kesiti olarak görülebilir. 3D baskı, örneğin bir freze makinesinde bir metal veya plastik parçasını kesen / oyup çıkartan üretimin tam tersidir. 3B baskı, geleneksel üretim yöntemlerinden daha az malzeme kullanarak karmaşık (işlevsel) şekiller üretilmesini sağlar.

Literatürde üretim yöntemlerine, kullanılan hammaddeye göre farklı sınıflandırmalar yapılsa da, temel olarak moda ve tekstil tasarımında bu yazıcıların kullanımı iki amaçla/şekilde olmaktadır. İlk olarak giysi bütün olarak bu yöntemle üretilmekte (Şekil 3, Şekil 4), ikinci olarak da tekstil yüzeyinde temel teşkil eden dokuma veya örme ile oluşturulmuş yüzeylere alternatif olabilecek, farklı bağlantı şekilleriyle bilinen dokuma ve örme kumaşlara alternatif yüzeyler (Şekil 5) elde edilebilmektedir [11]. Şekil 3’de üç boyutlu yazıcılarla üretilmiş ve farklı defilelerde sergilenmiş bütün giysi modelleri görülmektedir.



Şekil 3: Sol: İlkbahar / Yaz 2014 Koleksiyonu (New York Moda Haftası); Merkez: Sonbahar / Kış 2016 Koleksiyonu (New York Moda Haftası); Sağ: İlkbahar / Yaz 2017 Koleksiyonu (New York Moda Haftası) [12].

Üç boyutlu yazıcılar, moda ve tekstil tasarımında, giysi üretimi ve tekstil yüzeyinde dokuma ya da örme ile oluşturulmuş yüzeylere alternatif olabilecek, farklı işleme modelleriyle ürünler elde etmek için kullanılabilir.

3D baskının moda sektöründe de giderek artan şekilde kullanıldığını görebiliriz. 3D baskılı haute couture'un öncüsü sayılan Iris Van Herpen, Materialize ile işbirliği yaparak elbiseler basmaktadır (Şekil 4).

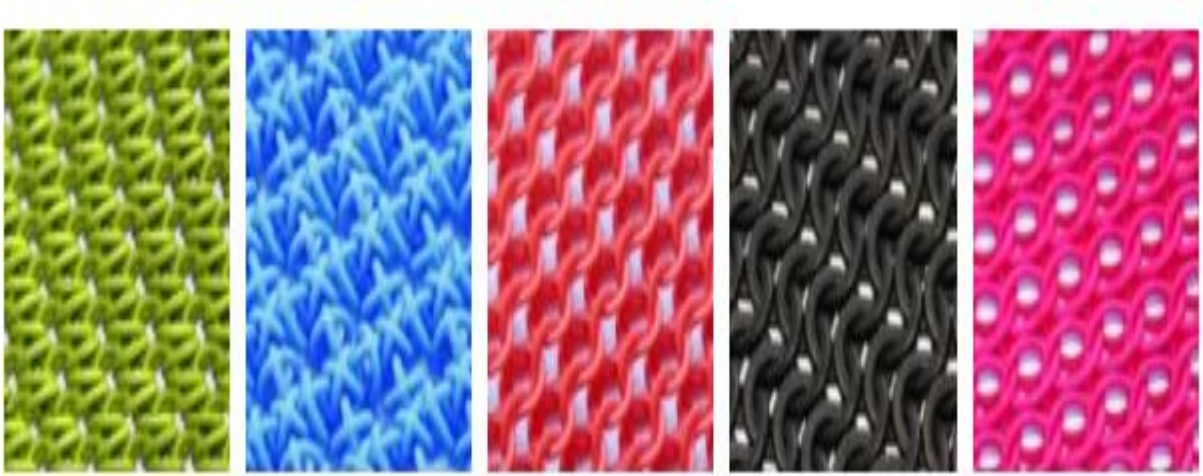


Şekil 4: Hollandalı tasarımcı Iris Van Herpen tarafından tasarlanan İlkbahar / Yaz 2012 Haute Couture koleksiyonunda 23 Ocak 2012'de Paris'te sergilenen eserler [13].

Geleneksel olarak üç boyutlu baskı ile bir araya getirilen modeller katı bir davranış sergilemektedir, ancak yeni projeler nesnelerin şekline ve hareketine uyum sağlayan esnek yapılar yaratmayı amaçlamaktadır. Sonuçlar, gevşek zincir benzeri yapılar veya katı tekstil görünümlü yapılar [14]. Son zamanlarda yapılan bir araştırma, bir lazer sinterleme (SLS -Selective Laser Sintering) ile üç boyutlu yazıcıda esnek atkı örme yapılar oluşturmanın mümkün olduğunu bildirmiştir

TEKSTİL VE KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK GELİŞMELER

[15]. Shankar College mezuniyet defilesinde sunduğu, FDM (Fused Deposition Modelling) tipi üç boyutlu yazıcılarla poliamid kullanarak yaptığı giysilerde esnek yüzeyler elde etmeyi başarmıştır [16]. Şekil 5’te dokuma ve örme yüzeylere alternatif olarak tasarlanmış yüzey örnekleri ve dijital ortamda tasarım çalışmaları görülmektedir.



Şekil 5. Dokuma veya örme ile oluşturulmuş yüzeylere alternatif üç boyutlu yapı örnekleri [17].

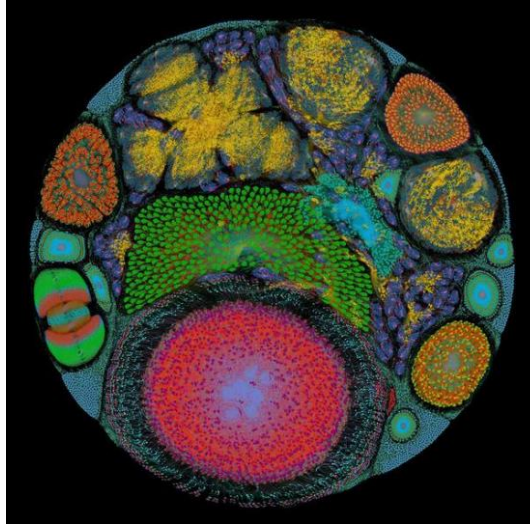
Üç boyutlu yazıcılar için kullanılan hammaddeler metal, seramik tozu, fotopolimer sentetik maddeler, termoplastik sentetik polimerler, PLA (Polilaktik Asit), ABS (Akrilonitril Butadin Stiren) ve son zamanlarda da naylondur. Bu tür yazıcılar, termoplastik polimerleri, bir düze boyunca baskı yerine eriterek ve ekstrüzyon yaparak dizeler halinde işler. Endüstriyel yazıcılarda, termoset işlemine uygun malzemelerin yanı sıra metal, seramik veya fosil reçineleri kullanmak da mümkündür.

Adidas Futurecraft 4D ve 3D baskılı tabana sahiptir. Adidas, DLS (Direct Laser Sintering), 3D baskı işlemlerini kullanmak için Carbon ile düzenlemeler yapmıştır. Bu olanaklara ilgi duyan büyük şirketler kaçınılmaz bir büyüme dalgasının göstergesidir.

2.1.4. Makinalardaki Teknolojik Öğrenme

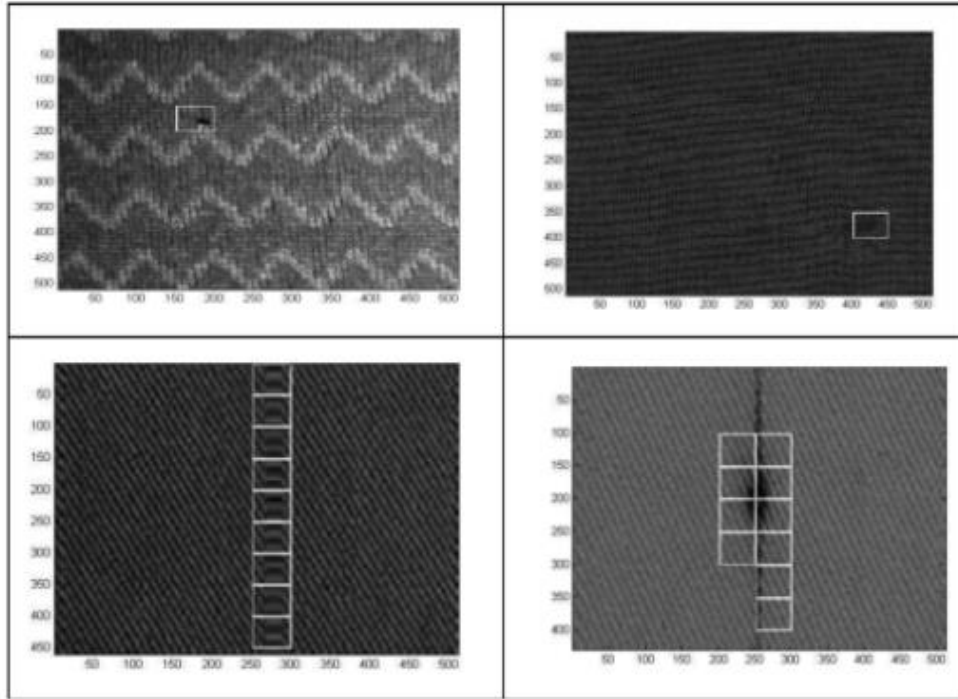
Bir makinenin akıllı insan davranışını öğrenme ve benimseme yeteneği yeni değildir. Günümüzde, bu gelişmiş algoritmalar imalat sanayinin bilgi toplama, vasıflı işgücü gerçekleştirme ve tüketici davranışını öngörme şeklini değiştiriyor. Hatta bazıları trend modelleri, silüetler, renkler ve stillerde temaları tahmin eder ve ürünler ve pist görüntüleri etrafında müşteri duyarlılığı sağlar. Bazıları bir markanın ideal müşterisi için doğru zaman ve ürünün ne zaman olduğunu tespit etmek için insanların yerini alabilmektedir. Yapay Zeka, Yapay Sinir Ağları, Görüntü İşleme Teknikleri ve Algoritmalarla öğrenen makinalar bir çok konuda tahminleme yaparak kararlar almakta ve kumaş kalite kontrolü, renk eşleştirme gibi çalışanların vermek zorunda oldukları kritik kararlarda önemli görevleri üstlenmektedir. Şekil 6’da bir makine öğrenmesi ile elde edilmiş baskılı bir elbise örneği görülmektedir. Bu renkli elbise kolayca en yeni makine öğrenme teknolojisi tarafından yaratılmış bir yapay zeka ürünü elbisedir. Elbisedeki baskı, LIGO (The Laser Interferometer Gravitational -Wave Observatory) yerçekimi dalga dedektöründen üretilen veri analizini hızlandırmayı öğrenmenin bir sonucudur.

TEKSTİL VE KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK GELİŞMELER



Şekil 6: Yapay zeka ile üretilmiş bir baskı deseni ve elbise örneği [18].

Şekil 7’de kumaş kalite kontrolünün görüntü işleme teknikleri ile tespiti görülmektedir. Kumaş üretiminin son noktası olan kalite kontrol aşamasında, operatör kalite kontrol aşamasında her hatayı manuel olarak işaretler ve tanımlama sonuçlarını bilgisayara girer. Görüntü işleme teknikleri sayesinde bilgisayar, işaretleme, tanımlama, kayıt ve raporlama sistemini yapabilmekte, hataları algılayabilmekte, hatanın türünü tanımlayabilmekte, konumlarını bir aygıtlarla işaretleyebilmekte ve rapor edebilmektedir.



Şekil 7: Görüntü işleme tekniği ile kumaş kalitesinin tespit edilmesi [19].

Örneğin Tommy Hilfiger, kısa süre önce, üretimi, satışları optimize etmek ve ayrıca maliyeti ve israfı azaltmak için bu tür verileri belirlemek üzere bir Yapay Zeka Sistemi geliştirmek üzere IBM ve Fashion Institute of Technology ile bir ortaklık yaptığını açıklamıştır. FIT'deki öğrenciler, gerçek zamanlı moda endüstrisi trendleri, şirketin yeni ürün geliştirme için bilinçli kararlar almak üzere geri gönderdiği her Tommy Hilfiger çevresinde müşteri duyarlılığı gibi şirketin verilerine bakmak için bilgisayar vizyonu dahil olmak üzere IBM Research'in Yapay Zeka yeteneklerine sahip olacaktır.

TEKSTİL VE KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK GELİŞMELER

San Francisco merkezli, Stitch Fix gibi başka bir şirket de müşterilere çevrimiçi stilistler yardımı ile kıyafet temin ediyor, Yapay Zeka ile çalışıyor. Şimdi Stitch Fix envanterinde eksik olan trendleri ve stilleri tanımlayan algoritmalar tarafından oluşturulan giysileri tasarlıyorlar. Bunlar, tüketicilerin Yapay Zeka sistemi tarafından seçilen ve daha sonra yeni bir tasarım öneren favori renk, desen ve tekstil seçimlerinin kombinasyonuna dayanır. Daha sonra bu yeni tasarımlar bir (insan) tasarım ekibi tarafından gözden geçirilir.

Yapay Zeka'yı hazır giyim sektöründe kullanmanın ilginç bir örneği, Google ve Zalando tarafından geliştirilen bir proje olan "Project Muze"dir. Proje, Google'ın Moda Trendleri Raporundan elde edilen renkleri, dokuları, stil tercihlerini ve diğer estetik parametreleri ve ayrıca Zalando tarafından sağlanan tasarım ve trend verilerini anlamak için sinir ağını eğitti. Proje, kullanıcıların ilgi alanlarına göre, ağ tarafından tanınan stil tercihlerine göre tasarımlar oluşturmak için bir algoritma kullandı. Sonuçta, Muze Projesi ile yaratılan moda parçaları tamamen başarılı değildi, ancak hazır giyim endüstrisinde Yapay Zeka kullanma olasılıkları hala gelişme aşamasındadır ve umut verici ilerleme göstermektedir. Ürün geliştirme teknolojisinin sağlayabileceği örneklerden bazıları arasında dijital showrooomlar ve sanal tasarım yer almaktadır [20].

Yeni üretim teknolojileri, hazır giyim endüstrisinin emek yoğun üretimden sermaye yoğun üretime geçmesini sağlamaktadır. Yeni üretim teknolojisinin diğer sonuçları arasında daha hızlı üretim, daha az atık, yeniden pazarlama ve pazara yakın üretimin yerleştirilmesi ve daha düşük karbon ayak izleri sayılabilmektedir. Yeni üretim teknolojisi çözümleri şunları içermektedir:

- Lazerle kesme makineleri, eritme makineleri, düğme deliği makineleri ve dikiş yapıştırma makineleri gibi dikiş makinelerinde yenilikler;
- Dikiş robotları;
- Dikişsiz giysiler;
- Şirketlere ve tüketicilere, belirli tüketicilerin tasarımlarını ve fikirlerini hızlı ve nispeten ucuz bir şekilde özelleştirebilme ve üretebilme yeteneği sağlayan dijital tekstil baskısı.

2.1.5. Blok Zincir (Blockchain) Teknolojisi

Blockchain teknolojisi, ürünler ve bir blockchain üzerindeki dijital kimlikleri arasında fiziksel-dijital bir bağlantı oluşturma özelliğine sahiptir. Bu tür bir bağlantı daha şeffaf bir tedarik zinciri için fırsatlar açar. Blockchain ile her bir ürün için zaman damgalı dijital bir bilgi geçmişi veya toplam değer zincirinin denetim zincirini oluşturabilirsiniz. Bu veriler değişmez olduğu için tek taraflı olarak değiştirilemediği için blockchain, şirketlerin ürünleri ve süreçleri hakkında sağladıkları bilgileri doğrulamak için ekstra bir güvenlik katmanı yerleştirir.

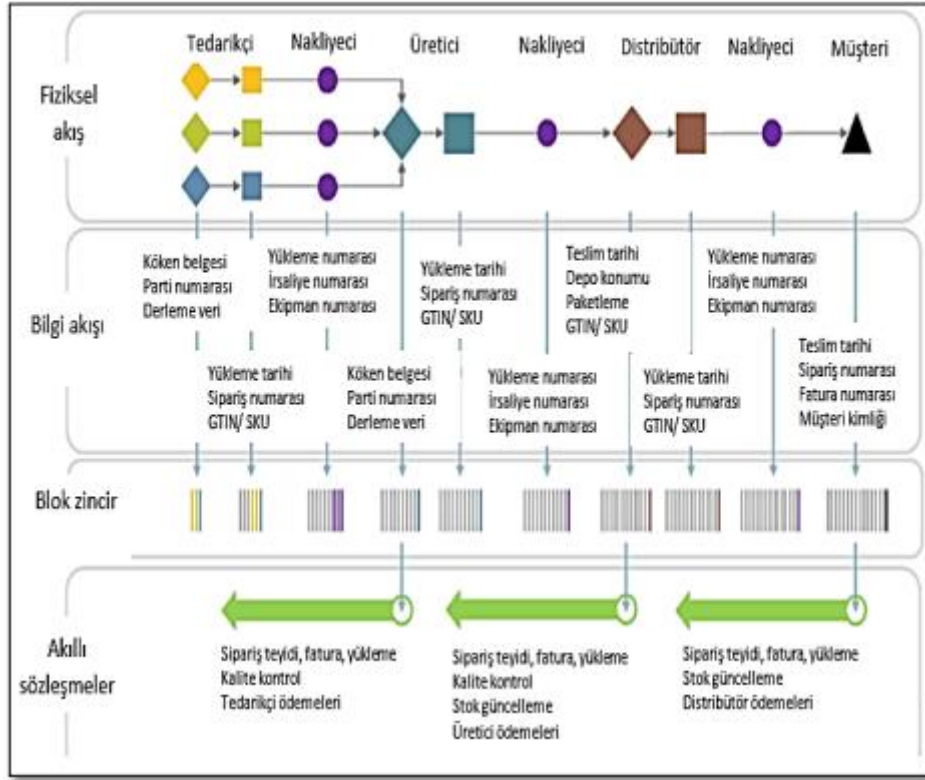
Blockchain teknolojisinin kullanımı hazır giyim endüstrisini değiştirmiş ve tedarik zincirinde şeffaflığı uygulamak için yeni yollar sunmaktadır. Blockchain kullanarak, bir ürüne eklenen bir çip veya bir etiket, aşağıdakiler dahil olmak üzere, o ürünle ilgili tüm ilgili verileri depolamak için kullanılabilir:

- pamuğun sağlandığı çiftlik;
- ipliği kim yaptı;
- boyamak için kullanılan şey;
- ürünü kim üretti;
- nasıl sevk edildiğini;
- her adımda geçmişteki maliyetler;

Tüm bu "blok" verileri bu ürünün etiketinde depolanabilir ve daha sonra bu zincire katılan herhangi bir sayıda bilgisayar kullanıcısı tarafından erişilebilir ve doğrulanabilir.

TEKSTİL VE KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK GELİŞMELER

Örneğin, kullanım sırasında veritabanına belirli bir materyalin kaynağı eklendiğinde, bu veriler o anda blockchain teknolojisi ile güvence altına alınır. Veriler daha sonra örneğin hızlı yanıt (QR) kodları kullanılarak cips, etiketler ve tarama kullanılarak saklanabilir ve okunabilir. Ürünün ömrünün ilerleyen saatlerinde, üretim, dağıtım, satış ve hatta elden çıkarılması sırasında, hiç kimse bilgileri kurcaladığını görünür yapmadan değiştiremez. Şekil 8’de blok zincirinin nasıl kullanıldığı gösterilmektedir.



Şekil 8: Blok zincirinin kullanımı [21].

Hazır giyim sektöründe blok zincir teknolojisinin gelecekteki uygulamaları aşağıdaki şekildedir:

- sahte ürünlerin satışının önlenmesi;
- örneğin organik pamuktan alınan sertifikaların ‘çift harcamasını’ önlemek;
- akreditiflerin değiştirilmesi;
- küçük işletmeler için alternatif finansman ve ödeme yöntemleri sunabilecek kripto para birimlerinin kullanılması;
- anında izlenebilirlik, gelişmiş envanter yönetimi ve otomatik geri dönüşüm için giysiler ve envanterdeki radyo frekansı tanımlama (RFID) etiketleri.

2.2. Ürünlerdeki Teknolojik Gelişmeler

Ürünlerdeki teknolojik gelişmeler ise 2.1 maddesinde yer alan teknolojiler ve konvansiyonel sistemler ve nanoteknoloji kullanılarak çok akıllı, pasif ve aktif akıllı malzemelerden elde edilen akıllı giysiler, nanoteknoloji ile üretilmiş teknolojik kumaşlar ve inovatif ürünlerdir.

2.2.1. Giyilebilir Teknolojiler

Giyilebilir teknoloji ürünleri aksesuar veya giysiler üzerinde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılmasına yönelik tekstiller ile birleştirilmesi ile gündeme gelmiştir. Giyilebilir sistemlerin geliştirilmesinde, bir giysi veya kumaşa bilgi ve iletişim teknolojilerinin entegre edilmesi en önemli

TEKSTİL VE KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK GELİŞMELER

hedeflerden birini oluşturmaktadır. Çevre değişkenlerini algılama teknolojisi, insan ve bilgisayar arasında bir ara yüzey oluşturmaktadır. Elektronik tekstiller, kumaşlara anti-statik madde emdirilmesi, kumaşların ve dokusuz yüzeylerin iletken malzemelerle kaplanması ve iletken ipliklerin iletken olmayan ipliklerle katlanmalarıyla elde edilirler.

“Akıllı Saatler (Smartwatches)”, “Akıllı Bileklikler”, “Akıllı Gözlükler ve Görsel Bazlı Giyilebilirler”, “Akıllı Kulaklıklar”, “Sanal Gerçeklik (VR) Gözlükleri”, “Akıllı Tekstil Ürünleri” ve “Akıllı Aksesuar & Mücevher” giyilebilir teknolojilerden bazılarıdır. Şekil 9’da giyilebilir teknoloji ürünleri yer almaktadır.



Şekil 9: Giyilebilir Teknoloji Ürünleri

Akıllı giysiler giyilebilir teknolojilerde önemli bir yer tutmaktadır. Bu konuda bir çok ticari firma ürünler geliştirip piyasaya sürmektedir. Örneğin Tommy Hilfiger’in ürettiği (Şekil 10) güneş enerjisi ile şarj edilen ceketin arkasında güneş panelleri vardır ve ön kısımlarındaki ceplerde güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile USB bağlantı noktası üzerinden telefonları şarj edebilmektedir.



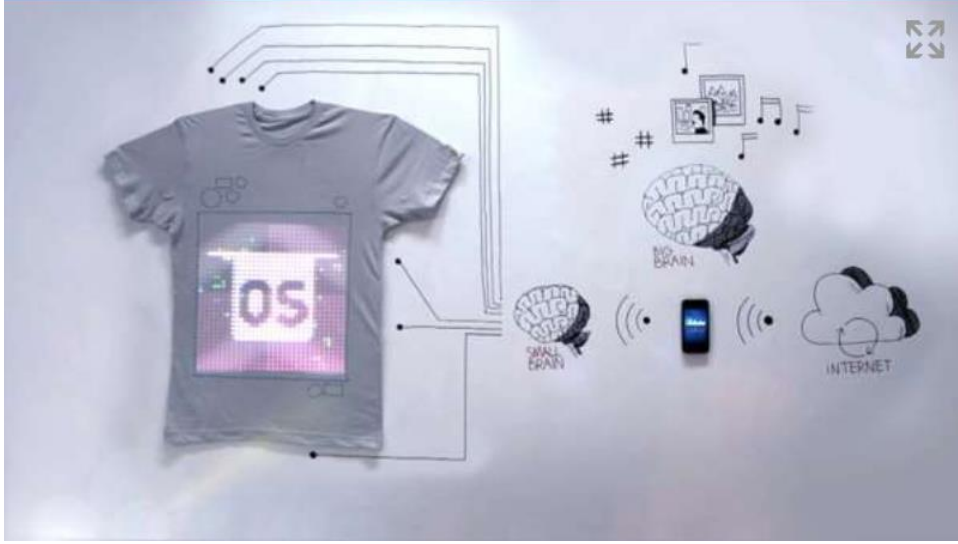
Şekil 10: Tommy Hilfiger’in Ürettiği Güneş Enerjisi ile Şarj Edilen Ceket [6].

Yakın gelecekte dünya nüfusunun %10’u internete bağlanabilen giyilebilir teknolojiler kullanacağı belirtiliyor. Giyilebilir teknolojinin önemli özelliklerinden biri, internete bağlanarak cihaz ile ağ arasında veri aktarımı yapabilmesidir. Bu veri alışverişi sayesinde giyilebilir teknoloji, nesnelerin interneti dünyasında ön plana çıkmaktadır. Bu teknoloji ile; bir atletin (koşucu) koşu esnasında vücut sıcaklığı, futbolcunun topa vurma hızı, bir bebeğin anne karnında kalp atış hızı, kola takılan basit cihazlar ile anlık kan basımı ölçümü gibi bilgilere ulaşılabilir. Bu cihazlar futbol

TEKSTİL VE KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK GELİŞMELER

topunun içine, ayakkabının sert bir taban kısmına, bilek, kol hatta deri altına dahi yerleştirilebilmektedir [6].

Dijital giyim şirketi Cute Circuit'in ürettiği dijital tişört "TshirtOS" giyilebilir teknoloji ürünüdür (Şekil 10). Bir dizi uygulama ve araçla birlikte bir LED ekrandan oluşan tişört, tweet gönderme, müzik çalma ve müzik alışverişi yapma, fotoğraf çekme, paylaşma ve yükleme ve daha pek çok şey gibi platformu kontrol etmek için telefona bağlı olarak kontrol edilebilmektedir.



Şekil 10: Dijital giyim şirketi Cute Circuit'in ürettiği dijital tişört "TshirtOS".

Giyilebilir teknolojilerin geliştirilmesinde en önemli amaç giysi veya kumaşa bilgi ve iletişim teknolojilerinin entegre edilmesi olmuştur. Akıllı tekstiller içerisinde yer alan akıllı giysiler, bilgisayar klavyesi, cep telefonları, mikrofonlar, mp3 çalarlar, video kameralar gibi elektronik parçaların giysilere entegre edilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu giysilerin kullanım alanı bulduğu alanlardan biri de sağlık sektörüdür. Sağlık, tekstil sektöründe önemli bir pazar olarak değerlendirilmektedir. Elektronik tıp alanındaki tıbbi tekstiller, elbiseye entegre edilen sensörler ve iletişim sistemleri aracılığıyla hastanın tıbbi göstergelerinin elde edilmesi, izlenmesi ve bunların doktora, hastaneye veya acil servise bildirilmesine olanak vermektedir. Pek çok ülkenin tekstil mühendisleri, polimer kimyacıları, fizikçiler ve biyo mühendisleri geleceğin tekstilleri ve giysileri üzerine düşünmekte ve bu düşünceleri gerçeğe dönüştürecek yeni teknolojiler geliştirmek üzere çalışmaktadırlar [21].

Sağlık alanında, (Şekil 11) etkinlik izleme cihazları, kalp pilleri ve işitme cihazları üretmek için giyilebilir teknoloji kullanılmaktadır. Ayrıca, kalp atış hızı, yakılan kaloriler, tansiyon ve şeker içeriği gibi önemli olayların etkin bir şekilde araştırılmasını sağlayan araçlar, giyilebilir uygulama üreticileri tarafından geliştirilmektedir.



Şekil 11: Sağlık Alanında Giyilebilir Teknolojilerin Kullanımı

TEKSTİL VE KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK GELİŞMELER

Mevcut giyilebilir teknoloji cihazlarına örnekler aşağıdaki şekildedir :

- Fitbit, Runtastic, Mio, Misfit, Nike, Microsoft ve Garmin gibi spor takip bantları;
- Akıllı spor sütyenleri;
- Apple Watch ve Wear OS'de çalışanlar dahil akıllı saatler;
- Google Glass ve Sony'nin SmartEyeGlass gibi akıllı gözlükleri;
- Evcil hayvanlar için giyilebilirler;
- Dahili LED'li ceketler gibi dış giyim.

Giyilebilir teknolojilerde kullanılan teknoloji örnekleri aşağıdaki şekildedir :

- Radyo Frekansı Tanımlama (RFID) - Dijital bir soyunma odasında, sensörler, akıllı bir aynaya bağlanırken, müşterinin üzerinde çalıştığı giyim ürünlerinde RFID etiketlerini veya ipuçlarını okuyabilir. Tüketici daha sonra seçeneklere göz atabilir, farklı boyutlarda talep edebilir ve hatta soyunma odasının içinden eşleşen öğeleri sipariş edebilir. Bu, tüketicinin doğru boyutu almasını ve iyi bilgilendirilmiş alımlar yapmasını sağlar;
- Şarj edilebilir piller ve dahili güneş pilleri taşınabilir aygıtlar için giyilebilirler için taşınabilir bir güç kaynağı yapabilir;
- Yakın Alan İletişimi Teknolojisi - Bu giyilebilir teknoloji, tüketicilerin kıyafetleriyle etkileşimde bulunmalarını ve kullanılan malzemeler, maliyet ve üretici dahil giysi hakkında bilgi almalarını sağlar. Bir Yakın Alan İletişimi (Near Field Communication-NFC) yongası, her giysiyi istenen herhangi bir bilgi ile kişiselleştirebilir;
- Bluetooth Low Energy, önceki Bluetooth teknolojisine göre çok daha az pil gücü kullanırken giyilebilir cihazların akıllı telefonlarla iletişim kurmasını sağlar.

2.2.2. Nano Teknoloji ile Üretilmiş Ürünler

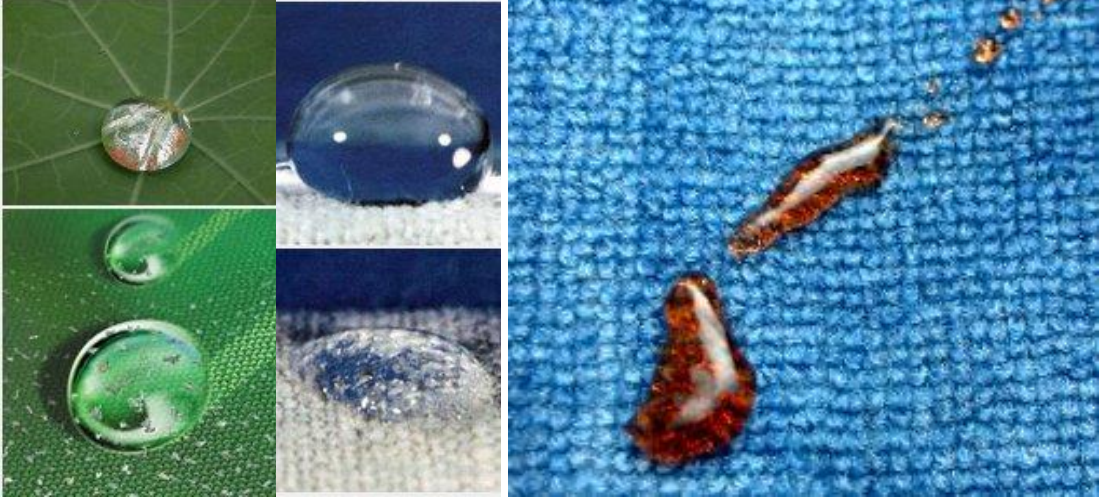
Yunanca “cüce” anlamına gelen nano herhangi bir ölçünün milyarda birini göstermektedir. İnsan saç teli çapının yaklaşık 100.000 nanometredir. Normal tekstil liflerinin çapı 10000 nm ya da daha geniştir. Nanolifler ise, çapı 1 mm ya da 1000 nm den daha küçük olan lifler olarak tanımlanır.

Çok küçük maddelerin teknolojisi olarak nano teknoloji tekstilde de başarı ile uygulanmaktadır. Nano-teknolojinin tekstil endüstrisindeki günümüzdeki uygulamalar lif, iplik, kuma, dokusuz yüzey, boyama ve kaplama gibi terbiye işlemleri, elektronik tekstiller, elyaf modifikasyonu ve katma değerli ürünlerdir.

Düşük kimyasal kullanım; düşük enerji maliyetleri; tutum, mukavemet, hava geçirgenliği, ıslanma gibi fiziksel ve mekanik özellik kaybının az olmasından dolayı nano-teknoloji tekstil ve giysi uygulamalarında kullanılmaktadır. Buruşmazlık, anti statiklik, su geçirmezlik, leke tutmazlık, ultraviyole koruyuculuk, antimikrobiyal, daha iyi boyanabilirlik, yanmazlık veya güç tutuşurluk özellikleri nano teknoloji uygulamaları ile yapılmaktadır.

Nanoteknolojinin tekstilde en iyi bilinen ticari uygulama alanı nanopartikülleri kullanarak kumaş ve giysilere sıvı itici, yağ ve leke dayanımı etkisi kazandırmak için yüzey işlemi uygulanan tekstil endüstrisidir. Bu lotus (Nilüfer çiçeği) yaprağı efekti olarak bilinmektedir. Şekil 12'de kumaş yüzeyine uygulanan nilüfer çiçeği efekti görülmektedir.

TEKSTİL VE KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK GELİŞMELER

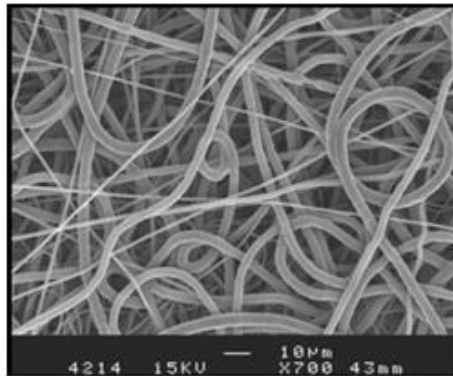


Şekil 12: Nilüfer Çiçeği Efektinin Tekstil Mamüllerine Uygulanışı

Işık, basınç, kimyasal gibi çeşitli dış etkilerdeki değişmelerle renk değiştiren ürünler (Şekil 13), nabız, sıcaklık, tansiyon gibi vücut fonksiyonlarındaki değişimleri belirleyip kullanıcıyı uyaran giysiler, bilgisayar, yol bilgisayarı, müzik çalar, cep telefonu, internet bağlantı elemanı gibi işlevlere sahip olan, vücut işlevlerimizi kontrol edebilen, gerektiğinde ilaç veren tekstil ürünleri (Şekil 14) ve giysiler nano teknoloji ile üretilmektedir.



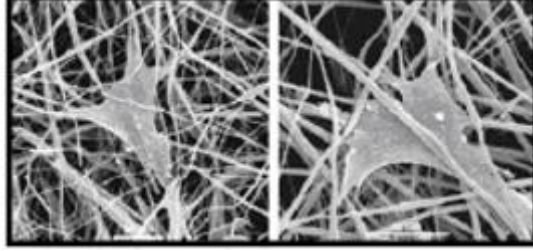
Şekil 13: Işık, Basınç, Kimyasal Gibi Çeşitli Dış Etkilerdeki Değişmelerle Renk Değiştiren Ürünler



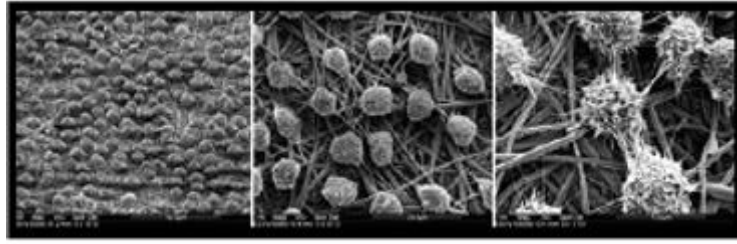
Şekil 14: Gerektiğinde İlaç veren İlaç Yüklü PCL Nanolifleri

TEKSTİL VE KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK GELİŞMELER

Ayrıca aloe veralı çarşafklar, böceksavar gömlekler, masaj yapan ayakkabılar, selülit kremi yerine geçen çoraplar, baş ağrısı için ağrı kesici görevi gören bereler, ter kokusunu önleyen ve etrafa parfüm kokusu yayan gömlekler, çoraplar, bu teknoloji ile üretilmekte ve yenilikçi tekstil ürünleri olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca sağlık alanında kullanılan yara bandları, nanolifli yapı içinde kemik ve kök hücrelerinin geliştirilmesi de diğer uygulama alanlarındandır (Şekil 15, 16).



Şekil 15: Nanolifli Yapı İçinde Gelişen Kemik Hücreleri



Şekil 16: PES Elektropsun Nanolifli Yapı Üzerinde Geliştirilen Hematopoez Kök Hücreleri

3. SONUÇLAR

2005 yılından itibaren Türk tekstil ve hazır giyim sektörleri rekabet alanını değiştirmiş, geleneksel ve basit ürünlerle rekabet etmek yerine, yüksek katma değerli tekstil ürünleriyle ve hazır giyimde markalaşma yolunda daha güçlü bir yapıya dönüşme çabası içerisine girmiştir. 2023 yılında dünya tekstil ticaretinin 550 milyar dolara, hazır giyim ticaretinin ise 740 milyar dolara ulaşacağı öngörülmektedir. Ülkemizin 2023 yılı için 500 milyar dolarlık ihracat hedefine ulaşabilmesi için ihracatçı birlikleri tarafından hazır giyimde 52 milyar dolar, hazır giyim dahil tekstil sektörü için toplam 100 milyar dolar ihracat hedefi belirlenmiştir. Bununla birlikte dünya tekstil ve hazır giyim ticareti içindeki %3,6'lık payımızı korumak için 2023'te en az 26 milyar doları hazır giyimde olmak üzere tekstil ve hazır giyimde toplam yaklaşık 50 milyar dolar ihracat hedefine ulaşmamız şarttır. Sektörlerin 2023 hedeflerini en iyi şekilde gerçekleştirebilmeleri için mevcut avantajlarının yanında Dokuzuncu Kalkınma Planı çerçevesinde hedeflenen “tedarikçi ülkeden piyasa yapıcı ülkeye dönüşüm” ve “bilgi bazlı ürünlerin üretimine yönelme” yolunda kamu-özel sektör işbirliği ile çalışmalar hızla yürütülmelidir [22].

Tekstil ürünlerinde teknik özelliklerin ön plana çıkması ve teknolojik özelliklerin daha da geliştirilmesi ile yaratılacak olan tekstil ürünleri önümüzdeki yıllarda daha da yaygınlaşacaktır.

Böylece teknik tekstil materyalleri, malzeme bilimi, tekstil teknolojisi ve elektronik bilimi alanlarını kapsayan disiplinler arası çalışmalar daha da artacaktır.

Bu çalışmalar tekstil sektörü ile bilişim sektörünü bir araya getirmeyi ve üretimde teknolojiyi kullanmayı hedefleyen Endüstri 4.0 ile giyilebilir teknolojiye sahip ürünleri moda için daha da önemli bir noktaya getirecektir.

Gelecekte, giyilebilir teknoloji ile fonksiyonel moda ürünleri tasarlayacak, ileri teknoloji içeren malzemeleri giysilerde kullanacak vizyon sahibi tekstil ve moda tasarımcıları gündemde olacaklardır.

4. KAYNAKÇA

- [1] <http://www.worldmarch.org/clothing-industry.html>
- [2] <http://www.hurriyet.com.tr/teknoloji/2017de-dunyayi-degistirecek-10-teknoloji-trendi-40334937>
- [3] www.butekom.org
- [4] <http://www.tekstilteknik.com.tr/gelecegi-sekillendirecek-yenilikler-mi/>
- [5] Özsoylu, A.F., 2017, Endüstri 4.0, Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi, 21(1),41-64.
- [6] <http://www.sanayinindijitaldonusumu.com/tekstil-sektorunde-dijital-donusum-ve-yeni-nesil-urunler/>
- [7] Çakır, F. S., Aytekin, A., Tüminçin, F., Nesnelerin İnterneti ve Giyilebilir Teknolojiler, Sosyal Araştırmalar ve Davranış Bilimleri Dergisi, 2018, Cilt 4, Sayı 5, s. 84-95.
- [8] Köroğlu, O. (2015). Nesnelerin İnterneti, Algılayıcı Ağları ve Medya. İçinde Akademik Bilişim Konferansı. Eskişehir.
- [9] Aktaş, F., Çeken, C., & Erdemli, Y. E. (2016). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Biyomedikal Alanındaki Uygulamaları. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(1).
- [10] <https://www.monnit.com/internet-of-things>.
- [11] Yıldırım, M., Moda Giyim Sektöründe Üç Boyutlu Yazıcılarla Tasarım ve Üretim, 2017, Süleyman Demirel Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Hakemli Dergisi ART-E Mayıs-Haziran'16 Sayı:17, ISSN 1308-2698.
- [12] <https://www.bluedge.com/blog/miscellaneous/12-fashion-designers-whove-embraced-3d-printing>.
- [13] <https://www.theguardian.com/technology/2013/oct/15/3d-printed-fashion-couture-catwalk>.
- [14] Melnikova, R. & Ehrmann A. & Finsterbusch K.: 3D Printing of Textile-based Structures by Fused Deposition Modelling (FDM) with Different Polymer Materials, (2014) Global Conference on Polymer and Composite Materials (PCM 2014) IOP Publishing IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 62 (2014) 012018 doi:10.1088/1757-899X/62/1/012018 .
- [15] Timmermans, M., Grevinga, Th.; Brinks, G. J.: Towards 3D Printed Textiles, Proceedings of 15th AUTEX World Textile Conference, Bucharest Romania, June 2015
- [16] Mariott, H., (2015), Are We Ready to 3D Print Our Own Clothes?, <http://www.theguardian.com/fashion/2015/jul/28/are-we-ready-to-print-our-own-3dclothes> (Erişim tarihi: 21.04.2019).
- [17] <https://inhabitat.com/ecouterre/are-3d-printed-fabrics-the-future-of-sustainable-textiles/>.
- [18] <https://shenovafashion.com/products/artificial-intelligence-dress>.
- [19] <https://medium.com/deep-learning-turkiye/teksti%CC%87lde-yapay-zeka-kullanimi-7f97f23c571d>.
- [20] <https://www.cbi.eu/market-information/apparel/how-apply-new-technologies-apparel>.
- [21] Bakan, İ. Şekkeli, Z., 2019, Blok Zincir Teknolojisi ve Tedarik Zinciri Yönetimindeki Uygulamaları, Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 11(18), DOI: 10.26466/opus.563240.
- [22] <http://www.konfeksiyonteknik.com.tr/hazir-giyim-sektorundeki-gelismeler/>