

T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**NANO ÖRGÜ KATKILI KENDİ KENDİNİ TEMİZLEME ÖZELLİKLİ
KUMAŞLARIN PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Kübra AYDIN
DANIŞMAN: Doç. Dr. Suha Orçun MERT

VAN-2019

T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**NANO ÖRGÜ KATKILI KENDİ KENDİNİ TEMİZLEME ÖZELLİKLİ
KUMAŞLARIN PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Kübra AYDIN

VAN-2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Suha Orçun MERT danışmanlığında, Kübra AYDIN tarafından sunulan "*Nano Örgü Katkılı Kendi Kendini Temizleme Özellikli Kumaşların Performans Özelliklerinin Araştırılması*" isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 05/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Zehra ÖZÇELİK

İmza:

Üye :Doç. Dr. Suha Orçun MERT

İmza:

Üye :Dr. Öğr. Üyesi Duygu ALPASLAN

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..01...../08...../2019 tarih ve
2019 /41-1
..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Snat SENSOY



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İmza

Kübra AYDIN



ÖZET

NANO ÖRGÜ KATKILI KENDİ KENDİNİ TEMİZLEME ÖZELLİKLİ KUMAŞLARIN PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

AYDIN, Kübra
Yüksek Lisans Tezi, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Suha Orçun MERT
Ağustos 2019, 41 Sayfa

Yapılan çalışmada; yarı iletken olan TiO_2 'in fotokatalitik özelliği kullanılarak güneş ışınları ile organik kirleticilerden kurtarılıp kendi kendini temizleyebilen kumaşlar üretmek ve bu üretilen kumaşları tekstil sektörüne kazandırmaktır. TiO_2 ya da farklı metal oksitlerin, nano yapılar ile birleştirilmesi sonucu tekstil sektörüne etkin işlenebilir özellikler aktarmıştır. Yapılan çalışma ile kumaşın genel özelliklerine bakılmaksızın (hammadde, renk, vs..) üzerine uygulanan kirleticilerden gözle görülür derecede kurtarılmıştır. Bu çalışma kumaşların kopma, uzama, yırtılma, kalınlık, mukavemet gibi özellikleri belirlemek için yapılacak çalışmalar için yol gösterici olmuştur.

Anahtar kelimeler: Fotokatalitik, Kendi kendini temizleyen, Nano, TiO_2 ,



ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF NANO KNITTED ADDITIVE FABRICS WITH SELF CLEANING

AYDIN, Kübra

Msc., Thesis, Chemistry Engineering Department

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Suha Orçun MERT

August 2019, 41 Pages

In this study; the obtained using of photocatalytic feature of TiO₂, which is a semiconductor, is used to produce self-cleaning fabrics that can be recovered from organic pollutants by solar radiation and to bring these fabrics into the textile sector. Combining TiO₂ or different metal oxides with nanostructures has provided effective processable properties to the textile industry. With this study, the fabric is visibly cleaned up from the pollutants applied on it without considering of the general characteristics of it (raw material, color, etc). The properties of the fabric such as rupture, elongation and removal, thickness, strength, etc. were guiding for later study.

Keywords: Nano, Photocatalytic, Self cleaning, TiO₂,



ÖN SÖZ

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, iki yıl boyunca değerli bilgilerini benim ile paylaşan, her kelimesinin hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım saygıdeğer danışman hocam; Doç. Dr. Suha Orçun MERT'e, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim YAVUZ'a ve tez çalışması boyunca bilgi ve tecrübeleri ile bana destek olan Orta Anadolu Tekstil'e, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgileri ile bizlere yardım eden Kimya Mühendisliği bölümündeki tüm hocalarıma, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme ve hayat arkadaşım Yavuz DİNÇER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

27/07/2019

Kübra AYDIN



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Tezin Amacı ve Önemi	2
1.2. Tekstilde Nanoteknoloji	2
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
5. SONUÇ.....	33
KAYNAKLAR.....	34
ÖZ GEÇMİŞ.....	35



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4. 2. İşlem görmemiş flat ve denim kumaş görüntüleri.....	25
Çizelge 4. 3. 60°C’de kurutulmuş flat gözlemlene sonuçları.....	26
Çizelge 4. 4. 60°C’de kurutulmuş denim gözlemlene sonuçları	27
Çizelge 4. 5. 80°C’de kurutulmuş flat gözlemlene sonuçları.....	28
Çizelge 4. 6. 80°C’de kurutulmuş denim gözlemlene sonuçları	29
Çizelge 4. 7. 120°C’de kurutulmuş flat gözlemlene sonuçları.....	30
Çizelge 4. 8. 120°C’de kurutulmuş denim gözlemlene sonuçları	31

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2. 1. Nanometre Uzunluk Ölçüleri (Özer, 2008).....	7
Şekil 2. 2. Nanoteknolojinin Gelişim Evresi (Özer, 2008).....	8
Şekil 2.3. TiO ₂ kaplanmış kumaşların temizleme mekanizması (Yazıcı, 2009).	14
Şekil 2.4. Lotus yaprağının kendi kendini temizleme özelliği (Seventekin ve ark, 2006).	15
Şekil 2. 5. TiO ₂ ışığın altındaki fotokatalitik işlemi (Temirel ve Palamutçu, 2011).	17
Şekil 2. 6. Foto kimyasal elektron –boşluk tepkimesi (Temirel ve Palamutçu, 2011)...	19
Şekil 2. 7. Fotoaktif yarı iletkenlerin enerji yapıları (Temirel ve Palamutçu, 2011).....	19
Şekil 2.8. TiO ₂ 'e ait kristal yapıları (Varlıklı, 2009).....	21



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmaktadır.

Simgeler

Açıklama

Al_2O_3	Alüminyum Oksit
CdS	Kadmiyum Sülfid
eV	elektron volt
Fe_2O_3	Demir III oksit
GaAs	Galyum Arsenik
HO_2	Hidro peroksil
h ν	Güneş ışını
Kv	Kilovolt
MgO	Magnezyum Oksit
nm	Nanometre
OH	Hidroksi
$\bullet O_2^-$	Süper oksijen
$SrTi_3$	Straonyum Titanit
TiO_2	Titanyumdioksit
ZnO	Çinko Oksit
WO_3	Tungsten oksit

Kısaltmalar

Açıklama

MAM	Marmara Araştırma merkezi
MEMS	Mikroelektromanyetik Sistemler
MO	Metal Oksit
NION	Ulusal Nanoteknoloji Girişimi
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu

Kısaltmalar

Açıklama

TÜBİTAK

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

UNAM

Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi

UV

Ultraviyole





1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişimi ile birçok alanda hayatı kolaylaştıracak adımlar atılmıştır. Nano-Nanoteknoloji kelimeleri yaklaşık 45 yıldan günümüze kullanılan bir ifadedir. Bu ifade atom ve moleküller boyutta oluşabilecek her türlü çalışmayı kapsamaktadır. Özünde nanoteknoloji; birçok malzemeyi nanometre boyutuna indirgeyerek, malzemeye etkili ve kullanımı kolaylaştırabilecek yeni özellikler atayarak kullanılan bir sistemler bütünüdür. Nano ölçekte oluşturulan malzemelerin yüzey davranışı ile diğer malzemelerin yüzey davranışlarına göre farklıdır. Kütleli biçimde bulunan malzemelere göre çok yüksek oranda yüzey alanına sahiptirler. Yüzey alanına bağlı partikül ve nanoparçacıkların etkileşiminin değişmesi malzemenin sahip olduğu birçok özelliği (sertliği, ağırlığı, kimyasal ve termal davranışı) değiştirmektedir. Nanoteknoloji ile kazandırılan yeni malzemeler hem kullanım potansiyeli hem de ekonomik açıdan birçok olanaklar ortaya çıkarmaktadır (Gültekin, 2011). Nanoteknolojinin malzemeler üzerinde etkin ve uygulanabilir özellikler oluşturması, tekstil alanında farkındalık yaratıp birçok çalışma ve iyileştirmeler getirmiştir. Tekstil ürünlerinin geniş yüzey alanının nano ölçekli malzemeler ile kaplanması ile yüzey özellikleri değiştirilmiştir (Temirel ve Palamutçu, 2011). Nanoteknoloji ilk kez “Nano-Tex” aracılığı ile tekstilde kullanılmıştır. Birçok tekstil firması nano ölçekli yapılar sayesinde tekstil ürünlerine; UV (ultraviyole) koruma, kendi kendini temizleme, su ve kir iticilik, kırışma dayanımı, anti statiklik gibi etkin özellikler kazandırmıştır (Gültekin, 2011). TiO_2 (titanyumdioksit) ya da farklı metal oksitlerin, nano yapılar ile birleştirilmesi sonucu tekstil sektörüne etkin işlenebilir özellikler aktarmıştır. Kendi kendini temizleme özellikli kumaşların yarı iletken ve fotokatalitik özelliği bakımından güçlü olan TiO_2 'in kullanılması ile güneş ışınları yardımı sayesinde kirleticilerden kurtarılabilmesi görülmüştür. Bu çalışmada öngörülen amaç ve hedef; kumaşın genel özelliklerine bakmaksızın (hammadde, renk, kumaş türü) üzerine uygulanan her türlü kirleticilerden gözle görülür derecede kurtarılmasını sağlamak ve TiO_2 'in bu çalışmadaki özelliği incelenerek tekstil sektöründe kullanılabilirliğini görmektir.

1.1. Tezin Amacı ve Önemi

Yapılan çalışmada; kumaşın genel özelliklerine bakmaksızın (hammadde, renk, kumaş türü) üzerine uygulanan her türlü kirleticilerden gözle görülür derecede kurtarılmasını sağlamak, yarı iletken ve fotokatalitik aktivite özelliği güçlü olan TiO_2 'in bu çalışmadaki özelliği incelenerek tekstil sektöründe kullanılabilirliğini görmek ve bu kumaşların performans özelliklerini belirlemektir. İki farklı kumaş tipine farklı konsantrasyonlarda hazırlanan reçetelerle yapılan bu çalışma, güneş ışınları yardımı ile kirleticilerden kurtarılmıştır. Ayrıca boya, kozmetik, gıda ürünleri gibi birçok alanda kullanılan TiO_2 'in fotokatalitik aktivite özelliğinin iyi olması ile tekstil ürünlerinde yapılan çalışmalarda kullanım alanlarını arttırmıştır. Bu çalışmada farklı TiO_2 'li reçeteler ile hazırlanan kumaşlara uygulanan kirleticiler (kırmızı şarap, çay, vişne suyu, kahve, vb..) belli zaman aralıklarında güneş ışınına maruz bırakılarak kirleticiler uzaklaştırılmıştır. Çalışmada ticari uygulamalarda nano titanyumdioksit parçacıkları geniş bir şekilde kullanıldığından bu alan tercih edilmiştir. Amaç; bu çalışma sonucunda TiO_2 'in kullanılabilirliğini görmek ve tekstil sektörüne kendi kendini temizleyebilen kumaşların üretimini sağlamaktır.

1.2. Tekstilde Nanoteknoloji

Teknoloji, sistemli bir şekilde işlem yapabilme bilimidir. İlk çağlarda insanlar, keşifler yaparak kendi varlığını sürdürebilmek için her türlü yolları araştırmış, merak ve yüksek hayal gücü ile gelişme göstermiştir. Ülkelerin gelişmişlik seviyelerinin belirlenmesi ve toplumların refah düzeylerinin artırılmasında teknoloji önemli bir yere sahiptir. Teknolojik anlamda varılan en son nokta yüksek teknolojidir (Özer, 2008). Yüksek teknolojik çalışmaların başında nanoteknoloji ile ilgili çalışmalar yer almaktadır. Nanoteknoloji, maddenin 1 ile 100 nanometre (nm) gibi moleküler düzeydeki boyutlarındaki davranışlarını inceleyen bilim dalıdır. İlk defa 1974 yılında bu teknolojiye bahsedilmiştir. Nanoteknolojinin gelişimi sırasıyla; pasif nanoyapılar birinci nesil ürün grubu, aktif nanoyapılar ikinci nesil ürünler grubu ve üçüncü nesil ürünlerdir. Nanoteknolojik gelişmelerin hızlanması ile tıbbi alanlar, elektrik ve elektronik alanlar, giyim alanları, otomotiv, gıda ve boya gibi birçok sektörde kullanımı yaygınlaşmıştır

(Turgut ve ark., 2011). Bu teknolojinin diğerk teknolojilerden farklı olarak amaçladığı; nanometre yapıda olan maddelerin analizini yapmak, yapıların fiziksel özelliklerini araştırmak, malzemelere etkin ve üstün özellikler ile üretim süreçlerini oluşturmak ve geliştirmek, daha az malzeme ve enerji kullanımını sağlamaktır (Turgut ve ark., 2011). Nanoteknolojik malzemelerin etkin ve üstün özellikleri dünya ülkelerinde bu teknolojinin tercih edilmesini sağlamıştır. Amerika Birleşik Devletleri Hükümeti 2006 yılı itibariyle nanoteknolojik malzemeler kullanarak birçok ürün elde etmiş ve nanoteknolojinin yaygınlaştırılması ve kullanılmasına bağlı olarak çoğu akademik araştırmalar için 100'ün üstünde birçok üniversite programı bulundurmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde nanoteknolojik alanda öncelikler belirlenmiş ve özellikle laboratuvar çalışmaları için belli bütçeler ayrılmıştır. Avrupa Birliği'nin 90'lı yıllarda organize ettiği "4. Çerçeve Programı" kapsamında nanoteknoloji ile ilgili çalışmalarda bulunan firmaya nano-elektronik cihazlar, karbon nanotüpler, bio-sensörler, moleküler tanımlama sistemleri, nano-kompozit malzemeler ve yeni mikroskop teknolojileri ile ilgili çalışmalar için destekte bulunmuştur. Yine 2000'li yıllarda nanoteknolojik ürünlerin geliştirilmesi için belli bütçeler ayrılmış ve bu bütçeler ile üretim prosesleri ve araçlarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Nanoteknolojik çalışmalar için yatırım yapan diğerk bir ülke ise Japonya'dır. Japonya nanoteknolojik çalışmalar için Amerika Birleşik Devletleri'den sonra en fazla Ar-Ge harcaması yapan ikinci ülkedir. Japonya'yı takip eden ülkeler sırasıyla Çin ve Kore ülkeleri olmuştur. Özellikle Çin nanoteknolojik araştırmalarını "Çin Bilimler Akademisi" ile takip etmektedir. Asya ülkelerinde yapılan nanoteknolojik çalışmalar genellikle yarı iletken üretme teknikleri ve elektronik cihazlar üzerinedir. Kore ülkesi mikro elektronik uygulamaları alanında yoğunlaşmış ve sahip olduğu Samsung firması mikro elektromekanik sistemler (MEMS) ve uygulamalar üzerine araştırmalar yürütmektedir (1). Yine İngiltere, Almanya, Fransa, İsveç ve Hollanda'da "İngiltere Ulusal Fizik Laboratuvarı" ve "DTI" tarafından öncü olan "Ulusal Nanoteknoloji Girişimi (NION)" ile nanoteknolojik çalışmaları yürütmektedir. Nanoteknoloji ile ilgili Ar-Ge araştırmaları yapan şirketler; "Philips, Siemens, Bayer, Henkel, Degussa, Thompson CSF ve Air Liquide'dir". Rusya'daki nanoteknolojik uygulamalar ise atom ve moleküllerle karşılaştırılabilecek ölçüde elektronik devrelerin yapımı, kimyasal çalışmalar, nanoaletlerin yapımı, nanorobotların geliştirilmesi ve bina yapımındaki çeşitli maddelerin sentezlenmesi gibi çalışmalar olmuştur. Polonyada ise nanoteknolojik uygulamaların

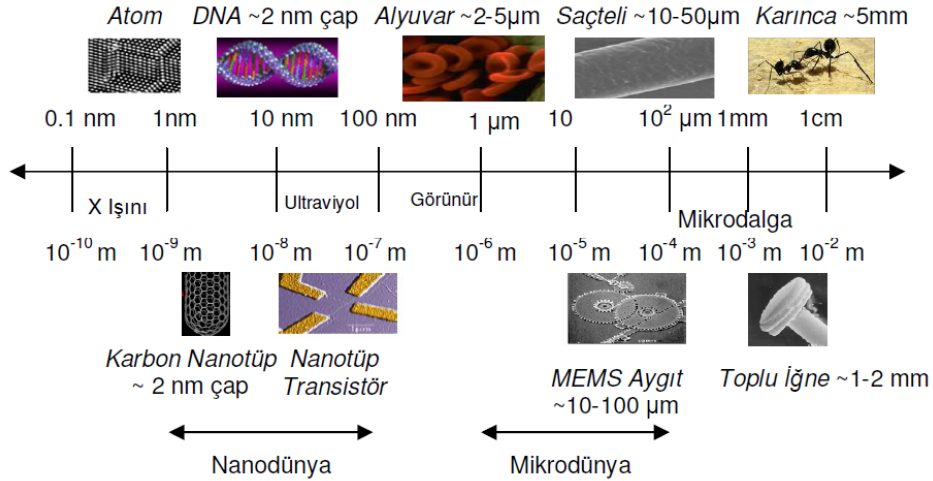
başında nanokristal tozlar, nano malzemelerin elektronikte kullanılması, organik nano maddelerin sentezi, şarj edilebilir seramik nanomadde sentezi, nano bağlantılı araç yapımı gibi çalışmalar gelmektedir (2). 2025 yılında Türkiye’de nanoteknolojik olarak hayatı büyük ölçüde etkileyecek çalışmaların yapılacağı düşünülmektedir. 2023 Vizyon Programı için “Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) nanoteknoloji ile ilgili izlenecek yol haritaları oluşturmuştur. İzlenecek yol haritaların belirlenmesi ile Türkiye’de nanoteknolojik çalışmalar devam etmektedir (Turgut, 2011).

Nanoteknolojinin birçok sektöre kazandırdığı özellikler tekstil sektörüne de sıçramıştır. Nanomalzemeler ile çok fonksiyonlu kumaşlar üretilmektedir. Nanoteknolojik malzemeler tekstil sektöründe kullanılan malzemelere aktararak malzemelere etkin ve üstün özellikler de olması sağlanmıştır. İlk olarak nanoteknolojik malzemelerin dünyada askeri uygulamalarda akıllı üniformalarda kullanılması ile askeri kayıpların önüne geçilmiş ve üretilen üniformaların yıkanabilen, rahat hareketi sağlaması, nanosensörlerin ve aygıtların kumaş içine yedirilmesi kullanım bakımından rağbet görmesini sağlamıştır. Bir başka örnek ise; çorap içerisinde barınan mikrop ve bakterilerin engellenmesi, suyu iterek kirliliği engelleyen kumaşların üretilmesi verilmektedir. Nano boyutta oluşan malzemeler farklı boyutlara sahiptir. Bu boyutlar bir, iki veya üç boyutludur. Tek boyutlu nanomalzemeler; çok ince yapıya sahip yüzey filmleri, iki boyutlu nanomalzeme grubu; nanolif veya karbon nanotüplerini, üç boyutlu nanomalzemeler ise yumuşatma, antimikrobiyal, yağ ve kir iticilik işlemlerini, güç tutuşurluk gibi çalışmalar için kullanılan boyutlardır (Özdoğan ve ark., 2006). Tekstil sektöründe örneğin; “titanyumdioksit, alüminyum oksit, çinko oksit ve magnezyum oksit” gibi metal oksitlerin kullanılması malzemelere “fotokatalitik etki, UV absorblama, elektriksel iletkenlik ve fotooksidasyon etki” gibi birçok özellik kazandırmıştır. Fotooksidasyon özelliği kumaşlardaki kimyasal veya biyolojik maddelere karşı dekontaminasyon işlemi için tercih edilmektedir. Kumaşlara kazandırılan diğer özellikler ise; antimikrobiyal özellik, kendi kendini temizleyebilme ve UV korumadır. Kullanılan bazı metal oksitlerin özelliklerini açıklamak gerekirse; örneğin tez çalışmasında da kullanılan titanyum dioksidin kumaş içerisine belli reçeteler ile ilave edilmesiyle güneş ışığı altında lekeleri uzaklaştırmada etkin olduğu, çinko oksitin (ZnO) dolgu materyali olarak tercih edilip malzemeye antistatik özellik kazandırması örnek olarak verilebilir. Ayrıca TiO_2 / MgO (titanyumdioksit / magnezyum oksit) nanomalzemeleri ile

kazandırılan kompozit malzemeler ise kendi kendini sterilize etme özeliğine sahiptir. Nanoteknolojinin tekstil sektörüne kazandırdığı önemli bir uygulama ise güç tutuşurluktur. Özellikle “nylon 6.6” liflerinde uygulanan nanomalzemelerin güç tutuşurluğunu önemli ölçüde arttırdığı görülmektedir. Lif üretimi dışında tekstil malzemelerindeki kimyasal bitim işlemlerinde de nanoteknolojik malzemeler kullanılmaktadır. Örneğin; emülgatörlerin daha düzgün ve hassas bir şekilde aplikasyon yapması ve kumaşa birçok gelişmiş performans özellikleri (kir iticilik, antistatik, buruşmazlık vs..) kazandırmaktadır. Kumaşlardaki buruşmazlık özelliği için kumaşlar 10 nm boyutundaki nanomalzemeler ile işleme tabi tutularak , bu nanomalzemelerin selüloza bağlanması ve bu sayede sıvıların içeri girişi engellenmektedir. Tekstil sektöründeki nanoteknolojik malzemeler ile üretilen ürünlerde kalp atışların, vücut ısıların kontrolü nanosensörler ile yapılması hedeflenmektedir. Yine tekstil ürünlerindeki mikroorganizmaların biyoparçalanma, renk değişimi ve lekelenme gibi sorunları ortadan kaldırmak amacıyla nanoteknolojik malzemeler ile anti bakteriyel ajanlar geliştirilmiştir. Geliştirilen bu ajanların yıkama sırasında özelliklerini yitirmesi ve belli zararlardan dolayı bu ajanlar kullanılmamaktadır. Yine kendi kendini temizleyebilen ve kırışmayan kumaşlar için günümüzde çalışmalar devam etmektedir (3).

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

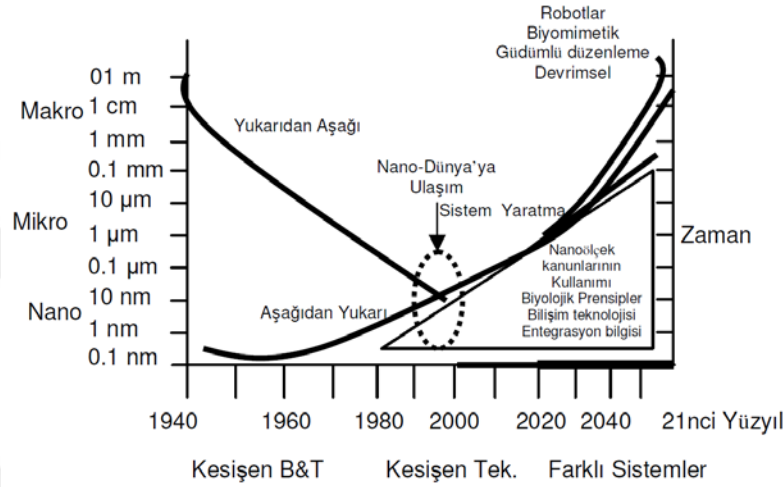
Literatür örnekleri incelendiğinde nanoteknolojinin oluşumu ile birlikte nanobilim ve nanomühendislik gibi konulara bağlı yapılan tanımlamalarda artmıştır. Tanımlamalarda bilim insanları ve araştırmacılar nanobilim ve nanoteknolojinin birleşiminin atomik ve moleküler düzeyde olduğu kanısına varmışlardır. Tanım olarak nanobilim; atomik ya da makromoleküler ölçekte yapılan çalışmaları açıklamaktadır. Buna bağlı oluşturulan nanomühendislik ise üç boyutlu malzemelerin oluşturduğu mimari düzeni, enerji transferi, enerji dönüşümünü kapsayacak birçok uygulama alanında nanoölçek düzeyde üretim ile uğraşan mühendisliktir. Cüce olarak tanımlanan nano, fiziksel olarak bir milyarda biri olarak tanımlanmaktadır. Nano malzemeler ile oluşturulan yapılar 10-1000 atomu içeren gruptan oluşmaktadır. Nanobilim ve nanoteknolojinin hedefi nanoölçek seviyesinde malzemeler tasarlamak, üretmek ve bunların günlük yaşamda kullanımını kolaylaştırmaktır. Örnek olarak gerek doğa gerek de günlük hayatta kullanılan maddeler atom boyutunda indirgenerek yeni maddelere dönüşmesini sağlamaktır (Özer, 2008).



Şekil 2. 1. Nanometre Uzunluk Ölçüleri (Özer, 2008).

Nanoteknoloji kimya, biyoloji, sağlık, elektronik gibi alanlara hitap ettiği için farklı disiplinler arasında olduğu söylenebilmektedir. Bilim insanları nanoteknoloji üzerine birçok cihaz ve alet üretmeyi amaçlamıştır. Yalnız bu üretimler her zaman olumlu

gelişmeler sağlamamaktadır. Olumsuz gelişmelerde söz konusudur. Bu durumda nanoteknoloji için yapıcı, yokedici ve farklı disiplinler arasında oluşturulan bilim dalı olarak açıklanabilmektedir. Yapıcı ve yokedici teknolojiler olarak ayrılan nanoteknolojide; elektrik, internet, motorlar yapıcı, eski teknolojiler değiştirilerek yerine geçen ürünler ise yokedici teknolojidir. Örnek olarak; gelecekte insanların yerini alan robotlar verilebilmektedir (Özer, 2008). Aşağıdaki Şekil 2.2’de nanoteknolojinin gelişimine ait bilgi verilmektedir.



Şekil 2. 2. Nanoteknolojinin Gelişim Evresi (Özer, 2008).

Nanoteknoloji, nanoölçekte malzemelere aktarılan fiziksel özellikler aracılığı ile birçok alanda kullanılmaktadır. Bunlar; bilişim ve iletişim, elektronik, biyoteknoloji, tıp, savunma, tekstil, makina vb. gibi alanlardır. Bu sektörler genel olarak; malzemenin atomik ve moleküler boyutta oluşturulan konvaksiyonel yöntemler ile oluşturulan malzemelere göre hem sağlam hem de hafiftir. Bu malzemelerin hata yapma frekansları düşüktür. Aktarılan bu özellikler ile dayanıklılığın artması endüstri ve sanayide de kullanılabilirliğini arttırmıştır. Elektronik araçların var olan işlem güçleri ve kapasiteleri nanoteknolojik gelişmelerle artmaktadır. Örnek olarak quantum bilgisayarlar nanoteknolojik özellikler ile ve işlem gücü bakımından iyi olan pentium bilgisayarlardan daha iyi işlem gücüne sahiptir. Elektronik araçlar için sensörler, izleme sistemleri, sinyal alım-iletim işlemleri nanoteknolojik gelişmelere örnek verilebilir. Nano boyutta araçların üretilmesi canlı organizmalar ile birleşmesi sonucu yeni olgular, teşhisler ve tedavi yöntemleri oluşturmakta ve buda canlı organizmasına moleküler ölçüde müdahalede bulunma özelliğini doğurmuştur. Maliyetli bir sektör olan havacılık ve uzay araçları;

yapımında maliyet kadar kullanılan malzeme ağırlığıda en az bir o kadar önemlidir. Nanoteknolojinin havacılık ve uzay araçlarında kullanılması ile malzemelerin ağırlığı azaltmış ve maliyetin düşük olması sağlanmıştır. Çekme direncinin çok iyi olduğu nanotüpler sayesinde atmosfere kadar yükselebilen yapılar inşa edilmiştir. Bunun sonucunda uzay araştırmalarının önü açılmış ve fırlatma maliyetleri de düşmüştür. Temiz ve çevre dostu olacak ulaşım sistemlerin kurulmasında nano malzemelerin ve nano kompozitlerin önemi büyüktür. Askeri uygulamalarda nanoteknolojik işlemler ile elektronik savaş kapasitesi, etkin silahlar, elbiseler, akıllı sistemler savunma sektörünün önünü açmıştır (Özdoğan, 2006).

Nano teknolojinin tekstil sektörüne sıçraması ile tekstil sektörü hızlı gelişim göstermiştir. Kullanım alanının artmasının bir diğer nedeni ise son yıllarda nanotekstil konularında yapılan araştırmalar olmuştur. Birçok özellik aktarılarak oluşturan tekstil ürünleri akıllı tekstil kavramını doğurmuştur. Akıllı tekstiller olarak adlandırılan kavram; bir etkiyi veya etkiye karşı değişikliği algılayıp cevap veren tekstil malzemeleri olarak tanımlanmaktadır. Geleneksel tekstil ürünlerinden farkı, kullanımı ve işlevselliğidir. Pasif ve aktif akıllı tekstil ürünü olarak ikiye ayrılan bu malzemeler; etki ve değişikliği algılıyorsa pasif, etki veya değişikliğe cevap veriyorsa aktif grubuna girmektedir. Sahip oldukları işlev ve yapı bakımından; tıbbi, koruyucu, askeri, taşımacılık teknik tekstillerde farklılık göstermektedir. Akıllı tekstillere, sürücülerin uyuduğu takdirde uyanmasını sağlayan koltuklar, kalp atışlarını dinleyen çarşafklar, belli sıcaklıklarla renk değiştiren kıyafetler / dokumalar örnek olarak verilebilir (İşmal ve ark, 2016). Şahin, Bulgun ve Kayacan (2004), ısıtma fonksiyonlu akıllı tekstiller ile ilgili çalışmalarını incelemiş ve askeri uygulamalarda hem güvenlik hem de kullanım sürekliliğine bağlı yıpranma ve dayanıklılık sorununa çözümler üretmişlerdir. Geleneksel tekstil liflerin zamanla fiziksel olarak yıpranmasına ve aşınmasına neden olan etkenler akıllı tekstil ürünleri sayesinde engellenmiştir. Yine bu yıllarda araştırmacılar, akıllı giysilerin üretimini, kullanımını, geri kazanımını üzerine araştırmalar yapmış ve bazı akıllı giysi tasarımı için fikirlerini sunmuşlardır. Kiekens, Westbroe, Priniotakis ve Langenhove (2004), tekstil malzemelerin elektrot durumlarını incelemiş ve inceleme sonucu ortaya çıkan durumu modelize etmek ve vücut koşullarına bağlı elektrot-elektrolitlere işleme çalışmalarını yapmışlardır. Tekstil sektörüne giren nanoteknoloji ile ilgili çalışmalar, birçok alanda gelişme göstermiştir. Birçok nanoölçekteki malzemeler ile oluşturulan maddeler ile

kumaşların kırışıklığa ve lekeye karşı dirençli ve ömrünün uzun olması sağlanmaktadır. Tekstil sektöründe kullanılan üç boyutlu nanoyapılar yağ ve kir itici, mukavemet, tutuşurluk gibi durumlarda kullanılmaktadır. Tekstil sektöründe kullanılan nanopartiküller koku ve biyosidlerin salınımları için de tercih edilmektedir. Bu konu ile ilgili birçok yabancı firmalar çalışmalar yapmış ve tekstil sektörüne çalışmalar sonucu çıkan olguları paylaşmışlardır. Yine nanoteknoloji kimyasal bitim işlemlerinde de kullanılmaktadır. Bu nanoyapılar sayesinde yağ-kir iticilik, hidrofilik, antistatik özellik, buruşmazlık ve çekmezlik gibi çok çeşitli performans özellikleri kazandırılmaktadır (Özdoğan, 2006). Nanoteknolojik malzemeler ile işlevselleştirilen tekstil ürünleri, sahip olduğu özelliklerin daha etkin, verimli ve uzun ömürlü olacak şekilde elde edilmesini sağlamıştır (Yazıcı, 2009). İnorganik nanoparçacıklar katkılı malzemeler ile geleneksel katkılı malzemeler arasında fark vardır. Bu da polimer sistemlere aktarılan inorganik nanoparçacık katkılı malzemelerin çok işlevli nanokompozitlerini oluşturmaktadır. Bu nanokompozitler malzemelerin direnç, (ısı, alev, nem) geçirgenlik, yük dağılımı gibi özelliklerini iyileştirmektedir (Yanılmaz ve Karakaş, 2018).

Nanoteknoloji tekstil ürünlerine;

- Renk haslığı
- Su iticilik
- Renk Değiştirme
- Kendi kendini temizleme
- UV absorpsiyonu
- Veri depolama
- Mikrop itici
- Güç tutuşur
- Aşınma dayanımı
- Enerji depolama gibi farklı özellikler kazandırmaktadır.

Tekstil ürünlerinde yapılan çalışmalarda Nanolifler ile ilgili olarak; çapları 0.5 mikrondan daha az, 50-300 nanometre arasında olan yapılar olduğu aktarılmıştır. Nanoliflerin üretimi ile ilgili çalışmalarda kumaşların yüzeyinde su tutma özelliklerinin

arttığı sonucuna varılmıştır. Yine çalışmalarda Nanoliflerin otomobil döşeme ve kaplamalarda, çeşitli alanlarda kaplama işleminde (çadır, branda, antimikrobiyal), UV dayanıklı kıyafetlerde, askeri amaçlı üretilen kıyafetlerde, kumaşlarda (Hidrofilik poliester ve poliamid), nefes alabilen ve yağ-kir itici kumaşlarda, buruşmazlık gibi alanlarda da kullanım alanları olduğu aktarılmıştır (Özdoğan, 2006). Yine lifler ile ilgili çalışmalarda “lif” kelimesi özellikli (uzunluk, incelik, mukavemet), şekil vermeye müsait uygun maddeler olduğu aktarılmıştır. Bunların oluşturduğu gruplar ise elyaf ismini alır. Elyaf lar renkli renksiz ve özellikli olan lif grubudur. Tekstilin temel maddesi olan elyaf belli işlemler ile iplik haline dönüşmektedir (4).

Nanoliflerin kullanım alanları;

- Koruyucu ürünler (kask, yelek)
- Hassiyet işlevli sensörler
- Nano elektronikler malzemeler
- Dokusuz yüzeyler
- Sızmayı engelleyici kumaşlar
- Üç boyutlu görünüme sahip yapılar
- Filtre
- Membran sistemleridir.

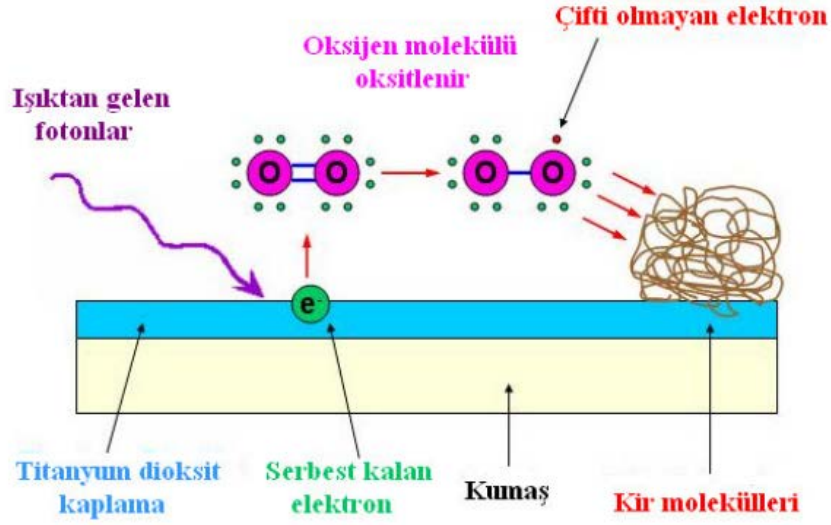
Nano liflerin üretimi iki yöntemle gerçekleşir ve bunların ilki; konvansiyonel yöntemlerde düz modifikasyonlarıyla lif üretimi, ikincisi ise; elektrostatik yöntemlerle lif üretimidir. Burada konvansiyonel lif üretiminde kullanılan tekniğin amacı (eriyikten lif çekimi, kuru ve yağ lif çekimi) belli kuvvetler ile eriyiğin ya da çözeltinin geçirilmesi ve katılaşmasını sağlamaktır. Elektrostatik yöntemlerle lif üretimi ise nanoliflerin tüm özellikler bakımından uygun olduğu bir yöntemdir. Bu yöntemde elektriksel bir kuvvet uygulayarak polimerlerin bir düzeden topraklı olabilecek bir alana akmasına yardımcı olarak lif oluşumu ve lifin katılaşması sağlanmaktadır. Bu yöntemde elektrospinning yöntemi denilmektedir. Çalışmalarda, lifli malzemelerin yüzey alanı çap ile orantılıdır. Tekstildeki bir diğer uygulama olan geleneksel lifler (polyester, poliamid, polipropilen) nanoboyutta üretilmesi ile yüzey alanı, lif çapları ve iyi filtrasyon gibi özellikleri gelişmiştir (Yanılmaz ve Karakaş, 2018).

Tekstil sektörüne kazandırılan bir diğer çalışma konusu; nanokompozitlerdir. Nanokompozitler kaplama ve bitim işlemleri için kullanılmaktadır. Bu malzemeler nanoboyuta indirgenerek mukavemet artırma, iletkenlik, ve anti-statik gibi özelliklerde iyileştirme işlemleri yapmaktadır. Bu malzemelerin dağılımı, yük taşıma, sürtünme gibi özellikler ile kompozit liflerin mukamevetini arttırmaktadır. En çok kullanılan nanoparçacıklara örnek verecek olursak; karbonnanolifler, karbonnanotüpler, nanosilika, nanometal oksitler (ZnO , TiO_2 , Al_2O_3 (alüminyum oksit))'dir. Polimer nanokompozit ile oluşturulan tekstil ürünlerinde; UV koruma, nem, sürtünme direnci, anti-statik özellik, alev geciktirici, su, yağ, leke iticilik, anti mikrobiyellik, biyokataliz, biyo uyumluluk gibi bazı fonksiyonlar aktarılmaktadır. Nano katkı malzemelerin etkileri hem olumlu hem de olumsuz olabilir. Olumlu etkileri; mekanik, gaz difüzyonu, güç tutuşması, ısıl sünme, ısıl iletkenlik, sürtünme direnci, kimyasal direnç ve kuvvetlendirici gibi özelliklerdir. Olumsuz etkileri ise viskozitede artış, işlenme güçlüğü, dispersiyon güçlüğü ve optik problemlerdir. Nanomalzemelerin tekstil malzemelerinde tutuculuk, dayanım, hava akış hızı gibi fiziksel ve mekanik özellik kaybının az olması, kimyasal kullanımı ve enerji maliyetli açısından düşük olması tercih edilme sebeplerindendir (Celep ve Koç 2008).

Tekstil sektöründe nanoteknolojik bitim işlemleri, sentez işlemleri, nanoapre işlemleri ve işlevsellik gibi işlemlerde nanoteknolojik malzemelerin kullanılması ile sağlanmıştır. Nanoboyutta gerçekleştirilen bitim işlemleri; antimikrobiyel, ultraviole koruma, anti-statik, kırışmazlık ve kendi kendini temizleme özelliği gibi işlemlerini içermektedir. Antimikrobiyel bitim işlemleri; gümüş iyonları antimikrobiyel aktiviteye sahiptir. Ultraviole koruma; Çinko oksit nano tanecikleri fiyatı, beyazlık, "UV bloklama" özellikleriyle diğer nanotaneciklerden daha iyi sonuç vermiştir. Yüzey alanının artması ve absorpsiyonun yoğunluğu nanoformdaki ZnO taneciklerinin UV koruma özelliklerinde artış göstermiştir. Anti-statik; sentetik liflerin zayıf anti-statik özelliklerini geliştirmek için nanoteknolojik ürünler kullanılmıştır. Statik yük genellikle naylon, polyester gibi sentetik lifler de birikmesi ile çok az miktarda su absorplamaktadır. Selülozik lifler daha fazla nem içerir. Böylece statik yükleri dağıtabilir yük birikmesi yaşanmaz. Nano boyutta TiO_2 , çinko oksit, nanoantimoy depolanmış titanyum oksit ve silan nanosolun sentetik liflere antistatik özellik kazandırmaya yardım malzemelerdir. Kırışmazlık ve kendi kendini temizleme özelliği; kumaşa kırışmazlık özelliği sağlamak için reçine ve geleneksel yöntemler kullanılır. Reçine uygulamalarında mukavemete, sürtme direncinde

su alma, boyanmada ve nefes alabilirlikte düşüş gözlenmiştir. Bu kısıtlamaları yenmek için bazı araştırmacılar nanotitanyum dioksit ve nanosilikayı kırılmazlık özelliği kazandırmak için pamuk ve ipek liflere uygulamışlardır. Kumaşın kritik yüzey gerilimi sıvının yüzey gerilimine eşit ya da büyük olması sıvı kumaşı ıslanmasını sağlar. Titanyum kaplı pamuk kumaşlar fotokatalitik, kendi kendini temizleme, bakteriyel aktivite, leke parçalama, kırmızı şarap ve kahve lekesini parçalama özelliğine sahiptir. Bu konu ile ilgili çalışmalarda nanokristalin TiO_2 kaplamaları, gün ışığı altında kimyasal olarak yüzeye tutunmuş organik kirleticileri parçalar ve bu özelliği ile pencere camlarından, çimentoya ve tekstil yüzeylerine kadar birçok uygulama alanında ilgi görmüştür (Yanılmaz ve Karakaş, 2018).

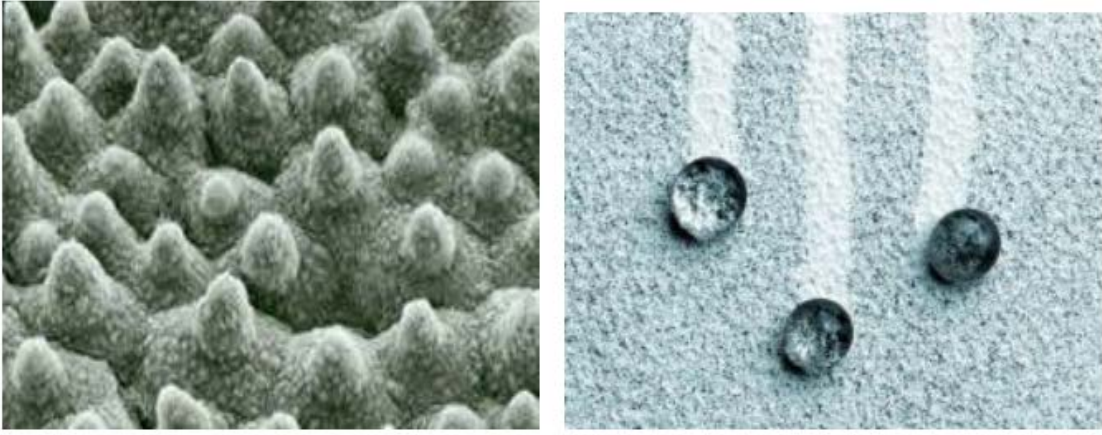
Kendi kendini temizleyen kumaşlarda titanyum gibi foto-katalitik etkiye sahip metal oksitler tercih edilmektedir. Aşağıdaki Şekil 2.3'te verilen titanyum dioksitle kaplanan kumaşın çalışma mekanizması gösterilmiştir. Şekle göre; güneş ışını ya da suni ışık kumaşa işlenen titanyum dioksit kaplamasına çarpınca burada bulunan elektronlar uyarılır ve gerekli olan eşik enerjisini aşması için yüksek enerji sayesinde değerlik bandından iletkenlik bandına geçer. Hava içinde bulunan oksijen molekülleri tepkime gerçekleştirir. Mevcut oksijen de bulunan çift bağ kırılarak tek bağa dönüşür ve kumaş üzerindeki kirlilik ile reaksiyona girerek mevcut moleküllerin indirgenme işlemi gerçekleşir. Oluşan kirliliğe rengini veren bu moleküllerin indirgenmesi ile mevcut bulunan kirlilikler yok olur. Ayrıca tekstil ürünlerinin kendi kendini temizlemesi ve kokuların giderilmesi sayesinde yıkama süresi azalmış ve böylelikle hem enerji tasarrufu hem de kumaş ömrü artmıştır (Yazıcı, 2009).



Şekil 2.3. TiO₂ kaplanmış kumaşların temizleme mekanizması (Yazıcı, 2009).

Kendi kendini temizleyebilen tekstil ürünleri nano-yapıda olan bir film yüzey modifikasyonu sonucu oluşmaktadır (Temirel ve Palamutçu, 2011). Tekstil sektöründe kendi kendini temizleme yöntemi kullanılarak üretilen ürünler için iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlar; *lotus efekti ile temizleme* ve *foto-kataliz ile temizleme* yöntemidir (Gültekin, 2011). Tekstile kazandırılan bu özellikler birçok alanda enerji, zaman tasarrufu ve malzemelerin uzun ömürlü olmasını sağlamıştır. Lotus efekti ile temizleme işleminde suyu ve kiri atan lotus bitkisinden yola çıkarak kendi kendini temizleme denilen bir özellik geliştirilmiştir (Temirel ve Palamutçu, 2011). Bu bitkinin esası yüzey temizleme alanına dayanmaktadır. Bu özellik ile birçok dünya ülkesinde temizlik sembolü olarak bilinmektedir (Gültekin, 2011). Bu bitkinin yapraklarında bulunan çıkıntılar ve hidrofobik özelliği, ürünlerin lekесiz kalma durumunu oluşturmaktadır. Genel olarak Lotus efektli yüzeyler, nanoyapılı, kendi kendini temizleyen, kir itici, hidrofobik ve hidrofilik gibi özelliklere sahiptir (Temirel ve Palamutçu, 2011). Su damlacıklarının yüzey ile oluşturduğu temas açısı yüzeyin hidrofillik ve hidrofobluğunu oluşturmaktadır. Mevcut olan bu açılar pürüzlü ve pürüzsüz alan olarak değişmektedir. Pürüzsüz yüzeylerde 110°, pürüzlü olan yüzeylerde ise 170°'dir (Temirel ve Palamutçu, 2011). Verilen kuvvetler temas açısını değiştirmektedir. Katı yüzeyindeki sıvıya etki eden kuvvet bu yöntemin asıl prensibidir. Bu yöntemde, fazlar arasında özellikle katı-sıvı faz yüzey gerilimi, katı- buhar fazı arasındaki yüzey gerilimi ve sıvı- buhar fazı arasındaki yüzey gerilimi ile açıklanmaktadır (Gültekin,

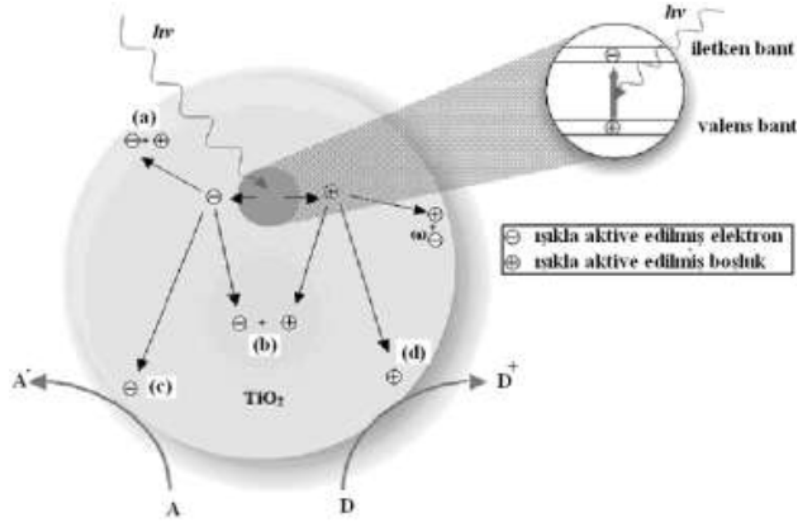
2011). Yapılan çalışmalarda nano yapıların bitki üzerindeki SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) görüntüleri incelendiğinde yapraktaki kirlerin uzaklaştığı sonucuna varılmıştır (Gültekin, 2011). Bu yöntemin keşfedilmesi ile üstün yüzey özelliklerinin birçok alanda kullanılabilirliği artmıştır. Bu alanlar ulaşım, dekor, günlük hayatta kullanılan diğer ürünlerdir. Tekstil sektöründe bu yöntem ile gelişmeler devam etmektedir. Bu gelişmeler ile tekstil sektöründe maliyet, tasarruf, bakım, işlem gibi birçok konuda avantaj sağlamaktadır. Sağlanan bu avantajlar ile birçok araştırmacılar bu alanın gelişmesine yardımcı olmuştur (Gültekin, 2011).



Şekil 2.4. Lotus yaprağının kendi kendini temizleme özelliği (Seventekin ve ark., 2006).

Tekstil sektöründe kendi kendini temizleme yöntemi için kullanılan diğer yöntem ise foto-kataliz ile temizleme yöntemidir (Gültekin, 2011). Kuvvetli yükseltgen ve indirgen yüzeyler oluşturan yarı iletkenler için ışık ile etkileşmesi gerekmektedir. Foto-kataliz kelimesi foto ve kataliz kelimesi ile birleşerek ışık ile kimyasal bir tepkimede giren ürünler ile ilgili işlemler bütünüdür. Kataliz kelimesinden yola çıkarak bir katalizör niyeti görmekte ve kimyasal bir tepkimenin dönüşüm hızını değiştirerek aynı zamanda giren ürünlerin değişmeden ve azalmadan güneş ışığını kullanan bir işlemdir. Bu işlem termodinamik mantığı ile açıklanmaktadır. Fotokatalizörler; dış ortamdaki etkilenmemeli, ekonomik olmalı, kolay sentezlenmeli, fotoaktivitesi yüksek olmalı, saf ve nano boyutta olmalı, toksik etkisi olmaması ideal bir yapıya sahip olduğu anlamına gelmektedir. Fotokataliz sistemler homojen ve heterojen sistemler olarak ikiye ayrılır. Homojen tek fazda, heterojen ise arayüzeyde gerçekleşmektedir. Hidrojen transferi, suların temizlenmesi, kötü kokularının parçalanması gibi işlemlerde kullanılmaktadır. Heterojen

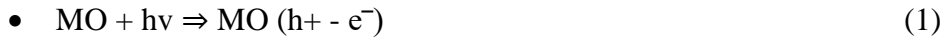
fotokatalizörler farklı fazlarda ve yaygın olarak tercih edilmektedir (Gültekin, 2011). İlk araştırmaları yapan Japon araştırmacılar yüzey temizleme üzerine yoğunlaşmışlardır. Bu çalışmalar sonucu her türlü zararlı etki giderilmekte ve temizlendiği görülmüştür. Hidrofob özelliği iyi olan filmler dışında bu yöntemde, kirleticiler ortamdaki uzaklaştırılmaktadır (Temirel ve Palamutçu, 2011). Fotokataliz yöntemi UV ışınları analizi ile sudan hidrojen elde etmeye yönelik yapılan bir araştırmada bulunmuştur. Işığın emilerek tepkime giren maddelere enerji ile yüklenmesi ile fotokatalist olayı gerçekleşmektedir. UV ışınları fotokatalitik işlem için önemlidir. UV ışınları için fotokatalitik işlemi gösterecek yapının elektronu uyarılmaktadır (Gültekin, 2011). Bu tepkimeler oda sıcaklığı ve atmosferik basınç ile oluşan radikal tepkimelerdir. Bu tepkimelerin seçici olmamaları, oksitlenme, indirgenme tepkimeleri, dışarıdan alabileceği enerjiye ihtiyaç duymaması bu işlemlerin kullanılmasını doğurmuştur (Temirel ve Palamutçu, 2011). Fotokatalitik işlemler için pigment olarak TiO_2 tercih edilmektedir. Ayrıca TiO_2 'in yarı iletken bir metal olması da fotokatalizör olarak tercih edilme nedenlerindedir. TiO_2 dayanıklılığı ve fotoaktivite özelliğinin güçlü olması birçok alanda kullanılmasını sağlamıştır. TiO_2 ışık ile etkileşiminden sonra negatif ve pozitif yüklü delikler oluşturmaktadır. Oluşan bu deliklerde indirgeme ve oksitleme reaksiyonları sonucu hidroksil grubu oluşur. Oluşan bu yapıların oksitlendirici özelliği vardır. Bu şekilde TiO_2 yüzey kaplamaları için önemli bir yer edinmiştir (Gültekin, 2011). Fotokatalizör olarak TiO_2 , GaAs (Galyum Arsenit), CdS (kadminyum sülfid), $SrTi_3$ (Stronyum titanit) ve ZnO, Fe_2O_3 (Demir (III) oksit), WO_3 (tungsten trioksit) gibi iletken maddeler de tercih edilmektedir (Temirel ve Palamutçu, 2011). Bu tepkimelerin ilk aşaması güneş ışını ya da suni ışığın soğurulmasıdır. Bu soğurma işlemi bant aralığının yüksek enerji ile UV dalgası ile gerçekleşmektedir. Metal oksitler bu işlemde valens bantlarında elektron / boşluklarının oluşmasına neden olmaktadır. Aşağıdaki Şekil 2.5'te TiO_2 ışığın altındaki fotokatalitik işlemi anlatılmaktadır.



Şekil 2. 5. TiO₂ ışığın altındaki fotokatalitik işlemi (Temirel ve Palamutçu, 2011).

Yukarıdaki Şekil 2.5.'te fotokatalitik reaksiyon sırasında TiO₂ bant boşluğuna ışığa maruz kaldığında foto uyarılma işlemi gerçekleşmektedir. Uyarılma sonucu elektron ve boşluklar arasında farklı davranışlar gerçekleşir. Şekil 2.5.'te bulunan “a harfi elektron- boşluk rekombinasyonu”, “b yarı iletkenin kütle reaksiyonu içinde elektron – boşluğu rekombinasyonu”, “c; elektronu alan A ışığı ile oluşan elektronların indirgendliği”, d; elektronu veren D ışığı ile oluşan boşlukların yükseltgendliği şeklinde ifade etmektedir

Aşağıda bulunan denklem 1’de metal oksitin (MO) güneş ışını (hv) ile tepkimeye girerek bantlar arası (Valens banttan iletken banta) bir atlama gerçekleşir.



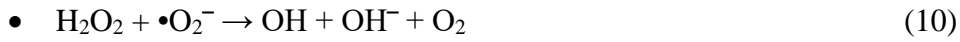
Denklem 2 ve 3’te metallerin elektron ve boşluklar valens ve iletim bandı arasında sürekliliğin olmasından kaynaklı kısa bir süre ile birleşirler. Yarı metaller ya da iletkenler difüzyon işlemi ile aktarılmakta ve denge derişimi olan su ve oksijen ile tutuklanmaktadır. Tutuklanma işlemi sırasında elektronlar akseptörler ile, boşluklar elektrik vericiler ile tepkimeye girerler. Yüze kadar gelen boşluk (h⁺), soğurulmuş halde bulunan su ve hidroksi (OH⁻) yapıları tarafından tutuklanması ile açığa su ve hidroksi yapıları tutuklanarak hidroksi radikali açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan aktif hidroksi radikalleri yüzeyde mevcut bulunan soğurulan kimyasallar ile tepkime oluşturmaktadır.

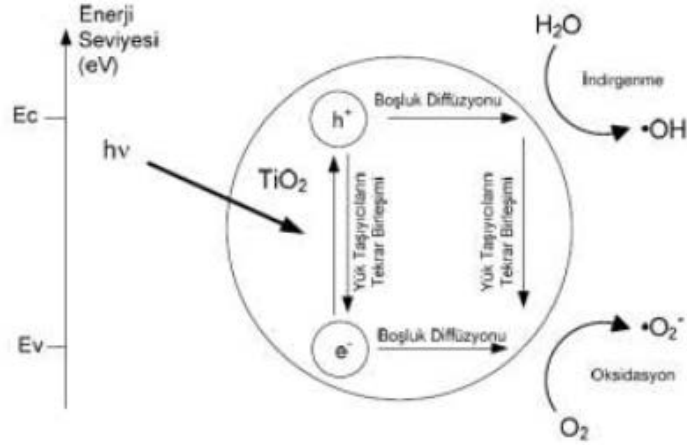


Denklem 4'te ortama difüzyon yoluyla geçen elektronlar serbest bulunan moleküler oksijen ile birleşerek süper oksijen radikali oluşturur. Denklem 5 ve 6'da protonlar elektronlar ile tepkimeye girerek peroksi radikalini ve buna bağlı hidrojen peroksi oluşur.



Denklem 7, 8, 9 ve 10'da üretilen fotokatalitik redoks tepkimeleri açıklanmakta ve ortaya çıkan radikaller oksidasyon potansiyeli çok fazladır. Buna bağlı açığa birçok tepkime açığa çıkmaktadır. Su ve oksijen molekülerin tutuklanması sonucunda birçok radikaller üretilir. Bunlar; "süper oksijen ($\bullet O_2^-$), hidroksil ($\bullet OH$) ve peroksi ($HO_2 \bullet$) radikalleridir." Denklemler:

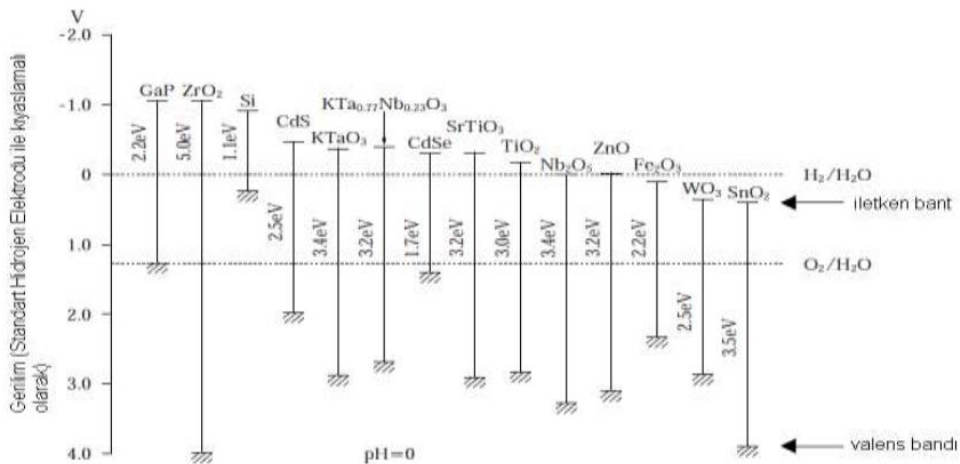




Şekil 2. 6. Foto kimyasal elektron –boşluk tepkimesi (Temirel ve Palamutçu, 2011).

Kendi kendini temizleme işlemi yöntemlerinden olan fotokatalitik etkinin en iyi şekilde sonuç verebilmesi için fotokatalizörlerin uygun özellikte olması gerekmektedir. Bu özelliklerin başında en iyi verimi sağlayabilecek nano ölçekli maddeler olmasıdır. Bu maddeler oldukça reaktif ve katalitik özelliklere sahiptir. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalarda TiO₂, çinko oksit, ZnO, kadmiyum sülfür (CdS) ve tungsten oksit (WO₃) gibi kimyasallar foto katalizör olarak kullanılmakta ve band boşluğu yüksek enerji ile uyarılmaktadır (Temirel ve Palamutçu, 2011).

Aşağıdaki Şekil 2.7’de TiO₂’in sahip olduğu bant boşluğu enerjisinin çok iyi olmasına bağlı güçlü bir şekilde kataliz olarak tercih edilmesini açıklamaktadır.



Şekil 2. 7. Fotoaktif yarı iletkenlerin enerji yapıları (Temirel ve Palamutçu, 2011).

Yukarıdaki Şekil 2.7’de UV ışınları ve dalga boyları gösterilerek en düşük enerjinin yarı iletkenin sahip olduğu bant boşluğuna eş olduğu ve fotokatalitik bir tepkimenin gerçekleşmesi için katalizörlerin görünür bölgeye kaydırılması gerekmektedir. Bu yüzden hem kolaylıkla temin edilmesi hem de herhangi bir toksisite etkisi olmamasına bağlı olarak tercih edilen fotokatalizör TiO_2 ’dir.

Çizelge 2.1. Metal oksitler ve bant boşlukları (Temirel ve Palamutçu, 2011)

Metal Oksit	Bant Boşluğu	Dalga Boyu
TiO_2 (anataz)	3.2	388
O_2 (rutil)	3.0	413
SnO_2	3.6	338
ZnO	3.4	363

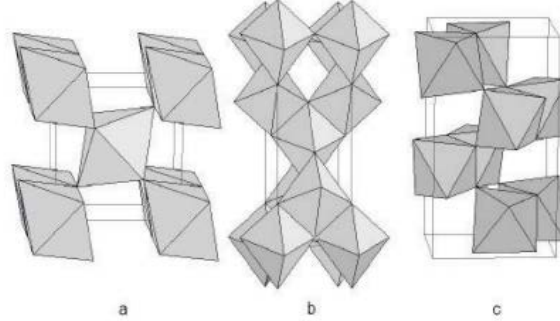
Çalışmalarda kendi kendini temizleme işlevine sahip TiO_2 birçok amaç için kullanılan fotokatalizördür. Buna bağlı olarak yüksek seçiciliğe sahiptir.

TiO_2 avantajları;

- Rahatlıkla bulunuyor olması
- Laboratuvar çalışmalarında kolaylık sağlaması,
- Maliyeti uygun, toksisite etkisi bulunmaması,
- Sıcaklık ve UV ışınlarına maruz kalması,
- Kararlı yapısını bozmaması gibi özelliklerinin olması tercih edilmesini sağlamaktadır.

TiO_2 ; su üzerine yapılan çalışmalar sonucu fotokatalizör olarak çevresel çalışmalarda kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. TiO_2 ’in fotokatalitik özellik göstermesinin nedeni diğer metal oksitlerin mevcut bant boşluğundan daha büyük bir ışığa maruz kalmasıdır (Temirel ve Palamutçu, 2011). TiO_2 üç farklı kristal yapıya sahiptir. Bunlar; anataz, rutil ve brukittir. Anataz ve rutil tetragonal bir yapıya sahiptir. Düşük sıcaklıkta kararlı bir yapıda olan anataz yüksek sıcaklık durumunda rutile dönüşmektedir. Brukit ortorombik ve yalnızca minerallerde etkindir. Anataz ve rutil kristal yapıları arasındaki fark; rutil yapısı düzenli yapıya sahip değildir. Ayrıca anatazın rutile göre Titanyum (Ti-Ti) mesafeleri fazla, Titanyum-Oksijen mesafeleri de kısadır. Ortaya çıkan bu farklılıklar bant yapıları ve kütle yoğunlukları ile ilişkilendirilmektedir. Bant aralıkları ise sırasıyla anatazda 3.2 eV (elektron volt), rutilde 3.0 eV’dir (Şam ve

ark. 2007). Aşağıdaki Şekil 2.8’de TiO_2 sahip olduğu kristal yapılar gösterilmektedir. Burada a; rutil, b; anataz, c ise brookite kristal yapılarını ifade etmektedir.



Şekil 2.8. TiO_2 'e ait kristal yapıları (Varlıkl, 2009).

Fotoaktivite özelliği en iyi olan kristal yapı anataz formudur. Diğer kristal formlar arasındaki farklılık bant enerjilerden kaynaklanmaktadır. Buna bağlı anataz ve rutil yüksek oksitlenme özelliğine sahiptir. Anataz formu daha yüksek redüklenme özelliğine sahip olması oksijenin ve süper oksisite elektrolidin redüksiyonunun gerçekleştirmesini sağlar. Buna bağlı TiO_2 'de oksidasyon güçleri redüklenme güçlerinden daha fazladır (Şam ve ark. 2007). Başka bir çalışmada, işlem öncesi ve sonrasında solüsyonlardan geçirilmiş pamuklu dokular TiO_2 partiküllerinin stabil ve homojen bir şekilde kaplandığını sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmada kumaş örneklerinin fotokatalitik özellikleri, görünür ışık aktivasyonu incelenmiştir. Hassaslaştırılmış TiO_2 ile kaplanmış pamuk parçalarının kendi kendini temizleme özelliği sergilediği sonucuna varılmıştır. Hassaslaştırılmış TiO_2 kaplı kumaşın verimli olması TiO_2 - kumaş arasındaki sinerji etkisinden kaynaklanmakta olduğu sonucuna varılmıştır (Rahal ve ark.,2011). TiO_2 sentez yöntemleri için çalışmalarda kullanılan bazı yöntemler mevcuttur. Bu yöntemler; sol-gel, sol, hidrotermal ve mikrodalga yöntemidir. Titanyum –hidroksil polimerizasyonun gerçekleşmesi ile birlikte gel oluşumu sağlanmaktadır. Gerçekleşen ekzotermik tepkimelerde hidroliz işlemi ile suyun serbestliği etanol ve organik asidin birleşmesi ile sağlanmaktadır. Hidroliz işleminin olmadığı yöntem sol-gel yöntemidir. Bu yöntemdeki reaksiyonlar metal alkoksitleri, organik ve tetraklorür gibi tepkimeleri içermektedir. Hidrotermal yöntem ile reaksiyon sırasında sıcaklık ve basınç gibi parametrelerin kontrol edildiği yöntemdir. Daha çok seramik alanında kullanılmaktadır. TiO_2 bu yöntem ile peptize olmasına bağlı çökmesiyle oluşmaktadır. Elde edilen toz madde saf su ve alkolde

yıkanmakta ve kurulma işlemine tabi tutulmaktadır. Örneğin; nanotel, nanoçubuk ve nanotüpler verilebilir. Hidrotermal yöntem birçok sektörde tercih edilmektedir. Bunlar, iletişim, endüstri, tıp, bilim uygulamalarda farklı frekanslarda kullanılmaktadır. Bu yöntemin avantajları; zamandan tasarrufu, kısa süren reaksiyon süresi, maliyet düşüklüğü olmasından kaynaklı tercih edilmektedir. Yine başka bir çalışmada ise; anataz formunda kullanılan TiO_2 , asitli sulu çözelti içerisinde sol-gel işlemi yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada anataz formundaki TiO_2 elyaf üzerine şeffaf, ince bir uygulanmıştır. Sol-gel yöntem ile kumaşların mekanik mukavemetindeki kayıpların önleniği ve pamuklu kumaşların mekanik dayanımları incelenmiştir (Qi ve ark, 2011).





3. MATERYAL VE YÖNTEM

Yapılan çalışmada yarı iletken olan TiO₂'in fotokatalitik özelliği yardımı ile güneş ışınlarına bırakılan kumaşların kirleticilerden kurtarılıp kurtarılmadığı gözlemlenmiştir.

Çalışmaların başında çalışmalar için uygun olacak iki kumaş tipi seçilmiş ve tedarik edilmiştir. Bunlar flat ve denim kumaşlardır. Kumaşların teslim alınması ile birlikte %100 pamuklu 10x10 ölçülerinde Flat ve Denim kumaşlar kesilmiştir. Kumaş tiplerinden flat olan kumaşın herhangi bir kirletici taşıyıp taşımadığı bilgisi bilinmediği için çalışmaların güvenli sonuç vermesi için yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Yıkama sonrası etüvde kurumaya bırakılmıştır.

Çizelge 3.1. Çalışmalarda kullanılan kumaş özellikleri

Kumaş Adı	Kumaş Tipi	Kumaş Görseli
Flat	1595	
Denim	A2994	

Kesilen ve yıkama işlemine tabi tutulan kumaşların etüvde kuruması işleminden sonra kumaşların kaplama işlemi yapmak için 5 reçete belirlenmiştir. Aşağıdaki Çizelge 3.2'de reçetelerde bulunan kimyasallar verilmiştir.

Çizelge 3. 2. Çalışmada kullanılan reçetelerin içeriği

1.Reçete	2. Reçete	3. Reçete	4. Reçete	5. Reçete
1 ml Titanyum (IV) bütoksit	0.5 gr çinko nitrat	TiO ₂	TiO ₂	0.1 gr titanyum (IV) O ₂
5 ml asetik asit	5 ml asetik asit	(300 nm)	(20 nm)	2 ml asetik asit
200 ml saf	200 ml saf			200 ml saf

Belirlenen 5 farklı reçete ile 10x10 ölçüsünde flat ve denim kumaşlara spatula yardımı ile uygulama yapılmıştır. Farklı reçetelerde uygulama yapılan kumaşlar, kuruma işlemini gerçekleştirmek için etüve bırakılmıştır. Etüv sıcaklığı 60°C, 80°C ve 120°C'dir. Kumaşların kontrol aşaması için boyar maddeler ve belli kirleticiler hazırlanmıştır. Kullanılan boyar maddeler: malachite, metilen blue, kristal violet, metil oranj'dır. Boyar maddeler için 4 adet deney tüpü saf su ile yıkanıp; 1.deney tüpüne malachite+su, 2.deney tüpüne metilen blue+su, 3.deney tüpüne kristal violet+su, 4.deney tüpüne metil oranj+su olacak şekilde hazırlanmıştır. Etüvden çıkarılan kurumuş kumaşlar üzerine hazırlanan boyar maddeler ve kirleticiler birer damla akıtıp bant yardımıyla bir kısım kapatılıp diğer kısım açık bırakılmıştır. Tüm yöntemler ile yapılan 10x10 ölçülerinde kuruyan kumaşların hepsi boyar maddeler ve kirleticiler ile bir kısımları boyanıp kapatıldıktan sonra güneş ışığına bırakılmıştır. Boyar maddelere ek olarak ketçap, yeşil çay, kahve ve metilen mavisi gibi lekeliendirmeler de yapılmıştır. Güneş ışına bırakılan kumaşlar belli periyotlar ile gözlemlenmiş ve kirleticilerin renklerinde gözle görülür derece azaldığı sonucuna varılmıştır.

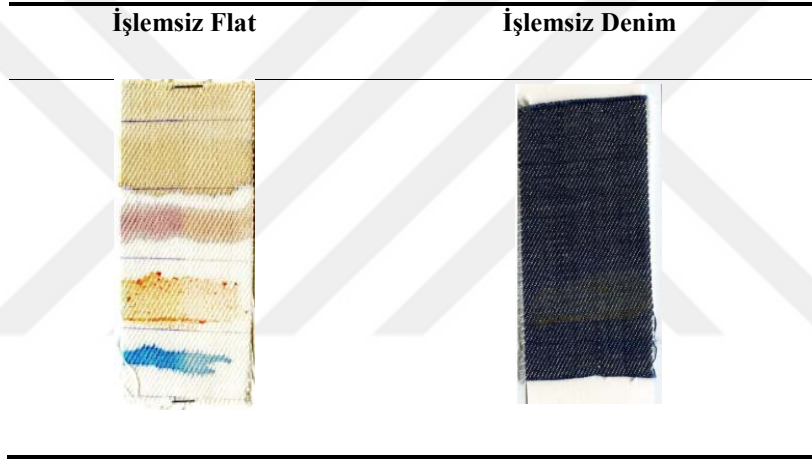
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmada örnek olarak kullanılan işlemsiz flat ve denime ait şekiller aşağıda gösterilmektedir. Ayrıca kurutma işlemine uğrayan kumaşlardaki gün bazında değişiklikler gösterilmiştir.

İşlemsiz Flat ve Denim

Aşağıdaki Çizelge 4.1’de işlem görmemiş flat ve denim kumaşlar gösterilmektedir.

Çizelge 4. 1. İşlem görmemiş flat ve denim kumaş görüntüleri

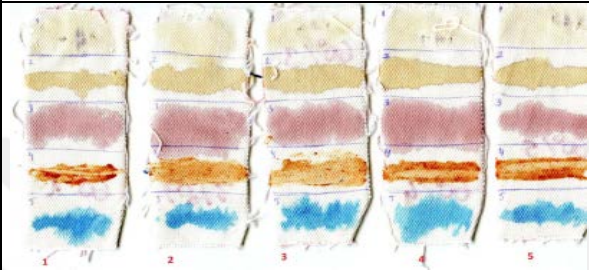

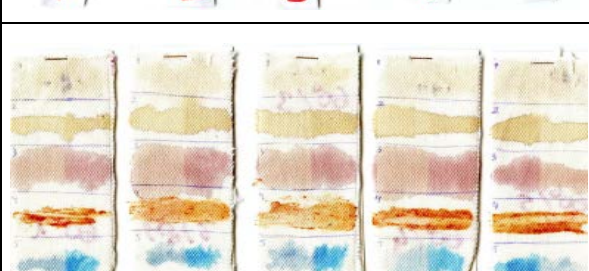



Çizelge 4.1’de çalışmalar için hazırlanan 5 farklı reçete kumaşlara uygulanmamıştır. İşlem görmemiş kumaşlar; yeşil çay, kahve, ketçap, vişne suyu, metilen blue gibi kirleticiler ile boyanmıştır. İşlem görmemiş kumaşları güneş ışına maruz kalması ile birlikte kirletici renklerinde herhangi bir değişiklik olmadığı gözlemlenmiştir. Burada fotoaktivite özelliği güçlü olan TiO_2 ile hazırlanan reçetelerin kirleticilerin arınması için güneş ışını ile etkileşmesi gerektiği kanısına varılmıştır.

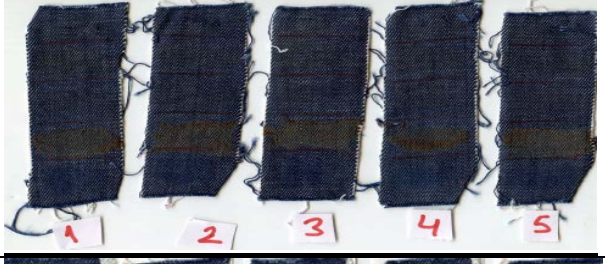
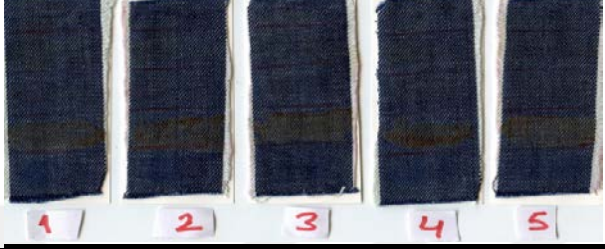
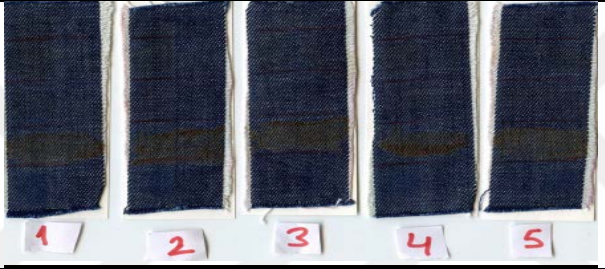
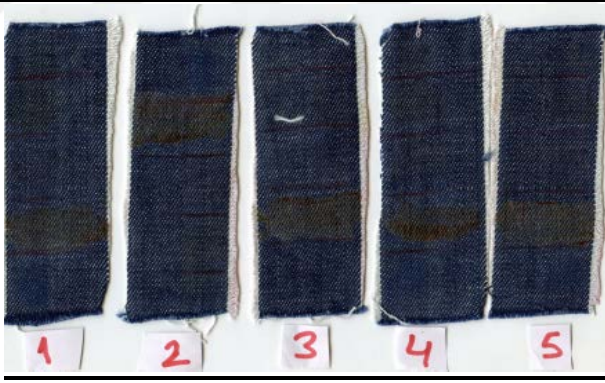
60°C de kurutulmuş flat ve denim kumaş çalışmaları:

Aşağıda örnek olarak 21, 25, 27 ve 28 Temmuz'da hazırlanan reçeteler ile muamele edilmiş ve 60°C'de kurutulmuş flat ve denim kumaşlara ait örnekler verilmektedir. 60°C'de kurutma işleminden sonra flat ve denim kumaşlara kirleticiler uygulanmıştır.

Çizelge 4. 2. 60°C'de kurutulmuş flat gözlemlene sonuçları

60°C	FLAT					
1. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue
2. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue
3. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue
4. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue

Çizelge 4. 3. 60°C’de kurutulmuş denim gözlemlene sonuçları

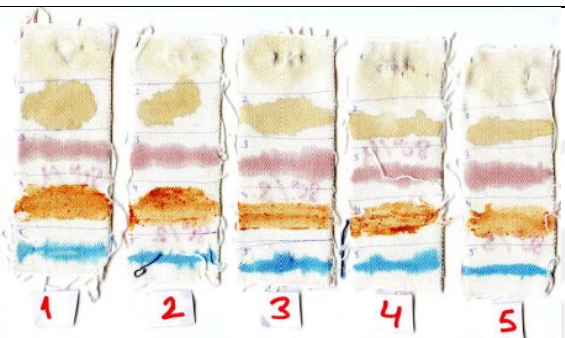
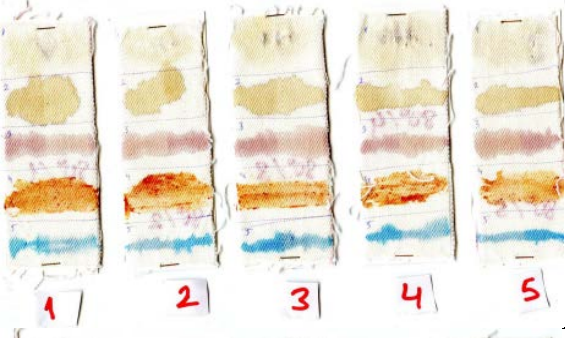
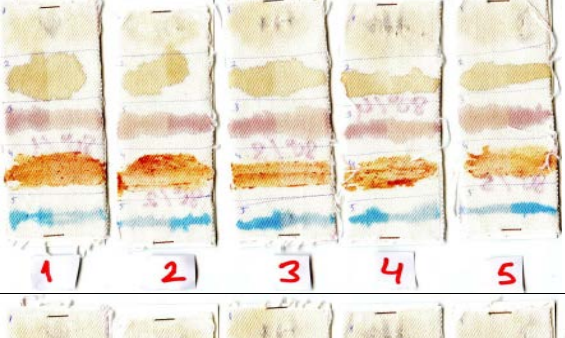
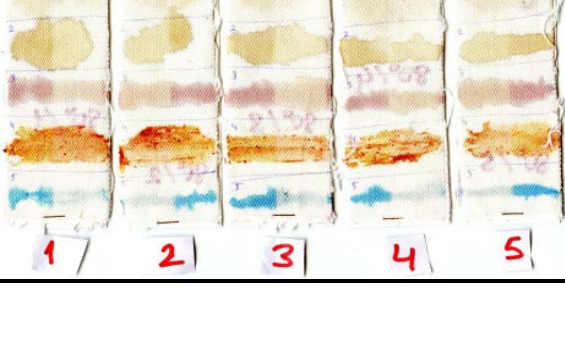
60°C	DENİM					
1. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue
2. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue
3. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue
4. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue

5 farklı reçete ile hazırlanan flat ve denim kumaşlar güneş ışınına bırakılmıştır. Yeşil çay, kahve, vişne suyu, ketçap ve metilen blue şeklinde seçilen kirleticilerin gün bazında kumaş üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kirler, TiO_2 'in güçlü fotokatalitik aktivite özelliğinin güçlü olmasına bağlı olarak kumaşlar üzerinde gözle görülür derecede uzaklaşmıştır. Ayrıca güneş ışınının daha fazla olduğu günlerde kirleticiler ile boyanan kumaşlar, kirleticilerden daha fazla uzaklaşmıştır. Renkli lekelerin gözlemler sonrası uzaklaşması, TiO_2 ile kaplanmış kumaşlardaki lekelerinin görünür ışığa karşı hassaslaştırıldığı anlaşılmıştır.

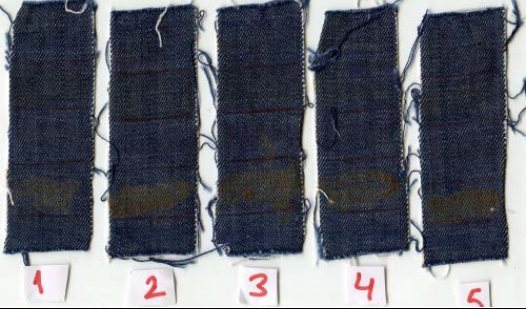
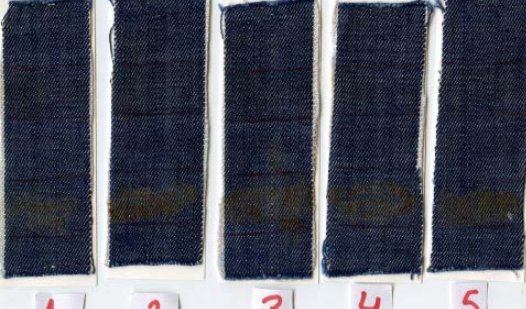

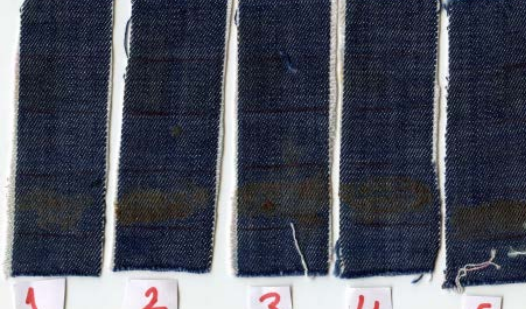
80°C de kurutulmuş flat ve denim kumaş çalışmaları:

Aşağıda örnek olarak 21, 25, 27 ve 28 Temmuz'da hazırlanan reçeteler ile muamele edilmiş ve 80°C'de kurutulmuş flat ve denim kumaşlara ait örnekler verilmektedir. 80°C'de kurutma işleminden sonra flat ve denim kumaşlara kirleticiler uygulanmıştır.

Çizelge 4. 4. 80°C'de kurutulmuş flat gözlemlene sonuçları

80°C	FLAT						
1. Gün		1	2	3	4	5	Yeşil Çay
							Kahve
							Vişne Suyu
							Ketçap
							Metilen Blue
2. Gün		1	2	3	4	5	Yeşil Çay
							Kahve
							Vişne Suyu
							Ketçap
							Metilen Blue
3. Gün		1	2	3	4	5	Yeşil Çay
							Kahve
							Vişne Suyu
							Ketçap
							Metilen Blue
4. Gün		1	2	3	4	5	Yeşil Çay
							Kahve
							Vişne Suyu
							Ketçap
							Metilen Blue

Çizelge 4. 5. 80°C’de kurutulmuş denim gözlemeleme sonuçları

80°C	DENİM					
1. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue
2. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue
3. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue
4. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue



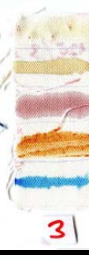
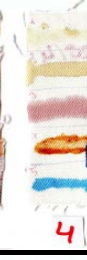
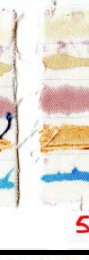







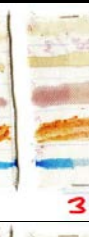




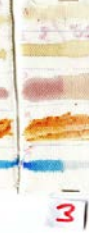


5 farklı reçete ile hazırlanan ve 80°C’de kurutma işlemine tabi tutulan flat ve denim kumaşlar güneş ışınına bırakılmıştır. Yeşil çay, kahve, vişne suyu, ketçap ve metilen blue şeklinde seçilen kirleticilerin gün bazında kumaş üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kirlerin, TiO_2 ’in güçlü fotokatalitik aktivite özelliğinin güçlü olması ile

kumaşlar üzerindeki kirleticiler gözle görülür derecede uzaklaşmıştır. Ayrıca, 60°C’de kurutulan kumaşlara kıyasla 80°C’de kurutulan kumaşlar güneş ışını etkileşimine daha iyi sonuç vererek kirlerin daha iyi uzaklaştığı görülmüştür.


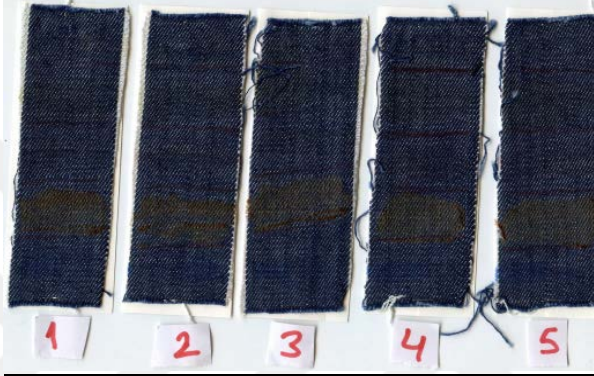
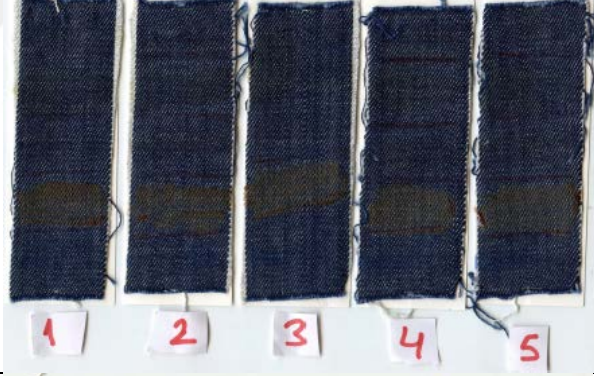

120°C de kurutulmuş flat ve denim kumaş çalışmaları:

Aşağıda örnek olarak 21, 25, 27 ve 28 Temmuz’da hazırlanan reçeteler ile muamele edilmiş ve 120°C’de kurutulmuş flat ve denim kumaşlara ait örnekler verilmektedir. 120°C’de kurutma işleminden sonra flat ve denim kumaşlara kirleticiler uygulanmıştır.

Çizelge 4. 6. 120°C’de kurutulmuş flat gözlemlene sonuçları

120°C	FLAT					
1. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue
2. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue
3. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue
4. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue

Çizelge 4. 7. 120°C’de kurutulmuş denim gözlemlene sonuçları

120°C	DENİM					
1. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue
2. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue
3. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue
4. Gün						Yeşil Çay
						Kahve
						Vişne Suyu
						Ketçap
						Metilen Blue

5 farklı reçete ile hazırlanan ve 120°C’de kurutma işlemine tabi tutulan flat ve denim kumaşlar güneş ışınına bırakılmıştır. Yeşil çay, kahve, vişne suyu, ketçap ve

metilen blue şeklinde seçilen kirleticilerin gün bazında kumaş üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kirlerin, TiO_2 'in güçlü fotokatalitik aktivite özelliğinin güçlü olması ile kumaşlar üzerindeki kirleticiler gözle görülür derecede uzaklaşmıştır. Ayrıca, 60 ve 80°C'de kurutulan kumaşlara kıyasla 120°C'de kurutulan kumaşlar güneş ışını etkileşimine daha iyi sonuç vererek kirlerin daha iyi uzaklaştığı görülmüştür. Yapılan çalışmada kullandığımız kirleticilerin kumaş rengi, ya da hammaddesine göre bir sınıflandırma yapmaksızın gözle görülür derecede kirleticilerden giderilmiş olduğu ve özellikle metal oksit olarak grubundan TiO_2 'in fotokatalitik özelliğinin iyi olmasına bağlı olarak tekstil sektöründe kullanılabilirliğinin iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca kurutma işleminin kumaşlar üzerinde büyük önem taşımaktadır. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalarda;

Rahal (2011) TiO_2 'i, "FTIR, XPS" gibi birçok araçlar ile etkinliğini araştırıp pamuklu kumaşa kaplamışlardır. Çalışmada UV ışığı sistemine maruz bırakılarak kumaşların fotokatalitik aktivitelerini değerlendirmişlerdir. Bu ışık altında mineralizasyonun olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca kumaşa ait alınan görüntülerde kumaşlara uygulanan solüsyonların homojen bir şekilde kaplandığı görülmüştür. Bu çalışmada XPS, FTIR gibi araçlar kullanılarak TiO_2 'in özelliği ve formu araştırılmıştır. Yaptığımız çalışmada kumaşların yüzeylerinde kullanılan TiO_2 için herhangi bir ön işlemler yapılmayarak sadece reçeteler uygulanmış ve doğrudan güneş ışın ile etkileşimi incelenmiştir. Ayrıca mineralizasyon ile ilgili bulguya rastlanmamıştır.

Palamutçu (2011) çalışmasında sol-jel metodu kullanmıştır. Kumaşların kendiliğinden temizleme, antibakteriyel gibi durumları gözlemek için TiO_2 'li reçeteler ile kumaşları kaplanmıştır. Çalışmasında kirletici olarak çay kullanmış ve kumaş üzerindeki çay kirleticisi ile kaplı kumaşların zamana bağlı olarak güneş ışını ile etkileşimini incelemiştir. Yaptığı çalışmalar sonucu kumaşlar ile ilgili yapılacak performans özellikleri bakımından hem kendi kendini temizlemede hem de antibakteriyel özellikte etkin olduğu sonucuna varmıştır. Yaptığımız çalışmada; sol-jel metodu kullanılmamış ve çalışmalarda birden fazla kirletici kullanılarak bunların kumaşlar üzerindeki etkisi incelenmiştir.

5. SONUÇ

Yapılan çalışmada ticari uygulamalarda nano titanyumdioksit parçacıkları geniş bir şekilde kullanıldığından bu alan tercih edilmiştir. Yapılan çalışmanın amacı yarı iletken olan TiO_2 'in fotokatalitik özelliği kullanılarak güneş ışınları ile organik kirleticilerden kurtarılıp kendi kendini temizleyebilen kumaşlar üretmek ve bu üretilen kumaşları tekstil sektörüne kazandırmaktır. TiO_2 ya da farklı metal oksitlerin, nano yapılar ile birleştirilmesi sonucu tekstil sektörüne etkin işlenebilir özellikler aktarılmıştır.

Çalışma sonucunda TiO_2 'in bileşenin fotokatalitik özelliğinin iyi olması sonucu he türlü kirleticilerden arındırılmıştır. Yapılan çalışma ile kumaşın genel özelliklerine bakılmaksızın (hammadde, renk, vs..) üzerine uygulanan kirleticilerden gözle görülür derecede kurtarılmıştır. İki farklı kumaş tipine hazırlanan 5 farklı reçetelerle yapılan çalışma güneş ışınları yardımı ile kirleticilerden kurtarılmıştır. Özellikle kurutma işlemi kumaşlar üzerindeki kirleticilerin giderilme konusunda büyük önem taşımaktadır. Bu konu ile ilgili literatürde daha önceden yapılan çalışmalarda; kumaşların yüzeylerine belli ön işlemler yaparak birçok farklı yöntemler kullanarak kirleticilerin giderilip giderilmediği gözlemlenmiştir. Bu yöntemlerden bazıları, yüzeylerde ön işlemler, sol gel, hidrotermal, radyo frekans plazma, mikrodalga plazma, vakum altında UV ışık radyasyonudur. Bu tez çalışmasında herhangi bir yöntem kullanılmayarak sadece yarı iletken olan ve fotoaktivite özelliği güçlü olan TiO_2 'li reçeteler hazırlanarak doğal bir şekilde güneş ışını etkisiyle kirleticilerin varlığındaki değişiklikler gözlemlenmiştir.

Tez süresince edindiğimiz deneyim ve önceki tecrübeler göz önünde bulundurulduğunda, metal oksitlerin nano parçacıkları tekstil malzemeleri ile biraraya getirildiği zaman tekstil sektörüne önemli çalışmalarda bulunabileceği ve bu konu ile araştırmalar ile tekstil sektörüne nanoteknolojik anlamda yeni, etkin ve üstün özellikler kazandırılabilceği sonucuna varılmıştır. Bu çalışma kopma mukavemeti ve uzaması, yırtılma mukavemeti, hammadde tayini, hava geçirgenliği, kalınlık ve UV geçirgenliği gibi özellikleri belirlemek için yapılacak çalışmalar için yol gösterici olmuştur.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2006. Nanotekstil ve Akıllı Kumaşlar. <http://www.yaklasansaat.com/>
Erişim tarihi: 10.06.2019
- Anonim, 2009. Dünyada Nanoteknoloji. http://nanotechnology.verblog.com/pages/DUNYADA_NANOTEKNOLOJ-1428458.html.
Erişim tarihi: 10.06.2019
- Anonim, 2010-2019. Tekstil Bilgisi. <https://tekstilsayfasi.blogspot.com/2015/10/lif-nedir-lif-ve-elyaf-farki.html>.
Erişim tarihi: 10.06.2019
- Anonim, 2012. Dünyada ve Türkiye’de Nanoteknoloji. <https://nanoteknolojimucizesi.wordpress.com>
Erişim tarihi: 10.06.2019
- Celep, Ş., Koç, E., 2008. *Nanoteknoloji ve Tekstilde Uygulama Alanları* 17:7. Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- Gültekin, T., 2011. *Kendi Kendini Temizleme Özellikli Pamuklu Tekstillerde Kumaş Performans Özelliklerinin Araştırılması ve Bu Özelliğe Sahip Kumaşın Oluşturulması* (yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği, Denizli
- İşmal, Ö., Yüksel, E., 2016. Tekstil ve moda tasarımına teknolojik bir yaklaşım: akıllı ve renk değiştiren tekstiller., *Sanat Tasarım ve Bilim Dergisi*, 16 : 87-98
- Özdoğan, E., Demir, A., Seventekin, N., 2006. *Nanoteknoloji ve Tekstil Uygulamaları*. Ege Üniversite, Tekstil Mühendisliği, İzmir
- Özer, Y., 2008. *Nanobilim ve Nanoteknoloji: Ülke Güvenliği / Etkinliği Açısından Doğru Modelin Belirlenmesi* (yüksek lisans tezi). Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Rahal R., Pigot T., Foix D., Lacombe S., 2011. *Photocatalytic Efficiency And Self-Cleaning Properties Under Visible Light Of Cotton Fabrics Coated With Sensitized TiO₂* (yüksek lisans tezi).
- Şam, E., Ürgen, M., Z, F., 2007. TiO₂ Fotokatalistleri. *İTÜ Dergisi*, 6 (5-6): 81-92.
- Şahin, Ö., Bulgun, E., Kayacan, E., Kahraman, G., 2008. Heating control in smart clothes. *Fen Mühendislik Dergisi* 10 (3): 35-41
- Temirel, A., Palamutçu, S., 2011 Fonksiyonel tekstiller III: Tekstil yüzeylerinde fotokatalitik etki ile kendi kendini temizleme. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi* 5 (2): 35-50. Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Denizli
- Turgut, O., Keskin, L., Avşar, F., 2011. *Nanoteknoloji Nedir?* (yüksek lisans tezi). Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara
- Varlıklı, C., 2009. *Metal Doplanmış TiO₂ Sentezi ve Fotokatalitik Aktivitesinin İncelenmesi* (yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi, Bornova, İzmir
- Yanılmaz, M., Karakaş, H., 2018. Yüksek performanslı tekstiller ve nanoteknoloji uygulamaları. *Tekstil ve Mühendis Dergisi*, 81: 35-41
- Yazıcı, E., 2009. *Ultrasonik Sprey Piroliz Tekniğiyle Nanopartiküllerin Üretimi* (yüksek lisans tezi). İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Qi K., Wang X., Xin J., 2011. *Photocatalytic Self-cleaning Textiles Based on Nanocrystalline Titanium Dioxide* (yüksek lisans tezi).

ÖZ GEÇMİŞ

Kübra AYDIN 1993 yılında Bitlis'in Tatvan ilçesinde doğdu. İlköğretimi Tatvan Uluer İlköğretim Okulu'nda, ortaöğretimi Karagözoğlu İlköğretim Okulu ve Liseyi Edremit Körfez Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2012 yılında girdiği Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nden 2016 yılında mezun oldu. 2016 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Kimya Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans Öğrenimine başladı. 2018 yılında İstanbul'da Önder Akademi Endüstriyel Güvenlik Danışmanlık Eğitim ve İleri Teknoloji Ürünleri Ticaret A. Ş.'de Seveso Uzmanı / Kimya Mühendisi olarak işe başladı. 2019 yılında Kimya Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisansını tamamladı.

T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 01/08/2019

Tez Başlığı / Konusu:

Nano Örgü Katkılı Kendi Kendini Temizleme Özellikli Kumaşların Performans Özelliklerinin Araştırılması

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 48 sayfalık kısmına ilişkin 01/08/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 9 (sıfır) dır.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimededen daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

01.08.2019 Tarih ve İmza


Adı Soyadı: Kübra AYDIN

Öğrenci No: 169101062

Anabilim Dalı: Kimya Mühendisliği

Programı: Tezli Yüksek Lisans

Statüsü: Y. Lisans Doktora

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR

Doç. Dr. Sıha Orçun MERT