Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2020 Cilt: 39-12

METAL TİTANYUM NANOPARÇACIK KATKILANAN POLİAMİD FİLAMENTLERDEN ÜRETİLMİŞ KUMAŞLARIN OPTİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA[1]

An Investigation On Optical Properties Of Fabrics Produced From Metal Titanium Nanoparticles Doped Polyamide Filaments

Ali MARALCAN
Tekstil Mühendisliği A.B.D.

İlhami İLHAN
Tekstil Mühendisliği A.B.D.

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, %100 titanyum (Ti) metal nano-parçacık katkılanmasının poliamid (PA) 6 liflerinin ve bu liflerden üretilmiş kumaşların optik özelliklerine etkilerini araştırmaktır.

Bu amaçla, masterbatch olarak hazırlanan titanyum metal nanopartikülleri, çift ekstruderli lif çekim sisteminde PA 6 cipslerine üç farklı oranda karıştırılarak yumuşak lif çekimi yöntemiyle filamentler elde edilmiş, daha sonra bu filamentler dokuma kumaşların üretilmesinde kullanılmıştır.

İplik örneklerine, doğrusal yoğunluk ve mukavemet/uzama testleri yapılmıştır. Kumaş örneklerine ise kumaşın üretildiği ipliklerin SEM (scanning electron microscope) cihazıyla görüntüleri alınıp incelenerek lif içindeki nanopartikül dağılımı değerlendirildikten sonra optik geçirgenlik testleri yapılarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Poliamid Filament, Metal Titanyum, Nanoparçacık Katkılama, Kumaş, Optik Özellikler

ABSTRACT

The main aim of this study is to investigate the optical properties of fabrics produced from 100% titanyum (Ti) metal nanoparticules doped poliamide 6 (PA6) filaments. For this purpose, titanium nanoparticles are added to masterbatch and polyamide filaments with three proportions of titanium are spinned. Then filaments are used for the production of weaved fabrics.

Linear density, strength and elongation tests are carried out on yarn samples. Also, nano-particle distribution and agglomeration are investigated in fibers via SEM (scanning electron microscope) instrument images. Fabric samples are subject to optical transmittance. Lastly, all results are evaluated.

Key Words : Polyamide Filament, Metal Titanium, Nanoparticles Doping, Fabric, Optical Properties

[1] Aynı başlıklı Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Giriş

Son yıllarda, tekstil malzemelerine elektromanyetik özellikler (elektromanyetik koruma, yansıtma, soğurma, iletkenlik vb.) kazandırmak ve bu özellikleri geliştirmek, tekstil malzemesinin özgün yapısı nedeniyle en çok çalışılan konular arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, polimer liflerinin eğrilmesi sırasında, eriyik içerisine nanoparçacık katkılanması yoluyla tekstil liflerine çeşitli yeni özellikler kazandırmak veya mevcut özellikler açısından performansını arttırmak da sıklıkla üzerinde çalışılan araştırma konularındandır. Polimere nanoparçacık katkılama yöntemi nanoteknoloji biliminin tekstil alanına uygulanmasına önemli bir örnek teşkil etmektedir. Bu tezin özü, metal titanyum nanoparçacık katkılama yöntemiyle poliamid liflerinin elektromanyetik ve optik özelliklerinin geliştirilip geliştirilemeyeceğinin araştırılmasından ibarettir.

Poliamid 6 (PA 6) lifi ise sentetik lifler içerisinde en yaygın kullanım alanı olan liflerden biridir. Poliamid 6 lifleri, giyim alanında (elbise, kadın veçocuk çorabı, mayo, özellikle bayan iç giyim, gömlek, astar, bluz, korse, gecelik), ev tekstili alanında (yatak örtüsü, halı, kilim), endüstriyel alanda (filtre kumaşları, paraşüt bezi, emniyet kemerleri, diğer kayışlar, yağmurluk, şemsiyelik, çadır, balık ağı, dikiş ve brode iplikleri, otomobil lastiklerinde takviye, otomotiv döşeme kumaşları) yaygın olarak kullanılmaktadır.

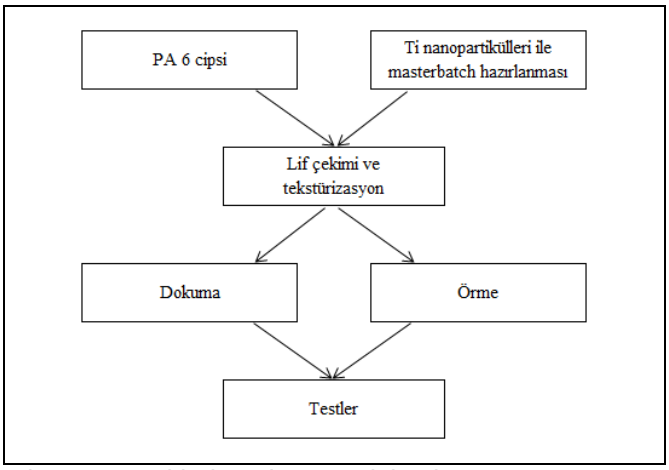
Böylesine geniş kullanım alanı ve yüksek katma değeri olan ürünlerde kullanım imkanı bulunan poliamid 6 liflerinin, yüksek dayanımlı, sıkışmaya karşı dirençli, yumuşak tutumlu, kolay boyanabilir olması, canlı renkler vermesi, kolay işlenebilir olması, yüksek nem alma özelliği, çözgenlere ve bazlara karşı dirençli olması gibi avantajlarına karşın güneş ışınlarına (UV) dayanımının düşük olması, kuvvetli asit oksitleyici maddelerden etkilenmesi gibi dezavantajları da vardır. Bazı dezavantajları kullanım alanını sınırlamaktadır. Örneğin; güneş ışınlarına dayanımının düşük olması nedeniyle perde üretiminde kullanılamamaktadır. Bu çalışmada, bir nanoteknoloji uygulaması olarak üretilecek olan metal bazlı Ti nano-parçacık katkılı PA6 liflerinden üretilmiş kumaşların optik geçirgenlik özellikleri araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Yapılan çalışmanın aşamaları bir akış şeması halinde Şekil 1'de sunulmuştur. Sentetik liflerin üretiminde lif çekimi esnasında boyarmadde ve farklı amaçlı yardımcı kimyasalların farklı oranlarda katkılanması amacıyla üretilen, çeşitli katkılar içeren cipslere "masterbatch" adı verilmektedir. Bu çalışmada, PA6 liflerinin üretimi için öncelikle metal bazlı (%99,9) Ti nano-partiküller satın alma yoluyla yurtdışından tedarik edilmiş olup, bu nano-partiküller, SETAŞ Kimya Sanayi A.Ş.'de çift vidalı ekstrüder kullanılarak PA6 polimeri içerisine 3 farklı oranda (500-1000-1500 mg/kg) karıştırılarak nano-parçacık katkılı polimer tanecikleri (masterbatch cipsi) elde edilmiştir.

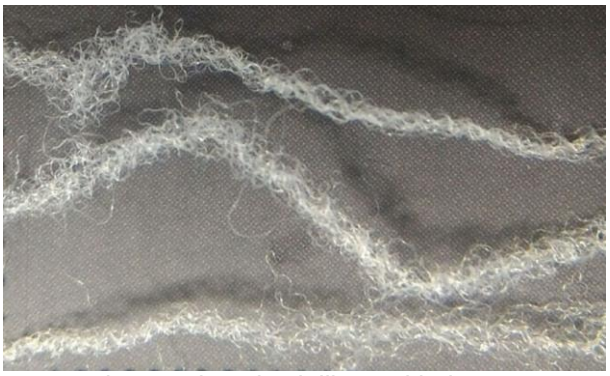
Yumuşak çekim yöntemiyle nanoparçacık katkılı tanecikler polimer içine karıştırılarak kesitte 24 filament olacak şekilde PA 6 ipliği çekilmiştir. Böylece nanoparçacık oranları ağırlıkça %0,05 - %0,10 ve %0,15 olmak üzere 3 farklı iplik

örneği elde edilmiştir. Kontrol ipliği olarak kullanmak üzere, katkılanmamış standart PA6 ipliği de üretilmiştir.



Şekil 1. İplik ve kumaş örnekleri üretim sürecinin akış şeması

Lif çekiminden sonra, 24 filamentten oluşan iplik, "yumuşatma-büküm verme-fikse etme" yöntemine göre tekstürizasyon işlemine tabi tutularak POY (Partially Oriented Yarn – Kısmî Çekilmiş İplik) iplik elde edilmiştir. Şekil 2'de tekstüre edilmiş filament iplik örneklerinin genel görünümü verilmiştir.



Şekil 2. 24 filamentten oluşan tekstürize iplik örnekleri

İplik testleri yapıldıktan sonra iplik örnekleri, dokuma yöntemleriyle kumaşa dönüştürülmüştür. Üretilen dokuma kumaş örnekleri 1/3 S dimi örgüsüne sahip olup, numune iplikler yalnızca atkı yönünde kullanılmıştır. Çözgü ipliği olarak Ne 48/2 %100 yün ipliği kullanılmıştır. Böylece 4 farklı nanoparçacık katkı oranına sahip dokuma kumaş numuneleri elde edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan kumaşlar ve kodları

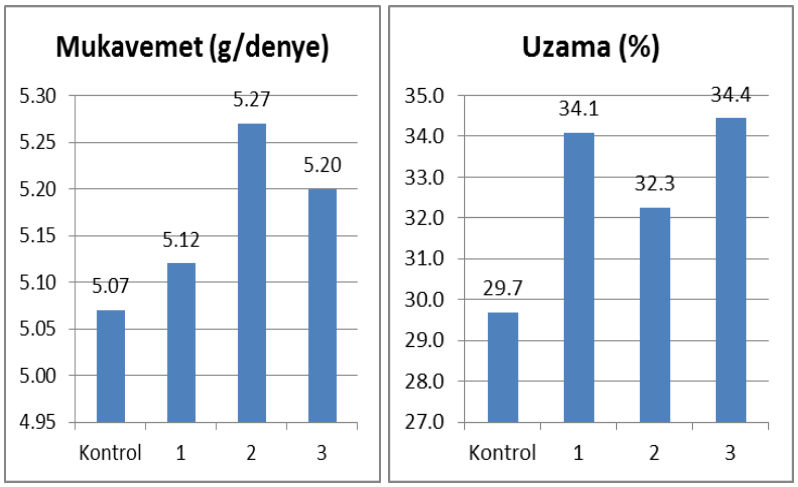
Kodu	Kumaş cinsi	Ti katkı oranı
DK	Dokuma	% 0,00
D1	Dokuma	% 0,05
D2	Dokuma	% 0,10
D3	Dokuma	% 0,15

Elde edilen dört farklı iplik numunesinin performanslarını değerlendirmek amacıyla, doğrusal yoğunluk, mukavemet ve uzama ölçümleri yapılmıştır. Nanoparçacık katkılı multifilament ipliklerin içindeki nanoparçacıkların dağılımını ve liflerdeki değişimi gözlemlemek amacıyla ise kumaş numuneleri üretildikten sonra SEM teknolojisi kullanılarak liflerin görsel analizi yapılmıştır. Mukavemet ve uzama testleri Proser Tenso Tester cihazında İngiliz test standardı BS 1932'ye (bobinden alınan ipliklerin mukavemet testleri) göre gerçekleştirilerek mukavemet (g/denye) ve uzama (%) değerleri elde edilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

İplik Mukavemet ve Uzama Testleri

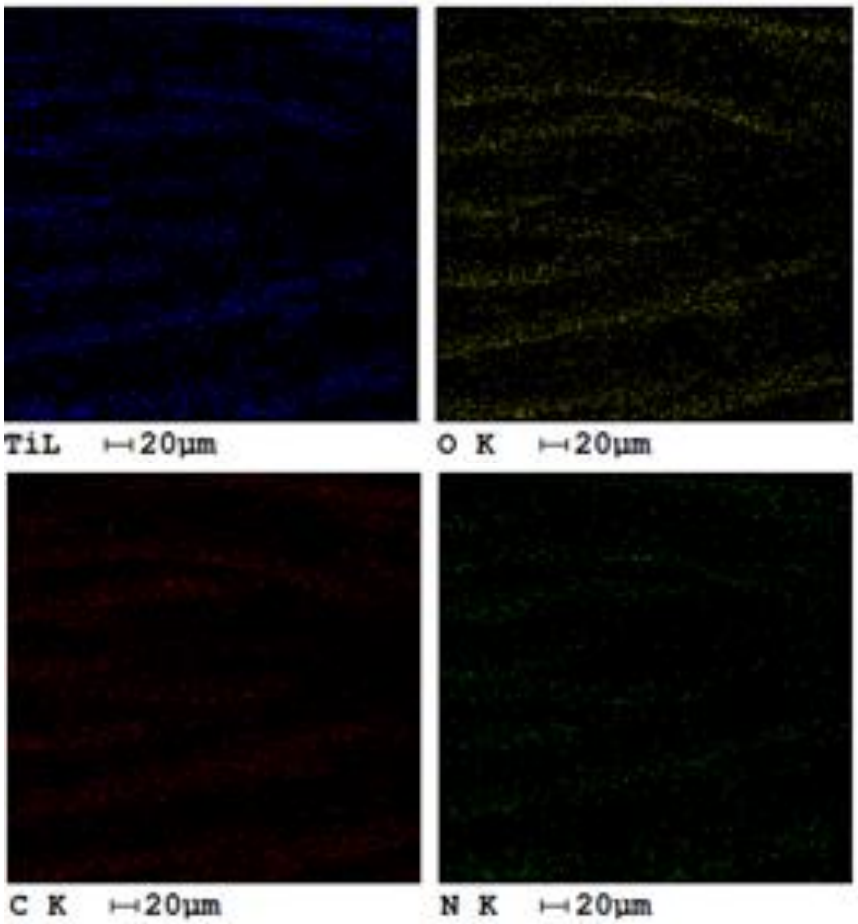
Mukavemet/uzama test sonuçları incelendiğinde, Ti katkılı ipliklerin mukavemeti katkı oranı arttıkça kontrol ipliğine göre hafif bir artış göstermiştir. Katkılı iplik örneklerinin uzama oranları da katkısız kontrol iplik örneklerine göre bir miktar artış göstermiştir (Şekil 3). Sonuçlar, uygulanan oranlardaki %100 metal Ti katkılamalarının PA 6 ipliklerinin mukavemet ve uzama özellikleri üzerinde düşük düzeyde de olsa olumlu etki yaptığını göstermektedir.



Şekil 3. İplik numunelerinde mukavemet ve uzama grafikleri

Kumaş SEM Görüntüleri

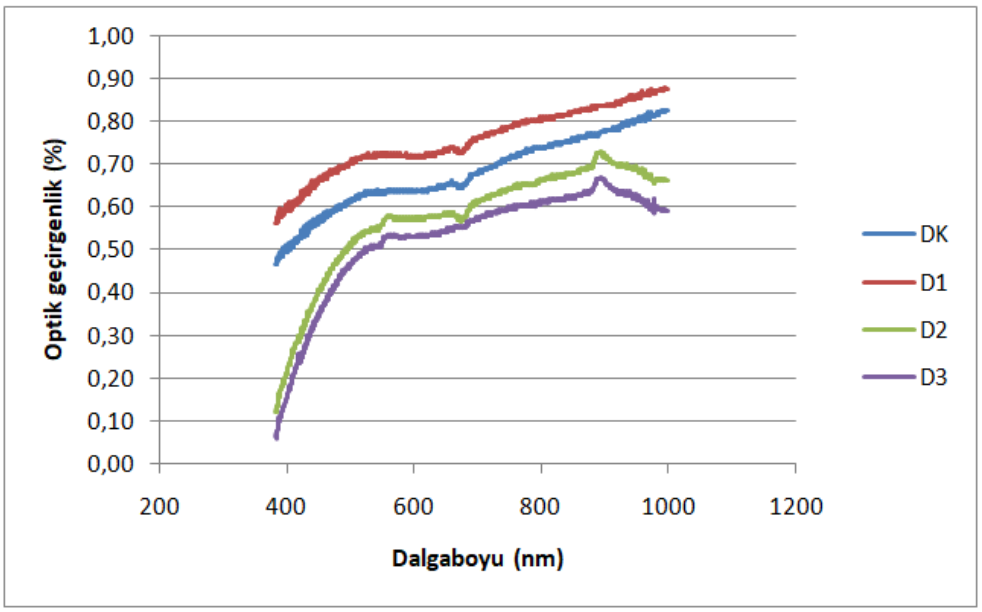
Titanyum nanoparçacıkların numune olarak hazırlanan kumaşlarda dağılımını görmek amacıyla kumaş örneklerinin SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) görüntüleri alınmıştır. Şekil 4'te, SEM (Taramalı elektron mikroskobu)'ndan alınan EDAX görüntüleri (EDAX mapping) verilmiştir. Görüntüler incelendiğinde mavi renkli görünen titanyum nanopartiküllerin düzgün ve normal bir dağılım göstermekte olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4. Dokuma kumaşta titanyum, oksijen, karbon ve azot atomlarının tek tek dağılımı

Kumaş Numunelerinde Optik Geçirgenlik

Dokuma kumaş örneklerinden elde edilen optik geçirgenlik grafikleri, Şekil 5'de verilmiştir. Grafik incelendiğinde Ti nanopartikül oranının artmasıyla optik geçirgenliğinin azaldığı görülmektedir. Genel olarak, tüm örnekler için dalgaboyu arttıkça optik geçirgenliğinde artış eğilimi olduğu gözlemlenmektedir. Sonuç olarak % 100 metal Ti katkılamanın PA 6 lifinin optik geçirgenliğini azaltıcı yönde etki ettiği, dalgaboyu arttıkça bu etkinin artma eğilimi gösterdiği söylenebilir.



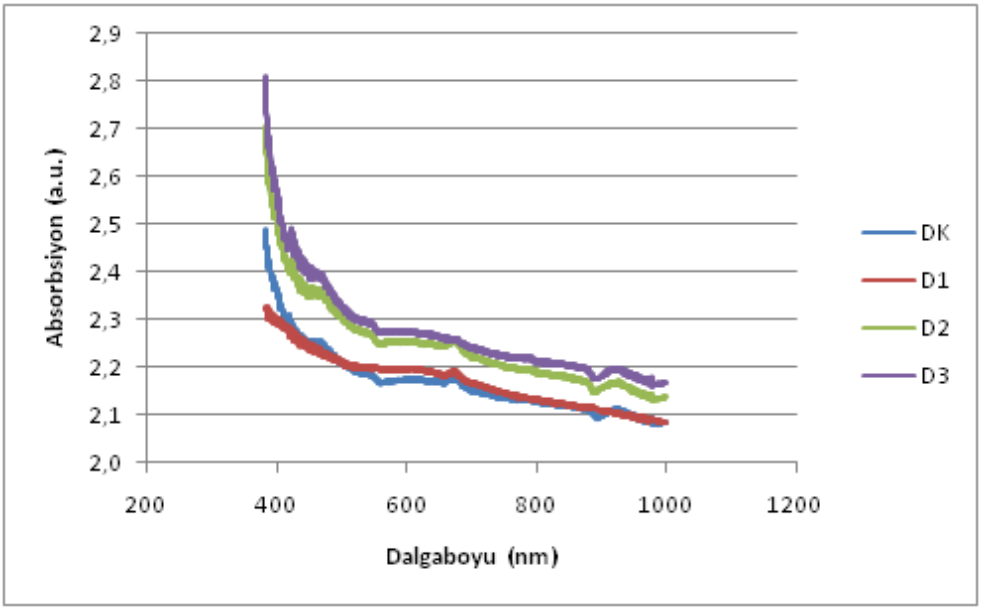
Şekil 5. Dokuma numunelerin UV (mor ötesi) -görünür bölge ve IR (kızılötesi) geçirgenliklerinin dalgaboyuna göre değişimi

Kristalin polimerlerin ışık geçirgenliği, boyuta, şekle, oryantasyona, anizotropiye ve yapıdaki kristalitlerin düzenine bağlıdır. Bunun, ışığın saçılması ve filtrelenmesinin fonksiyonları olarak ölçülmesi, polimerin yapısının karakterize edilmesini sağlar (Clough, 1967). Bu sebeple, kontrol kumaşında elde edilen optik koruyuculuk düzeyinin, lifin polimer yapısında bulunan kristalin yapıdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kumaş Numunelerinde Optik Absorbsiyon

Şekil 6'da kumaş numunelerinin optik absorbsiyon oranlarının dalgaboyuna bağlı olarak değişimini gösteren grafikler sunulmuştur. Bu grafikler incelendiğinde,

genel olarak tüm numunelerde düşük dalgaboylarında en yüksek seviyede olan absorblamanın, dalgaboyu büyüdükçe önce hızlı sonra yavaş bir eğilimle azaldığı görülmektedir. Ti katkılama oranının absorbsiyon oranını artırıcı yönde etki ettiği söylenebilir. En yüksek absorbsiyon düzeyi Ti katkılama oranının da en yüksek olduğu D3 numunesinde elde edilmiştir.



Şekil 6. Dokuma numunelerin optik absorbsiyon oranlarının dalgaboyuna göre değişimi

Sonuçlar

Bu çalışmada, titanyum nanopartikül katkılı poliamid 6 lifleri üretilerek, bu katkının kumaş özelliklerine etkisinin araştırılması hedeflenmiştir. Bunun için farklı oranlarda Ti nanopartikül katkılı poliamid 6 iplikleri üretilmiş ve bunlardan dokuma kumaş numuneleri hazırlanmıştır. Bu numunelere optik geçirgenlik testleri uygulanarak sonuçları değerlendirilmiştir.

EDAX görüntülerine göre, %0,15 katkı oranına kadar, filamentler üzerinde herhangi bir oligomerleşme problemi yaşanmadığı ve titanyum nanopartiküllerinin düzgün dağıldığı görülmüştür. %0,05-0,15 gibi düşük düzeylerde Ti nanopartikülü katkılanması, poliamid 6 ipliklerinin mukavemet ve uzama özellikleri üzerinde az miktarda da olsa olumlu etki yapmaktadır. Titanyum nanopartikül katkılama, PA 6 lifinin optik geçirgenliğini azaltıcı, absorbsiyonunu arttırıcı yönde etki etmekte, dalgaboyu arttıkça bu etki daha fazla görülmektedir. Bu alanda ileride yapılacak yeni çalışmalar için; farklı polimer türü ve farklı numara multifilament ya da monofilament iplikler ve daha yüksek katkılama oranları ile çalışılması önerilebilir.

Kaynaklar

AKKAPEDDI, M. K., "Glass fiber reinforced polyamide-6 nanocomposites" Polymer Composites, Volume 21, Issue 4, pp. 576–585, August 2000.

BS 1932 Testing the strength of yarns and threads from packages

CLOUGH, S., RHODES, M. B., STEIN, R. S., "The transmission of light by films of crystalline polymers", Journal of Polymer Science: Polymer Symposia, Volume 18, Issue 1, pp. 1-32, 1967

JOSHI, M., BHATTACHARYYA, A., WAZED, A. S., "Characterization techniques for nanotechnology applications in textiles", Indian Journal of Fibre & Textile Research, Vol 33, September 2008, pp. 304-317.

PATRA, J. K., GOUDA, S., " Application of nanotechnology in textile engineering: An overview", Academic Journals, Vol. 5(5), June 2013, pp. 104-111,.

ZHU, M., XING, Q., HE, H., ZHANG, Y., CHEN, Y., PÖTSCHKE, P., ADLER, H., "Preparation of PA6/ Nano titanium dioxide (TiO_2) composites and their spinnability", Macromol. Symp. 2004, pp. 251-261.