

TiO₂ Nano Toz Katkılı SiO₂ Nanosollerin Keten Kumaşlar Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi

Sabiha SEZGİN BOZOK*¹, R. Tuğrul OĞULATA¹

¹Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi: 15.01.2019

Kabul tarihi: 30.09.2019

Öz

Titanyum bazlı bir malzeme olan titanyum dioksit (TiO₂), yüksek stabiliteye ve düşük maliyete sahip oluşu, malzemeye antibakteriyel, UV absorplayıcı, fotokatalist özellikler verebilmesi nedeniyle üzerinde yapılan çalışmaların giderek arttığı bir kimyasal haline gelmiştir. Çalışma kapsamında nano toz formda olan TiO₂, bağlayıcı olarak SiO₂ nanosol ile bir araya getirilerek keten içerikli numunelere aktarılmıştır. Numunelere karakterizasyon, kaplama sonrası renk değişimi, ışık haslığı ve bazı fiziksel testler uygulanmıştır. Sonuçlarda; TiO₂'in silika sol ile kumaş yüzeyine tutunabildiği ve 150 °C fikse sıcaklığında uygulanan nanosol kaplamaların numunelerin ışık haslıklarını iyileştirdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Keten kumaş, Sol-jel, Nano TiO₂, UV absorplayıcı, Işık haslığı

Investigation of the Effects of SiO₂ Nanosols with TiO₂ Nanopowder on Some Properties of Colored Linen Fabric

Abstract

Titanium based material titanium dioxide (TiO₂), has become a chemical which is increasingly wide working area due to having high stability and low cost, antibacterial, UV absorber and photocatalyst properties. Within the scope of the study, TiO₂ which is in nanopowder form, was combined with SiO₂ nanosol as a binder and transferred to flax-containing samples. The samples were applied a few tests which are characterization, color change after coating, light fastness and some physical tests. It has been found that TiO₂ can be embedded to the fiber surface with silica sol and the light fastness was improved when nanosol coating applied at fixation temperature of 150 °C.

Keywords: Linen fabric, Sol-gel, Nano TiO₂, UV absorber, Light fastness

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Sabiha SEZGİN BOZOK, sbozok@cu.edu.tr

1. GİRİŞ

Nano malzemeler 1-100 nm aralığında parçacık boyutuna sahip maddeler olarak tanımlanmaktadır [1]. Son yıllarda nano malzemelerin yüzeylere gelişmiş mekanik özellik, antibakteriyel-antimikrobiyal özellik, iletkenlik, su/yağ iticilik, UV koruyuculuk gibi özellikler verebilmesi bakımından tekstil alanında kullanımı giderek artmaktadır.

Nanosoller, nanometre boyutunda ufak katı parçacıklar içeren transparan, stabil dispersiyonlardır. Nanosoller, sol-jel tekniği ile metal alkoksit ya da metal kloridlerin (metal tuzu) başlatıcı olarak kullanılması ile elde edilmektedir. Sol maddesinin hidrolizi ve kondenzasyon tepkimesi ile jel meydana gelmektedir [2]. Bu teknikte farklı başlatıcı maddeler veya katkı maddelerinin kombinasyonları ile sistem değiştirilerek malzemelerin özellikleri modifiye edilebilmektedir. Bu teknik ile düşük sıcaklıklarda çalışılabilir, çeşitli şekillerde malzemeler üretilebilir, metaller, oksitler, boyalar, organik polimerler gibi farklı katkı maddeler ile fiziksel modifikasyon yapılabilmektedir [2,3].

Titanya sahip olduğu kimyasal stabilite, fiziksel, elektriksel ve optik özelliklerden dolayı son yıllarda üzerinde yapılan çalışmaların giderek arttığı bir madde haline gelmiştir [4]. Titanyadan elde edilen titanyum (IV) oksit (TiO₂) mükemmel fotokatalitik işlevi, malzemeye antibakteriyel ve UV koruyuculuk özelliği verebilmesi, düşük maliyeti ile birçok alanda kullanılabilir [5]. TiO₂, bir tür UV absorplayıcı olup, yakın UV veya görünür bölgedeki ışınları absorplayabilmektedir. Daha önce yapılan birçok çalışmada organik ve inorganik UV absorplayıcıların, renkli malzemelerde ışık etkisi sonucu renk değişimini düşürdüğü kanıtlanmıştır. Ancak TiO₂ diğer UV absorplayıcılardan farklı olarak UV ışınlarını materyalin parçalanması için başlangıç enerjisi olarak kullanabilmektedir. Molekülün uyarılmış hali ile tepkimeye girerek polimerin parçalanmasını ve renk kaybını en aza indirgeyen UV absorplayıcıların aksine TiO₂, yakın UV veya görünür bölgedeki ışınları absorbe ederek

materyalin parçalanması için katalizör görevi görmektedir [6].

Nano boyuta sahip TiO₂ partiküllerinin sentezi için; sol-jel, anorganik tuzların hidrolizi, ultrasonik teknik, mikroemülsiyon ve hidrotermal yöntem gibi, polar ve apolar çözücü sistemler gibi pek çok değişik yöntemlerle literatürde yer almaktadır [7]. Bu çalışmada ise piyasada hazır bulunan nano toz formda TiO₂ kullanılmıştır.

Silan malzemelerin ve TiO₂ nano parçacıklarının bir araya getirilmesi, yüzey enerjisini düşürme ve dağılma özelliğini geliştirme açısından etkili bir yoldur. Ayrıca aktif fonksiyonel grupların nano parçacık yüzeyine aşılması, modifiye nano partiküller ve matris materyalleri arasında kimyasal bağlar oluşturma olasılığını arttırabilmektedir [8]. Daha önce yapılmış çalışmalarda Wang, sol-jel metodu ile hazırlanmış olduğu titanya hidrosollerini ışık haslığını iyileştirmek için polyester içerikli kumaşlara aktarmıştır. Kimyasallar 140 °C'de fikse işlemi ile kumaşa uniform bir şekilde bağlanmış ve işlem sonrası numuneler yüksek UV koruyuculuğuna ve daha iyi ışık haslığı değerlerine sahip olmuştur [9]. Veronovski ve diğerleri, hazırladıkları silika (SiO₂) içerisine titanyum nanoparçacıkları yerleştirmiş ve bu malzemeleri rejenere selülozik tekstil yüzeylerine aktarmışlardır. Sonuçlarda, referans olarak hazırlanan TiO₂ P25 nanoparçacıklarının sulu dispersiyonlarının homojen olmadığı; TiO₂ içeren silika ile hazırlanan çözeltilerin daha uniform bir yapı sergilediği görülmüştür. UV ışınına maruz kalması sonucu TiO₂ ve SiO₂ ile modifiye edilmiş selüloz liflerinin mekanik özelliklerinin fazla değişmediği; ancak sadece TiO₂ ile işlem gören yüzeylerin mekaniksel özelliklerinde önemli düşüş olduğu görülmüştür [10]. Alebeid ve Zhao [11], tetraisopropil ortotitanat kullanarak sol-jel tekniği ile TiO₂ nanosol hazırlamıştır. Hazırlanan nanosoller reaktif boyalı pamuklu numunelere aktarılmış ve ardından numunelerin UV koruma faktörleri, renk dayanımları ve mukavemet ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlarda; işlem görmüş numunelerin UV dayanımının işlem görmemiş referans numunelere göre daha iyi olduğu ve bu özelliğin 10 yıkama sonrasında bile devam ettiği görülmüştür. Yıkamalar sonucunda

renk değerlerindeki değişiminde referans numuneye göre daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Fakin ve arkadaşları [12], yılında, bir patent uygulamasında yer alan özel bir metot ile TiO₂ ve SiO₂ elde ederek bifonksiyonel reaktif boyarmadde ile renklendirilmiş pamuklu numunelere aktarmışlardır. Kullanılan doğal bir kristal yapıya sahip TiO₂'nin yüksek UV koruyuculuğa, düşük fotoaktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, SiO₂'nin etkili bir sabitleyici ve bağlayıcı bir madde olduğunu ifade etmişlerdir. İki maddenin bir arada kullanılmasıyla pamuklu numunelerin 15 yıkama sonunda bile UV koruyuculuğunun artmış olduğunu, malzemenin diğer performans özelliklerini etkilemeden kumaşı UV radyasyonunun zarar verici özelliğine karşı koruduğunu tespit etmişlerdir.

Daha önce nano toz formda TiO₂'nin tekstil yüzeylerine aktararak verdiği fotokatalitik etki birçok çalışmada incelenmiş ancak ışık haslığına etkisi ile ilgili çalışmalara rastlanmamıştır. Bu çalışmada, UV absorplayıcı özelliğe sahip olan ancak bu ışınlarla malzemeyi parçalama işlevine de sahip olan nano toz TiO₂'nin, SiO₂ matrisi ile birlikte kullanıldığı zaman zararlı UV ışınlarını absorbe ederek, tekstil malzemesinin rengini koruyup koruyamayacağı ölçülmek istenmiştir. Bunun için sol-jel tekniği ile elde edilen silika sol, TiO₂ ile lif arasında bağlayıcı olarak kullanılarak keten içerikli kumaşlara aktarılmıştır. Çalışmada uygulanan kaplamanın kumaşların rengine, ışık haslığına ve bazı fiziksel özelliklerine verdiği etkiler ölçülmüş ve değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Deneyisel çalışmada, %100 keten içerikli 2/2 panama dokuma kumaş kullanılmıştır. 385 gr/m² gramaja sahip kumaş sırasıyla; kasar, yıkama, kurutma, yakma, merserizasyon işlemleri görmüştür. Ön terbiye işleminden sonra numuneler yapısı monoklortriazin/vinil sülfon olan bezaktif blue s-matrix 150, bezaktif red s-matrix 150 ve bezaktif yellow s-matrix 150 reaktif boyarmaddeler ile mavi, kırmızı ve sarı renkte

renklendirilmiştir. Kumaşlar pad-dry termofiksaj yöntemine göre renklendirilmiş olup işlem özellikleri Çizelge 1'deki gibidir.

Çizelge 1. Uygulanan boyama işleminin özellikleri

İşlem	Özellikleri
Yöntem	Pad-dry Termofiksaj
Emdirme Sıcaklığı	20-30 °C
Alınan Flotte Miktarı (A _F)	% 80
Kurutma Sıcaklığı	110 °C
Fiksaj Süresi/Sıcaklığı	180 sn / 160 °C
Yıkama	95 °C - 30m/dk
Kurutma	120 °C - 20 m/dk

Deneyisel çalışmada kullanılan kimyasalların özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan kimyasallar

Kimyasal ve Saflığı	Firma
Tetraetilortosilikat (%99)	Sigma-Ald.
Glisidoksipropil trimetoksisilan (%98)	Sigma-Ald.
Titanyum (IV) oksit (%99)	Sigma-Ald.
Sodyum Hidroksit (%99)	Tekkim
Etanol (%96)	Tekkim

Hazırlanan çözeltilerin kumaşlara aktarılması için kullanılan cihazlar ve özellikleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Kimyasalların kumaşlara aktarılması için kullanılan cihazlar ve modelleri

Cihaz	Model
Pad-Batch Fulard	ATAC FY 350
Ram	ATAC GK 40
Etüv	ATAC EV 250
Manyetik Karıştırıcı	HP 220
Hassas Terazî	Precisa BJ 1000C

2.2. Metod

Çalışma kapsamında silika bazlı nanosol (SiO₂) elde etmek için öncelikle belirli miktarda etanol ve distile su içerisine başlatıcı madde olarak 22 ml Tetraetilortosilikat (TEOS) ve çapraz bağlayıcı olan Glisidoksipropil trimetoksisilan (GPTS)'dan 8 ml alınarak manyetik karıştırıcı ile oda

sıcaklığında sürekli olarak karıştırılmıştır. Hidrolizasyon işlemini hızlandırmak için 0,1M NaOH ilave edilmiştir. Bu işlem ile çözeltinin pH'ı 9-10 seviyesine çıkmıştır. Karışım saydam hale gelinceye kadar karıştırma işlemine devam edilmiştir.

Karışıma daha sonra distile su içerisinde 1 g TiO₂ nano toz eklenmiş ve 30 dk daha karıştırılmıştır. Hazırlanan çözeltiler daha sonra numunelere tek tek aktarılmıştır. Bunun için, bir tekne içine aktarılan hazırlanmış çözelti içerisinde numuneler 60 sn boyunca bekletilmiştir. Ardından numuneler %85 A_F ile silindirler arasından geçirilmiş ve daha sonra 110 °C'de 5 dakika süreyle ram içerisinde kurutulmuştur. Kimyasalların yüzeye bağlanma durumunu etkileyen bir işlem olan ısı ile fiksaj işlemi için 120 °C ve 150 °C olmak üzere iki farklı termofiksaj sıcaklığı uygulanmıştır.

Hazırlanan kimyasalların karakterizasyonu için kumaş numunelerine Çukurova Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında bulunan JASCO FT/IR-6800 model cihaz ile FT/IR (Fourier Dönüşümlü Infrared Spektrofotometre) ve FEI Quanta 650 Field Emission model cihaz ile SEM (Taramalı elektron mikroskobu) analizleri uygulanmıştır.

Kumaşlara aktarılan kimyasalların kumaş rengindeki değişimleri tespit etmek için Minolta marka CM 3600 model spektrofotometre cihazı ile renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bilgisayara bağlı olarak çalışan spektrofotometre cihazında analizler özel bir yazılım olan RealColor1.3® kullanılarak yapılmıştır. Numunelerin kaplama öncesi ve sonrası renk ölçümler gerçekleştirilmiş ardından yazılım aracılığıyla ΔL^* (açıklık-koyuluk) ve ΔE (toplam renk farkı) değerleri hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Eşitlik 1 ve 2 aracılığıyla hesaplanmıştır.

$$\Delta L^* = (L^* \text{ numune} - L^* \text{ standart}) \quad (1)$$

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (2)$$

Numunelerin ışık etkisiyle renk değişimlerini incelemek için Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan ATLAS Xenotest Alpha ışık haslığı test cihazı

kullanılmıştır. Çalışmada ISO 105 B02:2014 standardı esas alınarak işlem görmüş numuneler ve hiç işlem görmemiş numuneler ışığa maruz bırakılmıştır. Soldurma işlemi ksenon lamba ışığında 72 saat süre boyunca gerçekleştirilmiştir. Kumaşların soldurma işlemi sonucunda renk değişimini tespit edebilmek için yine spektrofotometre ile renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Soldurma öncesi ve sonrası toplam renk farkı değerleri (ΔE) tespit edilip çalışmada uygulanan kimyasal işlemlerin numunelerin ışık haslığına etkisi incelenmiştir.

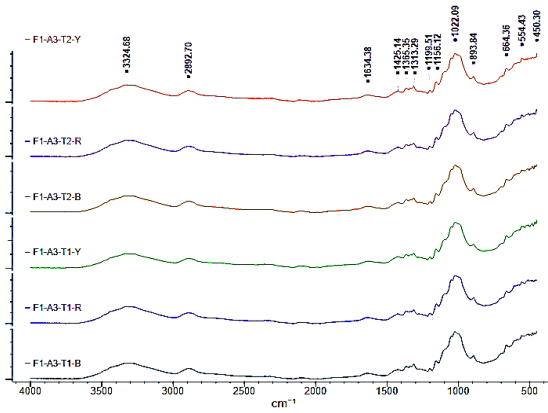
Deneyisel çalışmada hazırlanan kimyasalların keten içerikli numunelere verdiği bazı fiziksel ölçümler için hava geçirgenliği, yumuşaklık, hidrofilite analizleri uygulanmıştır. Kumaşlara 'TS 391 EN ISO 9237' standardına bağlı olarak Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünde bulunan Prowhite EP08M Cihazı ile hava geçirgenliği testi; ASTM D 4032-94 standardı ile Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında bulunan A&T stiffness cihazı kullanılarak yumuşaklık testi uygulanmıştır. Hidrofilite tayini için TS 866 standardı esas alınarak 'Batma Testi' uygulanmıştır. Bir beher içerisine damıtık su konulup test edilecek numune içine atılmış, numuneler suya değdiği anda kronometre çalıştırılmıştır. Numuneler suyu tamamen emerek battığı anda kronometre durdurulmuş ve batma süreleri kaydedilmiştir. Testler sonucu elde edilen veriler tablo ve grafik üzerinden değerlendirilip analiz edilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında katkı maddesi olarak UV ışınlarını absorbe edebilen nano toz formda TiO₂ kullanılarak hazırlanan silika bazlı nanosollerin aktarılmış olduğu sarı, kırmızı ve mavi renkte keten içerikli numunelerin FT/IR analizi grafiği Şekil 1'deki gibidir. Grafik üzerinde bulunan 120 °C sıcaklıkta işlem gören numuneler "T1"; 150 °C sıcaklıkta işlem gören numuneler ise "T2" olarak adlandırılmıştır.

Moleküllerdeki çeşitli bağların titreşim frekanslarının ölçülüp, moleküldeki fonksiyonel grupların tahmin edildiği test sonucunda kimyasal

ile işlem görmüş tüm numunelerin spektrum değişimlerinin birbirine benzer olduğu görülmektedir. 1026-1166 cm^{-1} 'deki hareketlenme selülozun C-O bağ modunu göstermektedir. 1000 cm^{-1} frekans bandında bulunan hareketlenmenin Si-O bağlarının etkisiyle gerçekleştiği düşünülmektedir. 664 cm^{-1} ve 554 cm^{-1} bandında olan hareketlenme ise numune üzerindeki Ti-O bağlarının varlığını göstermektedir.

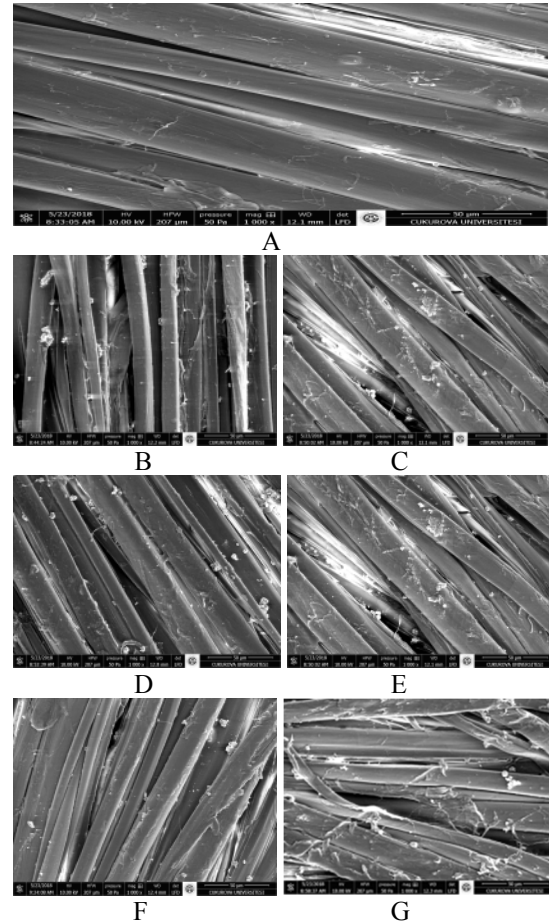


Şekil 1. Numunelerin FT/IR spektra analizleri

Kimyasallar ile işlem görmemiş ve görmüş numunelerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile çekilmiş, x1000 büyütme ile alınmış görüntüleri Şekil 2'deki gibidir. Şekilde sırasıyla A, işlem görmemiş numune; B, C, D 120 °C sıcaklıkta fikse işlemi gören farklı renklerdeki numuneler; E, F, G ise 150 °C sıcaklıkta işlem gören farklı renklerdeki numunelerdir. Görüntülerde kaplanmamış numunelere ait lif yüzeylerinin daha düzgün olduğu, kaplanmış numunelerin yüzeyinde ise düzensiz olarak dağılmış parçacıklar olduğu görülmektedir. Bu görüntüler ile TiO_2 nano tozların silika nanosollerin varlığında lif yüzeyine tutunabildiği; ancak lif yüzeyindeki kaplamanın uniform yapıda olmadığı anlaşılmaktadır.

İşlem sonrası renk farkı değerleri Çizelge 4'te sunulmuştur. Tablodaki açıklık-koyuluk (ΔL^*) değerleri incelendiğinde tüm numunelerde işlem sonrası koyulaşma olduğu görülmektedir. Bu da kaplama işleminin kumaş yüzeyine gelen ışığın yüzeye düşme açısını etkilediği için kumaşın ışını normalden daha az yansıtmasına sebep olduğunu

ve spektrofotometre cihazının numunenin rengini daha koyu algılamasına yol açtığını göstermektedir. Fikse sıcaklığı arttıkça işlem öncesi ve sonrası renk farklılığının (ΔE) arttığı; bunun da 150 °C olan fikse sıcaklığının kumaş yüzeyine daha fazla kimyasalın bağlanmasına sebep olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde; toplam renk farkı değerlerindeki değişim azalan sırayla sarı, kırmızı ve mavi renkteki numunelerde çıkmıştır. Toplam renk farkı değeri formülünden (1) yola çıkılırsa; solüsyonlarla 150 °C'de işlem görmüş sarı renkte numunelerin ΔL^* değeri diğer renklere göre daha yüksek çıktığı için bu değer toplam renk farkı değerini de (ΔE) arttırmış ve doğru orantılı olarak koyulaşma miktarından dolayı renk farklılığı daha yüksek çıkmıştır.

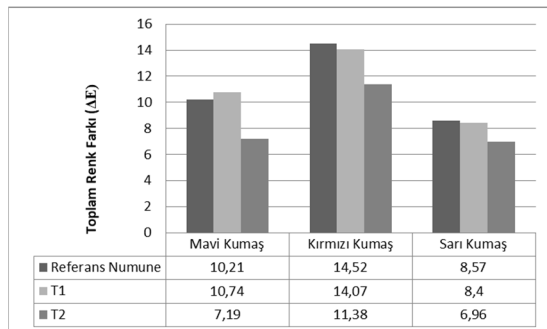


Şekil 2. Numunelerin SEM analizi görüntüleri

Çizelge 4. Numunelerin kaplama işlem sonrası renk değişimleri

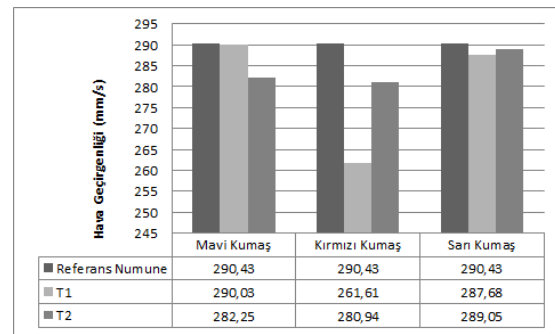
Numune	Uygulanan Fikse Sıcaklığı (°C)	ΔL*	ΔE
Mavi	120	-0,214	0,28
	150	-0,411	0,5
Kırmızı	120	-0,208	0,72
	150	-0,657	1,0
Sarı	120	-0,402	0,88
	150	-1,153	3,04

Mavi, kırmızı ve sarı renkte keten içerikli numunelerin ışık altında, 72 saat'lik soldurma işlemi sonucunda renklerinde meydana gelen değişim Şekil 3'de görülmektedir. Kimyasallarla işlem görmüş ve görmemiş tüm numunelerde renk farklılıkları görülmektedir. Bu renk değişimleri boya moleküllerinin ışıktan gelen elektromanyetik radyasyon sonucu yapısının bozulması ile meydana gelmiştir [13]. Sonuçlar incelendiğinde; hiç işlem görmemiş olan ve kimyasallarla işlem görüp 120 °C'de fikse işlemi gören numunelerin soldurma sonrası toplam renk farkı değerleri birbirine oldukça yakın çıkmıştır. Nanosol kaplamalarla işlem görüp, 150 °C'lik fikse işlemi gören tüm farklı renkte numunelerde ise ışık etkisiyle renk değişiminin diğer numunelere göre az olduğu görülmektedir [14]. Bu durum, daha yüksek fikse sıcaklığının, kimyasal ile selülozik yüzey arasındaki bağlanma miktarını artırdığı sonucunu desteklemektedir. Spektrum içerisindeki UV bölgesinin çoğunu soğurabilme yeteneğine sahip UV absorplayıcı bir madde olan TiO₂; SiO₂ ile bir araya geldiğinde tekstil yüzeyinin ışık etkisiyle rengindeki değişim miktarını düşürmüştür.



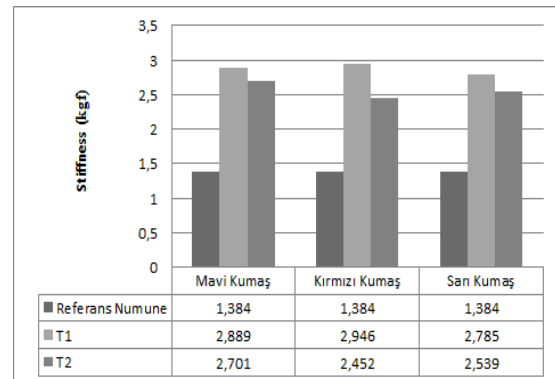
Şekil 3. Numunelerin ışık etkisiyle renk değişimleri

Şekil 4'te kimyasal ile işlem görmüş ve görmemiş numunelerin hava geçirgenlik değerleri görülmektedir. Genel olarak bakıldığında nanosol kaplamanın kumaşların hava geçirgenlik oranını anlamlı bir şekilde etkilemediği görülmektedir. Nanosollerin kurduğu bağlar lif yüzeyinde çok yer kaplamamaktadır [2]. Nano toz TiO₂ içeren silika sollarla işlem görmüş keten kumaşların hava geçirgenliği bir miktar değişmiştir. Ancak bu değişimin anlamlı olmadığı görülmüştür.



Şekil 4. Numunelerin hava geçirgenliği testi sonuçları

Çalışmada hazırlanan kaplamaların kumaşların yumuşaklık değerlerine etkisi Şekil 5'te görülmektedir. Nanosol ile kaplanmış tüm numunelerin işlem görmemiş referans numuneye göre yumuşaklığının oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Nanosoller kumaş yüzeylerinin esnekliğini düşürdüğü için numuneler sertleşmiştir. Nanosol kaplamalar özellikle katı konsantrasyon miktarları arttıkça yapıda sertleşmeye neden olabilmektedir [2].



Şekil 5. Numunelerin yumuşaklık testi sonuçları

Deneysel çalışmada nanosol kaplamanın keten içerikli numunelerin su emiciliğine etkisini tespit etmek için Batma Testi uygulanmıştır. Standart doğrultusunda, numunenin batma süresi 0-50 saniye arasındaysa hidrofilitesi çok iyi; 50-100 saniye arası orta; 100 sn üstü ise kötü hidrofilite derecesinin olduğu ifade edilmektedir. Yapılan testler sonucunda işlem görmemiş referans keten içerikli numune, 0-50 saniye arasında tamamen suyun içerisine batarak çok iyi derecede hidrofilite özelliği göstermiştir. Nanosollerle işlem görmüş olan tüm numunelerin batma süresi ise 100 saniye'nin üstünde bir değer göstermiştir. Bu da uygulanan nanosol kaplama işleminin liflerin suyu emmesini engellediğini ve numunelerin hidrofilite derecesini kötü yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

4. SONUÇLAR

Deneysel çalışmada mavi, kırmızı ve sarı renkte reaktif boyalı keten kumaşlara nano toz TiO₂ katkılı SiO₂ nanosol kaplama uygulanmıştır. Numuneler kimyasal ile işlem gördükten sonra 120 °C ve 150 °C olarak 2 ayrı fikse işleminden geçmiştir. Bu şekilde yapılan uygulamaların keten içerikli tekstil yüzeylerine verdiği bazı etkiler görülmek istenmiştir. Yapılan işlemler sonucunda FT/IR ve SEM analizleri incelendiğinde; nano toz formda TiO₂, bağlayıcı madde olarak silika sol ile bir araya geldiğinde selülozik bir yüzey olan keten içerikli numuneye bağlanabildiği görülmüştür.

Spektrofotometre ile yapılan renk analizlerinde; nanosol kaplama uygulanan tüm numunelerin renginde koyulaşma olduğu görülmüştür. Uygulanan kaplama yüzeye gelen ışığın düşme açısını değiştirdiği için kumaş renginin daha koyu algılandığı tespit edilmiştir. Kaplamanın 150 °C ile fikse olduğu numunelerde renk farkının daha yüksek olmasının hem de daha fazla kimyasalın numuneye bağlanıp renkte daha çok değişime neden olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Işık haslığı testinin sonuçlarında; numunelerin soldurma öncesindeki renklerine göre en az değişimin nanosol kaplamanın 150 °C ile fikse

olduğu numunelerde olduğu görülmüştür. Bu sonuç; nanosol kaplamanın seçilmiş olan daha yüksek fikse sıcaklığında lif yüzeyine daha çok bağlanabildiğini ve ışıktan gelen boya moleküllerini parçalayıcı etkisi olan UV ışınlarının TiO₂ tarafından absorbe edilebildiğini göstermiştir. Çalışmada hazırlanmış olan silika sol kaplamanın tekstil yüzeyini bozulmaya karşı koruduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak; 150 °C olarak belirlenen fikse sıcaklığının her üç renkte numunenin rengini özellikle koyulaştırarak değiştirdiği ancak çalışmada uygulanan metodun, bu fikse sıcaklığıyla malzemeye ışık haslığını iyileştirici etkiyi verebildiği görülmüştür.

Yapılan diğer fiziksel testler sonucunda uygulanan kaplama işleminin numunelerin hava geçirgenliğini bir miktar değiştirdiği, yumuşaklığını düşürdüğü ve hidrofilitesini kötü yönde etkilediği görülmüştür.

Sonraki çalışmalarda kaplamanın tekrarlı yıkamalar sonucu kalıcılığı ve fonksiyonel etkisinin sürekliliği analiz edilebilir. Ayrıca işlem sonrası numunelerde meydana gelen toplam renk farkı (ΔE^*) değerleri düşük ve her renk için sabit bir sayıda olacak şekilde metod hazırlanabilir ve bu şekilde ışık haslığının iyileştirilmesi üzerinde çalışılabilir. İleride yapılacak çalışmalarda yapılan kaplama işleminin numunelerin fotokatalitik ve antibakteriyel özelliklerine etkisi incelenecektir.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, FDK-2015-3368 nolu proje kapsamında yapılmış olup Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü BAP Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

6. KAYNAKLAR

1. Macwan, D.P., Dave N.P., Chaturvedi S., 2011. A Review on Nano-TiO₂ Sol-gel Type Syntheses and Its Applications, Journal of Material Science, 3669-3686.
2. Mahltig, B., Böttcher, H., Rauch, K., Dieckmann, U., Nietche, R., Fritz, T., 2005. Optimized UV Protecting Coatings by

- Combination of Organic and Inorganic UV Absorbers, Elsevier, Thin Solid Films 485, 108-114.
3. Huang, K.S., Yang, K.L., Lin, S.J., Lian, W.T., 2007. Antiwrinkle Treatment of Cotton Fabric with a Mixed Sol of TEOSTTB/DMDHEU, Journal of Applied Polymer Science, 106, 2559-2564 .
 4. Gupta, K., Jassal, M., Agrawal, A.K., 2008. Sol-gel Derived Titanium Dioxide Finishing of Cotton Fabric for Self Cleaning, Indian Journal of Fibre & Textile Research, 33, 443-450.
 5. Yuan, N., Hua, D., 2012. Visible-light Photodegradation of Reactive Dyes on Doping TiO₂ Nanostructured Thin Films Loaded Fabric, International Conferance on Education Technology and Management Engineering, China, 16-17.
 6. Demir, A., Öktem, T., Seventekin N., 2008. Reaktif Boyalı Pamuklu Materyallerin Işık Haslığına UV Absorplayıcıların Etkisi, Tekstil ve Konfeksiyon, 211-220.
 7. Gültekin, T., 2011. Kendi Kendini Temizleme Özellikli Pamuklu Tekstillerde Kumaş Performans Özelliklerinin Araştırılması ve Bu Özelliğe Sahip Kumaşın Oluşturulması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 72, Denizli.
 8. Xuan, L., Han, G., Wang, D., Cheng, W., Gao, X., Chen, F., Li, Q., 2017. Effect of Surface – Modified TiO₂ Nanoparticles on the Anti-Ultraviolet Aging Performance of Foamed Wheat Straw Fiber/Polypropylene Composites, Materials, 10,456, 2-13.
 9. Wang R., Wang, Y., 2011. Characterization of Titania Hydrosol and its Influence on Light Fastness of Polyester Fabric, Elsevier, Procedia Engineering, 307-311.
 10. Veronovski, N., Sfiligoj-Smole, M., Viota, J.L., 2000. Characterization of TiO₂/TiO₂-SiO₂ Coated Cellulose Textiles, Textile Research Journal, 80(1), 55-62.
 11. Alebeid, O.K., Zhao, T., Anti-Ultraviolet Treatment by Functionalizing Cationized Cotton with TiO₂ nano-sol and Reactive Dye, 2015. Textile Research Journal, 85(5), 449-457.
 12. Fakin, D., Veronovski, N., Ojstrsek, A., Bozic, M., 2012. Synthesis of TiO₂-SiO₂ Colloid and its Performance in Reactive Dyeing of Cotton Fabrics, Carbonhydrate Polymers, 88, Slovenia, 992-1001.
 13. Koussolou, T., 1999. Photodegradation and Photostabilization of Historic Silks in the Museum Environment-Evaluation of a New Conversation, Papers From the Institute of Archaeology 10, 75-88.
 14. Bozok, S.S., Oğulata, T., 2018. UV Absorplayıcı Olarak TiO₂'nin Renkli Kumaşların Işık Haslığına Etkisi, 1. Uluslararası Akdeniz Sempozyumu, Mersin, 17-24.
 15. ASTM D4032-94, 1994. Standard Test Method for Stiffness Test Method for Stifness of Fabric by the Circular Band Procedure.
 16. TS 866, 1985. Kasarlı Pamuklu Tekstil Mamullerinin Su Emme Özelliğinin Tayini.
 17. TS 391 EN ISO 9237, 1999. Tekstil-Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin Tayini.
 18. TS EN ISO 105-B02, 2014. Tekstil-Renk Haslığı Deneyleri-Bölüm B02: Yapay Işığa Karşı Renk Haslığı- Ksenon Ark Soldurma Lambası Deneyi.