

YÜKSEK PERFORMANSLI TEKSTİLLER İÇİN NANOTEKNOLOJİ UYGULAMALARI

Meltem YANILMAZ*

Hale KARAKAS

Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

ÖZET

Tekstil endüstrisi de diğer endüstriler gibi nanoteknolojiden etkilenmiştir. Tekstil sektöründe büyük oranda karlı nanoteknoloji uygulamaları vardır. Birçok nanoteknoloji uygulaması ile tekstil üretiminde makinelerde ve işlemlerde performans iyileşmesi sağlanır. Tekstil sektörü dünyada en büyük müşteri tabanına sahip sektördür. Günümüzde araştırmalar kumaşların kir iticilik, buruşmazlık, boyut stabilitesi özelliklerini iyileştirmeye, sıcaklık kontrollü kıyafet ve kokusuz iç çamaşırı geliştirmeye odaklanmıştır. Biyomedikal ve askeri uygulamalar için güçlü lif ve kumaşlar geliştirilmesinde büyük ilerlemeler sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: nanoteknoloji, tekstil uygulamaları, bitim işlemleri, nanolifler

NANOTECHNOLOGY APPLICATIONS FOR HIGH PERFORMANCE TEXTILES

ABSTRACT

The textile industry has already impacted by nanotechnology like other industries. There is a significant potential for profitable applications of Nano-technology in textiles. Several applications of nanotechnology can be extended to attain the performance enhancement of textile manufacturing machines and processes. Textile industry is the sector that has the highest amounts of customers in the world. The researches have been targeted on developing improved soil, crease and shrink resistance properties in fabrics, temperature adaptable clothing and odor-less undergarments. Several advances have also been made towards the development of strong fibers and fabrics for biomedical and military applications.

Keywords: nanotechnology, textile applications, finishing processes, nanofibers

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: yanilmaz@itu.edu.tr

1. GİRİŞ

Tekstil endüstrisi de diğer endüstriler gibi nanoteknolojiden etkilenmiştir. Performans iyileştirmeye ya da yeni fonksiyonel tekstil malzemeleri yaratmaya yönelik nanoteknoloji araştırmaları devam etmektedir [1,2]. Nanoteknoloji, tekstil kimyasalları endüstrisi, leke tutmaz, güç tutuşur giysiler, buruşmazlık bitim işlemleri, nem yönetimli, anti-mikrobik, UV koruyucu, kir itici vb. kumaşların üretiminde çok çeşitli uygulamalara sahiptir [3,4]. Muazzam teknolojik, ekonomik ve ekolojik yararları ile nanoteknoloji ile geliştirilen malzemelerin önümüzdeki on yılda trilyon dolarlarla ifade edilebilecek büyüklükte bir endüstri oluşturması beklenmektedir [5]. Nanoteknolojinin tekstil uygulamalarındaki gelişimi iki koldan devam etmektedir (Şekil 1): tekstil malzemesinin mevcut fonksiyonelliğinin ve performansının iyileştirilmesi ve yeni fonksiyonlara sahip akıllı tekstillerin geliştirilmesi. Bu yeni fonksiyonlar giyilebilir güneş pilleri ve enerji depoları, sensörler, bilgi edinme ve bilgi transferi, çok yönlü ve karmaşık bulma ve koruma, sağlık hizmeti, yara iyileştirme fonksiyonu, kendi kendini temizleme ve tamir etme fonksiyonlarıdır [6].



Şekil 1. Tekstilde nanoteknoloji gelişmeleri[5]

Amerikan ulusal bilim ve teknoloji komitesi nanoboyutta bilim, mühendislik ve teknoloji alt kurulu (The national Science and Technology Council's Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering and Technology , NNCO) nanoteknolojiyi şöyle tanımlar: " Nanoteknoloji 1-100nm arasındaki boyutlarda maddeyi anlama ve kontrol etmedir, bu olağanüstülük yeni uygulamalara olanak sağlar. Nanometre metrenin milyarda biridir. Bir yaprak kağıt yaklaşık 100.000 nm kalınlığındadır. Nano ölçekte bilim mühendislik ve teknolojiyi kapsayan nanoteknoloji bu boyutta malzemeyi görüntüleme, ölçme, modelleme ve değiştirmeyi içerir. Bu boyutta malzemelerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri, tek başına atomların, moleküllerin ya da büyük boyuttaki malzemelerin özelliğinden farklıdır. Nanoteknoloji Ar-Ge çalışmaları bu üstün ve yeni özellikleri kullanarak gelişmiş malzeme, cihaz ve sistem yaratmaya yöneliktir." [7].

Nanomalzemele ilgili malzemenin geleneksel boyutundaki özelliklerinden farklı üstün ve yeni özellikler gösterirler. Bu elektronların kuantum mekanik özellikleri ve maddenin içerisindeki atomik etkileşimler nanometre ölçeğindeki malzeme çeşitliliğinde etkilidir.

Polimer sistemlerine katkı malzemesi olarak inorganik nanoparçacıkların katılımı; geleneksel katkı malzemelerin sahip olmadığı çok işlevsel, yüksek performanslı polimer nanokompozitlerini oluşturur. Düşük oranda karbon nanotüp katkılı (~1%) karbon nanotüp-naylon kompozitleri yüksek karbon siyahı katkılı (~30%) karbon siyahı-naylon kompozitlerinden daha iyi mekanik özellik gösterirler. Çok fonksiyonel polimer nanokompozitleri ısı direnç, alev direnci, nem direnci, geçirgenlik, yük dağılımı, kimyasal direnç ve diğer malzeme özelliklerini iyileştirir (Şekil 2). Teknik yaklaşım nanoparçacıkların seçilmiş polimer matris sistemine ilavesini içerir. Nanoparçacıklar yüzeyi su itici özellik kazanması ve su itici polimer sistemine daha iyi dahil olması için işlem görmüş olabilir [7,8].



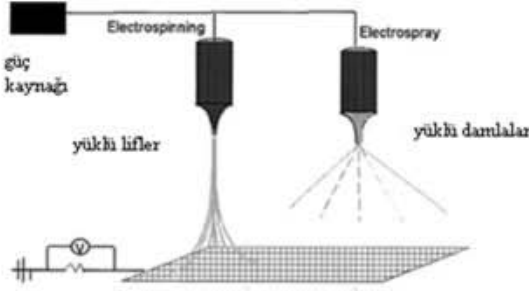
Şekil 2. Nanoteknoloji ile tekstillerin kazandığı yeni özellikler[8].

2. NANOLİFLER

Tipik tekstil liflerinin çapı 10.000 nm ya da daha geniştir. Tipik bir nanolifin çapı 10 nm ya da daha geniştir. Lifli malzemelerin spesifik yüzey alanı lif çapı ile orantılıdır. Nanoölçekli lifler mikro ölçekli tekstil liflerinden 1.000 kat fazla spesifik yüzey alanına sahiptir. Nanolifler çapı 1mm ya da 1000 nm' den daha küçük olan lifler olarak tanımlanır. Nanolifler büyük oranda elektrospinning işlemi ile üretilir. Bu proseste polimer eriyiği ya da çözeltisi küçük bir iğneden geçirilir. Elektrik alan uygulanarak yüklü çözelti ya da eriyiğin topraklanmış toplayıcıya doğru hareket etmesi sağlanır. Elektrik alan etkisinde oluşan polimer jetin (şırınga ucundan toplayıcıya doğru elektrik kuvvetlerinin etkisiyle incelerek ilerleyen polimer) hareketi esnasında çözücü buharlaşır, nonwoven nanolif keçe toplayıcıda birikir [9].

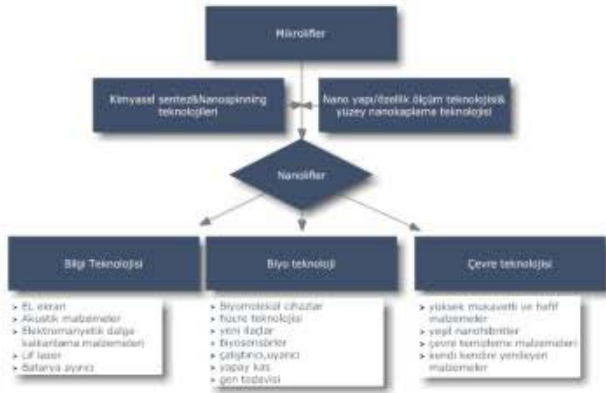
Nano boyutta gözeneklere ve yüksek yüzey alanına sahip nanolif keçeler nanoboyuttaki parçacıkları ve mikropları tutmasından dolayı filtre uygulamalarında kullanılır. Nanolifler deniz ada ekstrüzyon tekniğiyle de üretilebilir. Elektrospun nanolifler fonksiyonel bitim işlemleriyle kimyasal ve biyolojik ajanlar için nötürleme ve doku mühendisliği için iskelet olarak kullanılabilirler [7,10].

Elektrospinning/elektrospraying işlemleri polimer çözeltisi beslenmiş yüklü şırınga ve topraklanmış toplayıcı ile gerçekleştirilir (Şekil 3). Sıvı yüksek voltajlı güç kaynağı yardımı ile oluşturulan elektrik alana maruz kalır. Yüzey gerilimi sebebiyle şırınga ucunda duran yüklü damla yüzey gerilimini yener, konik bir şekil alır. Elektrik alan daha da arttırıldığında sıvı jet toplayıcıya doğru hareket eder. Düşük viskoziteli çözeltilerde jet yüzey gerilimleri sebebiyle parçalanır ve elektrospraying işlemi gerçekleşir [2].



Şekil 3. Elektrospinning/spraying işlemleri [2]

Güneşoğlu çalışmasında elektrospraying yöntemini kullanmıştır. Elektrospraying işlemi görmüş kumaşlar iyi yağ iticiliğinin yanında yetersiz su iticiliği göstermiştir. Çalışmanın sonucunda elektrospraying işlemi görece kumaşın ön yüzey işlemi görmesi gerektiği belirtilmiştir [2]. Şekil 4 nanoliflerin potansiyel uygulama alanlarını göstermektedir.



Şekil 4. Nanolif teknolojisi üzerine projeler [12].

Nanoteknolojinin tekstildeki uygulamalarından biri de polyester, poliamid ve polipropilen gibi geleneksel liflerin nanoboyutta üretilmesidir. Bu nanolifler yüksek yüzey alanı, küçük lif çapı, iyi filtrasyon özelliği ve yüksek geçirgenlik gibi üstün özelliklere sahiptirler. Bu liflerin yaygın üretim metotları elektrospinning ve iki bileşenli ekstrüzyondur [13].

Yüksek performanslı iplikler çok iyi oryante olmuş karbon nanotüp sıralarından üretilirler. Bu iplikler üstün mekanik özellik gösterirler; 200 GPa mukavemet, elastik uzama 5%, TPA seviyelerinde Young modülü, Kopma uzaması 20%. Uygun ısıl işlem sonrasında elektrospinning ile üretilen bu lifler kumaşın mukavemetini ve iletkenliğini arttırlar. Bu nanolifler süper kapasitör olarak elektronik tekstil bileşenlerinde kullanılırlar [5].

Bu uygulamaların yanında boyalar, metal parçacıklar, metal tuzları, polimerler elektrospinning işlemi sırasında liflere katılabilirler ya da yüzeye kaplanabilirler [11]. Tablo 1 özellikleriyle bağlantılı olarak nanoliflerin kullanım yerlerini göstermektedir.

Tablo 1. Nanoliflerin kullanım alanları [12].

Özellikler	Değişik etkileri	Kullanımları
Yüzey alanı etkisi	<ul style="list-style-type: none"> Geleneksel liflerden 100 kat daha fazla Yüksek adsorpsiyon 	<ul style="list-style-type: none"> Adsorpsiyon malzemeleri Biyokimyasal tehdit önleyiciler İyon değiştirici malzemeler
Kayma etkisi	<ul style="list-style-type: none"> Moleküllerin akışı değişir ve basınç kaybı azalır 	<ul style="list-style-type: none"> Hava filtresi Biyokimyasal tehdit önleyiciler
Delik etkisi	<ul style="list-style-type: none"> Küçük delikler sayesinde eleme 	<ul style="list-style-type: none"> Ayırma malzemeleri Sensörler
Işık etkisi	<ul style="list-style-type: none"> Çapı görünür ışığın dalga boyunda küçük liflerin transparan renk görüntüsü 	<ul style="list-style-type: none"> Organik EL Elektronik kağıt Moda malzemeleri Kutuplaştırıcı
Yüzey gerilimi etkisi	<ul style="list-style-type: none"> Düşük yüzey gerilim kuvveti, sı iten polimerler 	<ul style="list-style-type: none"> Kaplama malzemeleri Boya
Alaşım etkisi	<ul style="list-style-type: none"> Nanometre düzeyinde alaşım 	<ul style="list-style-type: none"> Elektromanyetik dalga kalkanlama malzemeleri Yüksek mukavemetli yapı malzemeleri
Boşluk etkisi	<ul style="list-style-type: none"> Nanoboşluklu lifler 	<ul style="list-style-type: none"> Nem tutucu malzemeler Kir tutmaz malzemeler
Üç boyutlu etki	<ul style="list-style-type: none"> Nonwooven tekstilin üzerinde üç boyutlu hücre büyümesi 	<ul style="list-style-type: none"> Reklamasyon malzemesi
Kayıma etkisi	<ul style="list-style-type: none"> Kayma etkisinde artış 	<ul style="list-style-type: none"> Kompleks malzemeler Uçak
Mikronaltı malzeme yakalama etkisi	<ul style="list-style-type: none"> Mikronaltı parçacıkları yakalama 	<ul style="list-style-type: none"> Biyokimyasal tehdit önleyici, Motor filtresi, Kazan, Hava temizleyici İklimlendirici
Hücre, canlı organizma, malzeme tanıma etkisi	<ul style="list-style-type: none"> Tanıma ve hücreye bağlanma için üstün yapı 	<ul style="list-style-type: none"> Reklamasyon malzemesi, biyosensör Tailor made medical

3. NANOKOMPOZİTLER

Polimer nanokompozitler kaplama ve bitim işlemleri için çok işlevliliği sağlayan nanoparçacık/polimer sistemleriyle düzenlenebilir [7]. Nanoboyutta dolgu malzemelerinin başlıca fonksiyonları: mekanik mukavemeti artırma ve iletkenlik, antistatik gibi fiziksel özellikleri iyileştirmedir. Geniş yüzey alanlarından dolayı nanokatki malzemeleri polimer matrislerle daha iyi etkileşim halindedirler. Bu dolgu malzemeleri nanoboyutta olduklarından polimer zincirlerinin hareketlerini etkileyerek, zincir hareketliliğini düşürürler. Bu malzemeler matriste öylesine iyi dağılır ki nanoparçacıklar yük taşıma, tokluk ve sürtünme direncini artırır; nanolifler gerilmeyi polimer matristen uzaklaştırır ve kompozit liflerin mukavemetini artırır [1,11].

Literatürde en çok kullanılan nanoparçacıklar: montmorillonite organoclay (MMT), karbonnanolifler(CNF's), polihedral oligomerik silsesquioxane(POSS), karbonnanotüpler (çok duvarlı ve tek duvarlı), nanosilika, nanometal oksitleri(ZnO,TiO₂,Al₂O₃,etc)dir. Toyota araştırma grubu

inorganik katkılayıcılarla hazırlanan naylon nanokompozitlerin termal ve mekanik özelliklerinde artış olduğunu rapor etmiştir. Giannelis organik çözücü kullanmadan eriyik polimerle klay nanopartikülleri karıştırmıştır. Toshniwal, ara fazlarda oluşan yüksek enerjili yüzeyler ve dispers boya molekülleriyle kil partikülleri arasındaki van der Waals bağları sebebiyle polipropilen nanokompozitlerinin boyanabilirliğinde artış rapor etmiştir[5]. Yapısal sıkılığı (compactness) ve yetersiz boya afinitesi sebebiyle boyanamaz olarak bilinen polipropilen liflerin kil nanopartikülleriyle kompozitleri hazırlandığında, kil nanopartikülleri boya afinitesi yüksek kısımlar oluşturur ve boya tutucu alanlar yaratır [1].

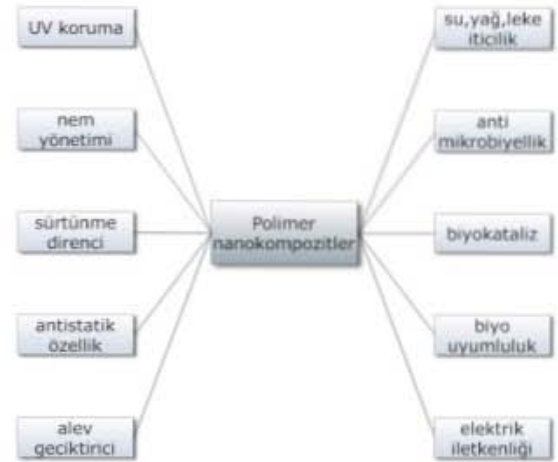
Karbon nanolifler ve karbon siyahı nanopartikülleri en çok kullanılan nanodolgulardandır. Karbon nanolifler yüksek en boy oranı sebebiyle kompozit liflerin mukavemetini artırır. Karbon siyahı nanopartikülleri ise sürtünme direnci ve tokluğu artırır. Ayrıca bu malzemeler yüksek kimyasal dirence ve elektriksel iletkenliğe sahiptir [1]. Ekranlar, sensörler, uçak malzemeleri, patlamaya dayanıklı battaniye ve elektromanyetik kalkanlama olası uygulama alanlarından [9].

Kim ve Patra çalışmalarının sonunda çok duvarlı karbon nanotüp(MWNT)/nylon 6 nanokompozit liflerin mekanik özelliklerinin belirgin şekilde arttığını belirtmişlerdir. 0.5% oranında MWNT katılan %400 çekilen kompozitin mukavemet değerinde %46, modül değerinde %41 artış gözlenmiş ve kopma uzaması %7 oranında düşmüştür. Inan ve arkadaşları güç tutuşur nylon6/laponit ve nylon6/montmorillonit nanokompozitleri hazırlamışlardır. %5 oranında katılan nanokil %30 oranında geleneksel alev koruyucudan daha iyi sonuç vermiştir [7]. Hidrofobik/hidrofilik fonksiyonlu polimer matrisler ve nanopartiküller kullanılarak hazırlanan nanokompozitlerin bağlama özelliklerinde, ıslanma ve farklı fonksiyonel özelliklerinde-UV koruma, antimikrobiyellik, alev almazlık gibi iyileşme gözlenmiştir[14]. Tablo 2 de nanokatki malzemelerinin etkileri görülmektedir.

Tablo 2. Nano katkı malzemelerinin etkileri[7].

Kazandırdığı Özellikler	Olumsuz yönleri
Mekanik(mukavemet, modül,tokluk)	Viskozitede artış, işlenme güçlüğü
Gaz difüzyon bariyeri	Dispersiyon güçlüğü
Güç tutuşur	Optik problemler
Boyutsal stabilite	Karbon nanopartiküllerinin siyah rengi
Isıl sünme	
Isıl iletkenlik	
Sürtünme direnci	
Kimyasal direnç	
Kuvvetlendirici	

Kil nanopartikülleri elektriksel, ısıl ve kimyasal dirence sahiptir ve UV ışığını engelleme özelliğine sahiptir. Kil nanopartiküllerle kuvvetlendirilen kompozit lifler güç tutuşur, UV koruma, antikorozyon özelliklerine sahiptir.%5 klay katılımı ile naylon kompozit liflerin mukavemeti %40 artar [1,9,10]. Şekil 5 te polimer nanokompozitlerin bazı fonksiyonel özellikleri görülmektedir.



Şekil 5. Polimer nanokompozitlerle elde edilen bazı tekstil fonksiyonları[14].

Nanokaplama 100 nm den ince atomik ya da moleküler biriktirmeye yapılan yüzey mühendisliği işlemidir. Atomik/moleküler biriktirme için birçok teknik vardır: fiziksel buhar biriktirme, kimyasal buhar biriktirme, elektrokaplama, lazer buharlaştırma, plazma destekli kimyasal buhar biriktirme [7].

4. NANO BOYUTTA BİTİM İŞLEMLERİ

Nanoteknoloji çok yönlü lif kompozitleri yapımını etkilemenin yanında, yeni üstün özellikli aprelerin yapımında etkisini gösterir. Nanoapre lif yüzeyinin üzerinde fonksiyonel kat oluşturma olarak tanımlanabilir. Çok katlı apre ve kaplamaların avantajları; iplik yapısında yetersiz lif tutunması nedeniyle oluşan mükemmel dökümlülük ve yumuşak tuşedir.

Sentez işlemlerinde bir yöntem de nano boyutta emülsiyon oluşturup tekstil malzemesine uygulamaktır. Bu apreler nanomisel, nanosol ya da nanokapsül içinde emülsiyon oluşturabilir ve tekstil yüzeyine tutunabilir. Bu apreler kir tutmazlık, hidrofilitik, antistatik, kırışmazlık özellikleri kazandırır [1,7].

Sol jel yöntemi bitim işlemlerinde kullanılan yöntemlerden biridir. Bu işlem ile öğütleme yapılamayacak 20-40 nm arasındaki parçacıklar üretilebilir. Parçacıkların ön maddesi çözücü içerisinde çözülür, genellikle alkol, sonra su daha sonrada asit ya da baz eklenir. Karışım kaplanacak yüzeye uygulanır. Ön madde çok küçük seramik tanecikleri oluşturmak için parçalanır. Parçacık konsantrasyonu yeterince yüksekse karışım jelleşir. Jel kurutulur, seramiği sinterlemek için yüksek sıcaklıklara çıkarılır. İstenen seramik film ya da lif bu şekilde oluşturulur. Çözücü ve hava kaybı sebebiyle kurutma ve sinterleme işlemi süresince çekmeler oluşabilir. Bu proses kir tutmazlık ya da tuşeyi iyileştirmek için uygulanır[10,15]. SiO₂ nanoparçacıkları, çapraz bağlayıcı ile birlikte matris ön maddesi olarak kullanılabilir ve fonksiyonel katkılayıcılar seramik kaplama eldesi için kullanılır. Kuvvetlendirme, çizilmelilik, antistatik, yapışmazlık, UV koruma, IR absorpsiyonu, antimikrobiyel özellik istenen uygulamalarda bu yöntem kullanılabilir [16].

Bitim işlemleri için diğer bir teknolojide kimyasal oksidatif biriktirme teknolojisidir. Bu yöntemle iletken elektroaktif polimerler farklı tekstil ve lifler üzerine biriktirilir. Sonuç olarak yüksek mukavemet ve ısıl dirençte kompozit malzemeler oluşturulur. Üstelik iletken elektroaktif polimerlerin yüzey polimerizasyonu elektriksel direnci düşürerek iletkenliği 10 kat artırır.

Bu kaplamalı polimerik kompozitler mikrodalga zayıflatıcı, elektromanyetik kalkanlama, elektriksel yük dağıtım uygulamalarında kullanılırlar. Bu malzemeler askeri uygulamalar, kamuflaj, görünmezlik teknolojisi vb. için yararlı olabilir.

Yeni geliştirilen mikro kapsülasyon tekniği tekstil endüstrisinde alev ve yanmayı geciktirici ajanların taşınmasında kullanılmaktadır. Gümüş nanotaneçikleri içeren mikrokapsüller anti mikrobiyel etki sağlamaktadır[5].

Bitim işlemlerinde kullanılan nanoölçekli doldu malzemeleri ise üç grupta toplanabilir: lif, plaka ve üç boyutlu dolgu malzemeleri. Üç boyutlu inorganik nanotaneçikler fonksiyonel bitim işlemleri ile, elektriksel iletkenliği, antimikrobik özelliği, UV absorpsiyon davranışını, mukavemeti, transparanlığı, liflerin kaplı veya apreli kumaşların koku nötürleme karakterlerini iyileştirir. Nanotaneçik sentezleme ve fabrikasyonunda iki yaklaşım vardır. Aşağıdan yukarı yaklaşımla üretilen taneçiklerde daha az hata daha homojen kimyasal yapı elde edilir. Yukarıdan aşağı yaklaşımda içsel gerilim, yüzey hataları ve safsızlıklarla karşılaşılabilir.

Nanotaneçikler bitim veya kaplama ortamında düzgün dağıtılır ve uygun sol jel tekniğiyle filmler oluşturulur. İnorganik nanotaneçikler latter tekniğiyle aerosol işlemleriyle birlikte üretilebilir: alev hidrolizi (nanosilika, titanya, alumina, zirkonyum oksit), piroliz (karbon siyahı), gaz yoğunlaştırma (TiO_2 , Al_2O_3 , CuO , CeO_2 , ZnO , ZrO_2 , Fe_2O_3), lazer ablasyonu, vb. Titanyumdioksit (TiO_2) ve magnezyum oksit (MgO) nanotaneçiklerinin fotokatalitik etkisi ile zararlı ve toksik kimyasallar ve biyolojik ajanlar parçalanabilir. Bu taneçikler spray kaplama ya da elektrostatik metotla tekstil yüzeyine tutunabilir. Nanotaneçikler kumaşa sensör tabanı özelliği verebilir. Nanokristalin piezoseramik taneçikler kumaşla birleştirilirse, oluşan kumaş mekanik kuvvetleri elektrik sinyallerine dönüştürerek, kalp ritmi, ağlama gibi vücut fonksiyonlarının görünülmesini sağlayabilir [1,7].

Antimikrobiyel ve koku kontrolü özellikli gümüş nanotaneçikler iyon beam sputtering ya da gümüş tuzu çözeltisinin çöktürülmesiyle elde edilebilir [7].

Gümüş nano taneçikler antibakteriyel özellik sağlarken altın nanopartikülleri moleküler ligandların kullanımına izin verir ve çevredeki biyolojik komponentlerin varlığı hızlıca belirlenir. Platinyum ve paladyum nanopartikülleri katalitik özellikleriyle zararlı gazları ve toksik endüstriyel kimyasalları parçalar. Metal oksit nanotaneçikler fotokatalitik, antibakteriyel aktivite ve ultraviyole absorplama özelliklerine sahiptir[18].

4.1. Antimikrobiyel bitim işlemleri

Gümüş iyonları antimikrobiyel aktiviteye sahiptir. Gümüş iyonlarının protein moleküllerine bağlanarak, hücre metabolizmayı durdurduğuna ve mikroorganizmanın büyümesini durdurduğuna inanılır. Toksik olmayan yapısı sebebiyle biyo uyumludur ve nonwoven hava ve su filtrelerinde, tıbbi kıyafetlerde ve dokuma kumaşlarda insan derisiyle direkt temas halinde kullanılabilir [18].

4.2. Ultraviyole(UV)-koruma

Çinkooksit(ZnO) nano taneçikleri fiyatı, beyazlığı, UV bloklama özellikleriyle diğer nano taneçiklerden daha iyi sonuç vermiştir. Artan yüzey alanı ve yoğun absorpsiyon özelliğiyle nanoformdaki ZnO taneçiklerinin UV koruma özellikleri artış göstermiştir[18].

4.3 Anti-statik

Statik yük genellikle naylon polyester gibi sentetik liflerde birikir çünkü bu lifler çok az su absorplar. Selülozik lifler daha fazla nem içerirler. Böylece statik yükleri dağıtabilirler. Yük birikmesi yaşanmaz. Sentetik liflerin zayıf antistatik özelliklerini geliştirmek için nanoteknoloji kullanılmıştır. Nano boyutta titanyumdioksit (TiO_2), çinko oksit (ZnO), nano antimony doplanmış tin oksit (ATO) ve silan nanosolun sentetik liflere antistatik özellik kazandırdığına karar verilmiştir. TiO_2 , ZnO ve ATO anti statik etki sağlamıştır çünkü bu malzemeler iletkenlerdir.

Bu tarz malzemeler kumaş üzerinde birikmiş statik yüklerin dağıtılmasında rol oynar. Diğer taraftan lif üzerindeki silan nanosol amino ve hidroksil grupları sayesinde havadan su ve nem absorplar anti statik özelliği iyileştirir.

4.4. Kırışmazlık ve kendi kendini temizleme özelliği

Kumaşa kırışmazlık özelliği sağlamak için reçine ve geleneksel yöntemler kullanılır. Ancak reçine uygulamalarında mukavette, sürtme direncinde su alma ve boyanmada ve nefes alabilirlikte düşüşler gözlenmektedir. Bu kısıtlamaları yenmek için bazı araştırmacılar nanotitanyum dioksit ve nanosilikayı kırışmazlık özelliği kazandırmak için pamuk ve ipek liflerine uygulamışlardır.

Nano titanyumdioksit karboksilik asit katalizörü ile UV altında selülozla asit arasında çapraz bağlanma sağlamıştır. Diğer taraftan nanosilika ve maleikanhidridipek lifine kırışmazlık özelliği kazandırmıştır [19].

Kumaşın kritik yüzey gerilimi sıvının yüzey gerilimine eşit ya da büyükse sıvı kumaşı ıslatır. Florokarbon organik bileşiği perfluorinated karbon zincirleri içerir. Florokarbonlar malzemenin yüzey gerilimini düşürme eğilimindedirler.

TiO_2 kaplamalar fotokatalist olarak purifikasyon, koku giderme, sterilizasyon, kir tutmaz kendi kendini temizleyen cam uygulamalarında yüksek oksidasyon kabiliyeti, toksik olmayan yapısı, uzun süreli stabilliği ve fiyatı sebebiyle büyük ilgi görmektedir. Titanyum kaplı pamuk kumaşlar fotokatalitik kendi kendini temizleme, bakteriyel aktivite, leke parçalama, kırmızı şarap ve kahve lekesini parçalama özelliğine sahiptir [18].

Lotus yaprakları mikro çıkıntıları ve wax kaplı yüzeyi sayesinde su itici ve kir itici özelliktedir. Yüzeyin suyla kontak açısı 150° dir ve super hidrofobik olarak düşünülebilir.

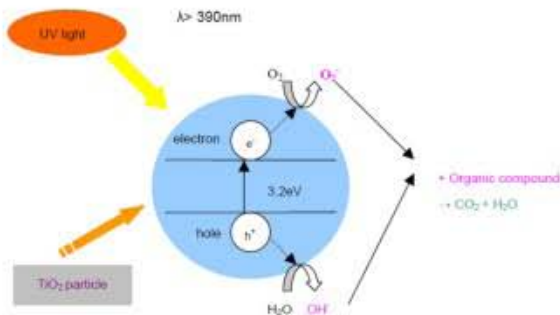
Gerçekte düzgün yüzey çıkıntıları ve düşük yüzey enerjisiyle bu kontak açısına ulaşılabilir. Pürüzlülük ve yüzey enerjisi yüzeyin ıslanmasını etkileyen faktörlerdir. Yüzey pürüzlülüğünün hidrofilik yüzeylerde hidrofilliği hidrofobik yüzeylerde hidrofobluğu arttırdığı kanıtlanmıştır. Nanotaneciklerin hidrofilik hidrofobik fonksiyonel polimerlere katılması polimerlerin özelliklerinde iyileşmeye sebep olmuştur [14].

Alay pamuklu kumaşa florokarbon bazlı kimyasallarla yapılan plazma işleminin etkisini incelemiştir. İşlem sonrasında kumaşın hidrofobik özelliği artmış ve bu su itici özellik 5 yıkamadan sonra bile değişmemiştir. Kontak açısı 120° den büyük olarak ölçülmüştür. Superhidrofobik kumaşlar su itici özellikleriyle teknolojik uygulamalarda yer bulmuşlardır. Bu yüzeyler büyük kontak açılarıyla kendi kendini temizleme özelliğine sahiptirler. Su itici super hidrofobik kumaşlar nanotaneciklerin pürüzlülüğü ve polimerlerin hidrofobik özelliklerinin birleştirilmesiyle oluşturulabilir [14,16].



Şekil 6. Nanotaneciklerle kaplanmış yüzey[20]

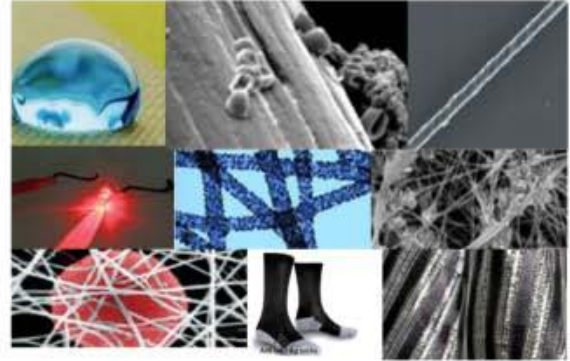
Nanokristalin TiO_2 kaplamalar gün ışığı altında kimyasal olarak yüzeye tutunmuş organik kirleticileri parçalar. Bu özelliğiyle pencere camlarından çimentoya tekstil yüzeylerine kadar bir çok uygulama alanında ilgi görmüştür. Nano ölçekli titanyumdioksit yüzeye tutunmuş organik kirleticileri parçalar bakterileri öldürür [21].



Şekil 7. Fotokatalitik etki [21]

5. TİCARİLEŞMİŞ ÜRÜNLER

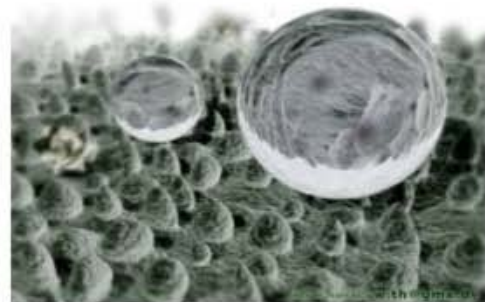
Nano-Tex™ nanoteknolojiyi uygulayan şirketlerden biridir. anti statik, kırışmazlık, leke ve yağ iticilik sağlayan apreler, biyoaktif, ilaç, tıbbi, güneş kremi, boya taşıyıcı nanoboncuk ve üstün nano teknolojiler geliştirmişlerdir (Nano-Care, Nano-Pel, Nano-Touch and Nano-Press technology) [5]. Nanocare leke tutmaz kırışmaz sıvı itici pamuğa uygulanan apredir. Nano pel sıvı ve leke itici, nefes alabilen kumaşlar. Nanodry teri uzaklaştıran hızlı kuruyan kumaşlar. Nanotouch sentetik lifler için doğal lif tuşe ve konforu sağlar. Nanofresh vücut kokularını hapseder.



Şekil 8. Tekstilde nano uygulama örnekleri[22].

Nano tex uygulamaları kumaşa banyo içerisinde uygulanır. Kumaş banyodan geçerken nano-tanecikler kumaşın lifleriyle temas geçer. Kumaş kürlendiğinde ya da ısıtıldığında nanotanecikler liflere yapışır. Apreler kalıcıdır ancak kumaşın estetik ve mekanik özelliklerini etkilemez. Bu apreler pamuk dışında polyester ipek ve yünede uygulanır. Nano boyutta apreli bu kumaşlar sıvı itici, leke tutmaz, kırışmaz ve antistatik özellikler kazanırlar [9].

Sıvı iticilik pamuk polyester yün ipek ve rayona uygulanır. Leke iticilik lotus yaprağını taklit ederek geliştirilmiştir. Yaprığın yüzeyi hidrofobiktir. Yağmur damlaları yaprağın üzerine düştüğünde kirlerle birlikte kayar (Şekil 9). Yaprığın yüzeyi pürüzlüdür, yüzeyin su emme kabiliyetini düşürür. Nano boyutta bitim işlemleri kumaşı yaprak gibi super hidrofobik yapmaya yöneliktir. Bu şekilde kendi kendini temizleyen kumaşlar geleneksel su itici florokarbon bazlı aprelerin yerini alabilir. Bu sıvı itici apre uygulandıktan sonra kumaş hem su itici hem de kendi kendini temizleme özelliği kazanır. Kahve yağ şarap gibi sıvılar kumaşa sızmadan yüzeyden kayarak uzaklaşır.



Şekil 9. Lotus efekti [24].

5.1.Serin konfor (Coolest Comfort)

Sentetikler için 2000 yılında geliştirildi. Hidrofobik yüzeylere üstün su emicilik özelliği kazandırır. İşlem görmüş kumaşlar teri hızla vücuttan uzaklaştırır, kuru ve konforlu kalmayı sağlar. Bu apre reçineli pamuğa uygulanabilir. Reçine pamuklu kumaşın kırışmaması için uygulanır. Ancak reçine muamelesi pamuğun doğal nem çekme kabiliyetini kısıtlar. Bu apre reçineli pamuğun su emicilik özelliklerini geliştirmek için tasarlanmıştır.

5.2 Anti statik (Resists Static)

Sentetik lifler için antistatik apredir. Bu apreli kumaş sadece statik yükü değil köpek tüyü toz gibi statik yüklü olan malzemeleri de iter ve birçok farklı kumaşa uygulanabilir.

5.3. Leke iticilik (Repels and Releases Stains)

Bu apre pamuk ve pamuk polyester karışımlarına uygulanır. Sıvı kumaşla temas ettiğinde yuvarlanarak uzaklaşır. Eğer sıvı lifler arasına girse patentli salınım teknolojisi sıvıyı uzaklaştırır.[18,22,23,24,25].

Bugatti Nanosphere apre ile nem yönetimli ceket geliştirmiştir. Nanotech gümüş nanotaneçikli çorap üretmiştir. Nanofiltrasyon membranları boya atık sularının arıtımında kullanılmaktadır. Bu membranlar boyayı sudan ayırarak suyun tekrar kullanılmasını sağlamaktadırlar. Güçlü grafit nanolifler ode sıcaklığında büyük yüklere ve yüksek basınca dayanabilirler. Güç tutuşur nonwoven kumaş, kağıt ve filaman lif, kaplamalar için klay ve değişik selülozik kökenli liflerle nanokompozitler hazırlanmaktadır [5,26].



Şekil 10. Tekstiller için nanoteknoloji uygulamaları[5].

1997 den itibaren nanotaneçikler iplik lif ve kumaşları kaplamada kullanılmıştır. 2005 te nanoteknoloji \$32 milyar dolarlık üründe yer almıştır. 2012 de nanotaneçiklerin elektronik tekstillerin ve giyilebilir elektroniklerin pazarının \$115 milyar dolar olacağı tahmin edilmektedir [4, 27].

6. SONUÇLAR

Nanoteknolojinin tekstil uygulamalarındaki gelişimi iki koldan devam etmektedir; Tekstil malzemesinin mevcut fonksiyonelliğinin ve performansının iyileştirilmesi ve yeni fonksiyonlara sahip akıllı tekstillerin geliştirilmesi. Nano teknolojinin kullanıldığı tekstil uygulamaları şunlardır: çok fonksiyonlu apreler ve nanolifler, akıllı giysiler, üstün performanslı kompozitler ve tekstil proseslerindeki uygulamalar.

KAYNAKLAR

1. <http://www.landofcotton.com/fc/files/nanodev.pdf>, 12.12.2010
2. Günesoglu, C., Kut, D. and Orhan, M., (2010), *Performing the Electro spraying Process for the Application of Textile Nano Finishing Particles*, Textile Research Journal, Vol 80(2): 106–115
3. <http://www.fruitstree.com/article/the-role-of-nanotechnology-in-textile-chemicals-industry/> Enhancement of textile, 12.12.2010
4. Laschuk, T., Nascimento, J., Oliveira, F., (2008), *Nanotechnologies as improvement of fashion textile design*, 4th International Textile, Clothing & Design Conference – Magic World of Textiles, October 05th to 08th, Dubrovnik, Croatia
5. Singh, K. et al, *Applications and future of nanotechnology in textiles*, (2006), Beltwide Cotton Conferences, San Antonio, Texas- January 3 -6
6. <http://www.landofcotton.com/fc/files/nanodev.pdf>
7. Smith, W., (2010), *Smart textile coatings and laminates*, Woodhead publishing limited,
8. <http://ftp.rta.nato.int/public//PubFullText/RTO/EN/RTO-EN-AVT-129bis//EN-AVT-129bis-05.pdf>
9. www.techexchange.com/thelibrary/nanotechnology.html
10. Parthasarathi, V., (2008), *Nano technology adds value to textile finishing*, The Indian Textile Journal January issue.
11. http://www.ripublication.com/ijnna/ijnnav3n2_5.pdf
12. Hongu, T., Phillips G. and Takigami, M., (2005), *New Millennium Fibers*, Woodhead publishing in textiles.
13. <http://www.azonano.com/details.asp?ArticleId=2402>
14. Gowri S., et al.(2010), *Polymer Nanocomposites for Multifunctional Finishing of Textiles - a Review*, Textile Research Journal, Vol 80(13): 1290–1306
15. <http://www.exzellenz.nrw.de/nocl/noth/clusters/highlights/nanotechnology-in-textile-finishing/?L=1>
16. <http://www.nanomat.de/pdf/nanovision-beringer.pdf>
17. http://www.czech-in.org/enf2009/ppt/C1_Schollmeyer_Y.pdf,
18. Wei, Q., (2009), *Surface modification of textiles*, Woolhead publishing in textiles
19. http://www.autexrj.org/cms/zalaczone_pliki/1-06-1.pdf, 12.12.2010
20. <http://www.flickr.com/photos/basf/4837720180/>, 12.12.2010
21. http://www.autexrj.org/cms/zalaczone_pliki/1-06-1.pdf, 12.12.2010
22. <http://www.scint.nl/docs/Smarttextilesscint.pdf>, 12.12.2010
23. http://www.autexrj.org/cms/zalaczone_pliki/1-06-1.pdf, 12.12.2010
24. http://minatuse.eu/pdf/Nanotechnology_applications-5--nanotechnology_and_textile.pdf, 12.12.2010
25. <http://www.azonano.com/details.asp?ArticleId=2402>, 12.12.2010
26. <http://www.nano.org.uk/articles/28/>, 12.12.2010
27. <http://scitation.aip.org/getabs/servlet/GetabsServlet?prog=normal&id=ASMECP002008042940000761000001&idtype=cvips&gifs=yes&ref=no>, 12.12.2010
28. <http://www.sampasnano.com/nanotechnology.htm>