

# NANO PARTİKÜLLÜ SU İTİCİLİK MADDELERİYLE İŞLEM GÖRMÜŞ PAMUK VE POLYESTER DOKUMA KUMAŞLARIN KARŞILAŞTIRMASI\*

A.Özgür AĞIRGAN, Z. Evrim KANAT, H.Ziya ÖZEK  
Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi,  
Tekstil Mühendisliği Bölümü

## ÖZET

Akademik ve endüstriyel olarak, nanometre ölçeğinde üretim miktarında bir artış görülmektedir. Ayrıca günlük hayatta ve malzeme teknolojilerindeki ileri uygulamaların kullanım taleplerinde de büyüme söz konusudur. Moleküler seviyedeki nano teknoloji, yüksek kopma mukavemeti, sağlamlık, yumuşak tutum, su iticilik, güç tutuşurluk, anti mikrobiyal özellikler gibi istenen tekstil karakteristiklerin geliştirilmesinde kullanılabilir. Nano teknolojideki son gelişmeler, tekstil endüstrisinde büyük fırsatlar yaratmaktadır. Tekstil materyallerine hidrofobik karakter kazandırmak için yapılan işlemler birçok çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Diğer taraftan, nano partiküllü su itici materyallerle işlem görmüş kumaşların performanslarının değerlendirilmesi yeni bir konu olarak görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, su itici nano teknolojik bitim işlemlerinin araştırılması ve değerlendirilmesidir. Bu çalışmada ticari olarak kullanılan nano partiküllü su itici materyaller ile konvansiyonel su itici materyaller karşılaştırılmaktadır. Pamuk, polyester ve pamuk/polyester karışım kumaşlar kullanılmıştır. Numuneler iki farklı nano partiküllü kimyasal ile emdirildikten sonra termofiksaj işlemi yapılmıştır. Her tipte su iticilik maddesi ile işlem görmüş kumaşların yüzey özellikleri incelenmiştir. Kumaşların performanslarını ölçmek için sprej test cihazı ve hidrostatik test cihazı kullanılmış, ayrıca deneysel sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Deney sonuçları, nano partiküllü su iticilik maddeleriyle yapılan bitim işlemlerinin kumaşların su iticilik özelliklerini arttırdığını göstermektedir.

**Anahtar Sözcükler :** Su iticilik, nanopartikül, polyester-pamuk, kumaş performansı

## COMPARATIVE EVALUATION OF COTTON AND POLYESTER WOVEN FABRICS FINISHED WITH NANOPARTICLES WATER REPELLENT MATERIALS

### ABSTRACT

There is an increasing amount of academic and industrial activity to produce multifunctional nanometre -scale containers and a growing demand for their use in sophisticated applications in the life and materials sciences. Nanotechnology at the molecular level can also be used to develop desired textile characteristics, such as high tensile strength, durability, soft hand, water repellent, fire retardant, antimicrobial properties and more alike. Recent advances in Nanotechnology have, indeed, created enormous opportunities and challenges for the textile industry, including the cotton industry. Treatment of textile materials in order to attain hydrophobic character has been the subject of many researches. On the other hand, finishing of fabrics with Nano particles Water Repellent Materials and evaluation of quality performances of the resultant fabrics appear to be a receptive issue. The focus of this paper is, therefore, to investigate and evaluate applications of Nanotechnology finishing concerning water repellence.

**Keywords :** Water Repellency, Nanoparticles, PES-CO, Fabric Performance

\* Bu çalışma 08-12 Haziran tarihleri arasında Eskişehir Anadolu Üniversitesi'nde düzenlenen 5.Ulusal Nanobilim ve Nanoteknoloji Konferansının (NanoTR-V) Tema-K bölümünde sözlü olarak sunulmuştur.

## 1. GİRİŞ

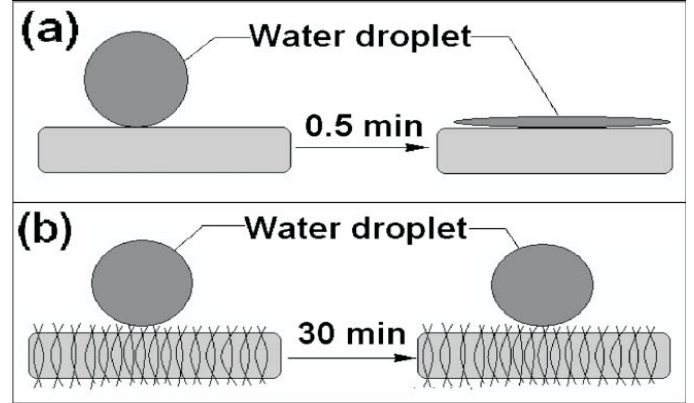
Son on yılda birçok alana yayılan nano teknoloji, gelişmekte olan disiplinler arası bir teknolojidir. Bu teknoloji; malzeme bilgisi, sağlık & ilaç, mekanik, elektronik, optik, enerji ve uzay alanlarını kapsamaktadır. Nano teknoloji, yaklaşık 1-100 nm boyutundaki materyallerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin; (tek atom, molekül ve hacimli cisim) düzenlenebilmesi, sentezlenebilmesi ve yeni nesil materyal, cihaz, yapı ve sistemlerin geliştirilebilmesi için değiştirilebilmesinin anlaşılması, işlenmesi ve kontrol edilmesi olarak tanımlanmaktadır.

Nano teknolojinin tekstil endüstrisi için gerçek ticari bir potansiyeli bulunmaktadır. Geçtiğimiz yıllarda, tekstil ile ilgili sayısız gelişme ve birçok uygulama gerçekleştirilmiştir. [1,2,3] Müşteri odaklı uygulamaların limitsiz potansiyelinden dolayı, tekstil nano teknolojideki gelişmelerden ilk yararlanan endüstrilerden biri olarak görülmektedir. Bu esas olarak, konvansiyonel metotlarla kumaşa uygulanan farklı özelliklerin kalıcı etki sağlayamamasından ve yıkama veya giyim sonrası işlevlerini kaybetmelerinden kaynaklanmaktadır. Nano teknoloji kumaşlar için kalıcı etki sağlayabilmektedir, çünkü nano partiküllerin yüzey alanı- hacim oranı büyüktür ve yüksek yüzey enerjileri vardır. Böylelikle, kumaşa karşı daha yüksek afinite ile işlemin kalıcılığını arttırmaları.

Geçtiğimiz yıllarda nano teknolojinin, kumaşın ve benzer şekilde lif ve ipliklerin yumuşaklık, sağlamlık, su iticilik, güç tutuşurluk, nefes alabilirlik ve mikrop iticilik (anti mikrobik) gibi özelliklerini geliştirmek için kullanılabilirliği gösterilmiştir.

1990'larda çok iyi su iticilik özelliği olan bitki yapraklarının mikro yapılarının incelenmesinin sonucu olarak, hidrofobik olma özelliği açıklanmıştır [4]. O zamandan beri, yapay süper hidrofob yüzeyler nano teknolojideki olanakların artmasıyla geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Süper hidrofob yapı, genellikle yüzeyin su ile çok yüksek temas açısı ve düşük temas açısı histerisizi olarak tanımlanmaktadır.

Tekstil üretiminde kumaşların su veya kir direncinin geliştirilmesinde, kumaşı sıvı ile ıslanmaktan korumak önemli olmaktadır. "Sıvı- kumaş" yüzey etkileşiminin temel prensipleri ve teorik altyapısı Schrauth [5] tarafından açıklanmıştır. Kumaş yüzeyinde mikro ve nano boyutta yüzey özelliklerinin değiştirilmesi ile ıslanma özelliklerinde daha yüksek bir kontrol sağlanabileceğini göstermişlerdir.



Şekil. 1 Süper hidrofob özelliği mekanizmasının şematik gösterimi

## 2. TEKSTİLLERİN SU İTİCİ BİTİM İŞLEMLERİ

Tekstil kumaşlarına uygulanan su iticilik işlemleriyle ilgili uygulamalar sınırlı da olsa literatürde mevcuttur. Silika jel nano parçacıklı, perfloro oksilat içeren süper hidrofobik karışımların [6] ve yine flor içermeyen dayanıklı nano silan karışımlarının [7] pamuklu kumaşlarda su iticilik özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca gümüş ve silika nano parçacıklı su iticilik malzemeleriyle pamuklu dokuma kumaşlara ultra hidrofobik özellik kazandırılmasına yönelik bir çalışma [8] da yapılmıştır. Bu konudaki diğer bir çalışmada ise sadece piyasada mevcut bulunan ve nano boyutta olmayan su iticilerin performansları karşılaştırmalı olarak verilmiştir [9].

Polarite ve hidrojen bağları gibi etkili molekül içi kuvvetlerinin bulunması kumaşa mukavemet, ısıl direnç ve kuru temizleme direnci sağlanmaktadır. Bununla birlikte bu kuvvetler, dış giysilik ürünlerin kar ve yağmura karşı düşük direnç göstermesine neden olmakta ve liflerin su ile kolay ıslanmasını sağlamaktadır. Bu problem kumaşların çeşitli su itici kimyasal maddelerle kimyasal olarak veya mekanik olarak kaplanması ile çözülebilir. Su itici bileşikler kumaşın dış yüzeyini hidrofobik gruplarla örter. Bu hidrofobik gruplar su moleküllerini düşük enerji yüzeyi oluşturarak iterler. Mekanik kuvvetler veya ikincil değerlikli bağlar ile kumaşa bağlanan su itici kimyasallar yıkama veya kuru temizleme sırasında zarar görmekte ya da uzaklaşmaktadırlar. Sürekli bir su iticilik kazandırmak

İçin lif ve su itici kimyasal madde arasında kalıcı kovalent bağlar oluşturmak gereklidir. Lif ve su itici kimyasal arasında oluşturulan bağın kimyasal yapısı su itici kimyasalın yıkama veya kuru temizleme sırasında uzaklaşmasına engel olur.

Su iticilik işlemi iki metot ile gerçekleştirilmektedir:

1. Lastik veya polivinilklorür şeklinde esnek sürekli bir madde ile kumaşın tüm yüzeyi kaplanarak kumaşa su geçirmez özellik kazandırılır. Bu bitim işlemi vücuttan su buharı uzaklaştırılmasını engelleyerek konforsuzluğa neden olur.

2. Hidrofobik yüzey işlemi ile lifler tek tek su iticilik kimyasalı ile kaplanarak ıslanmaya karşı direnç sağlanırken su buharının uzaklaşmasına izin verilir. Su buharının uzaklaşabilmesi kumaşın, tüm yüzeyi kaplanan kumaştan daha konforlu olmasını sağlar.

Su İticilik Maddeleri

- Alüminyum ve zirkonyum bileşikleri
- Parafin iticiler
- Proteinler
- Metal kompleksleri
- Piridinyum bileşikleri
- Stearik asit- metinol bileşikleri
- Melamin ve stearyl bazlı su iticiler

- Silikon su iticiler
- Florin içeren iticiler

### Florin İçeren Su İtici Maddeler

Florin içeren iticilerin hidrofobik ve silikonlu iticilerden çok daha düşük olan yüzey enerjileri, su ve yağ iticilik özelliklerinin birlikte elde edilebilmesini sağlamaktadır. Hidrokarbon ve silikon içeren maddeler ile sadece su iticilik özelliği sağlanabilmektedir. Florokarbon kısımlarının üniform dağılımı, paketlenmesi, uygun oryantasyonu, yapısı ve uzunluğu, liflere uygulanan florokarbon kimyasalının miktarı, kumaşın kompozisyonu ve geometrisi florokarbon bitim işleminin etkisini belirleyen özelliklerdir.

### 3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada üç farklı materyal kullanılmıştır. Her numune lif tipinin karşılaştırılabilmesi için farklı liflerden oluşmaktadır. Numunelerin yapısal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan florokarbon bazlı su iticilik maddeleri, üç farklı firmadan temin edilmiştir. Tablo 2'de kullanılan su iticilik kimyasalları ve uygulanan metotlar gösterilmektedir.

Tablo1 Kumaşların Yapısal Özellikleri

KOD	KUMAŞ KOMPOZİSYONU	İPLİK İNCELİĞİ (Ne)	ATKI SIKLIĞI (tel/cm)	ÇÖZGÜ SIKLIĞI (tel/cm)	GRAMAJ (g/cm <sup>2</sup> )
A	%100PAMUK (4 / 2 DİMİ)	30/2	14	26	280
B	%100 POLİESTER (BEZAYAĞI)	20/1	34	38	135
C	%65 CO %35 PES (BEZAYAĞI)	20/1	16	15	170

Tablo 2. Kullanılan su iticilik ürünleri ve uygulanan metotlar

KOD	SU İTİCİLİK MADDESİ	UYGULANAN METOT			
		Konsantrasyon (g/l)	Flotte Oranı (%)	Kurutma (°C)	Fikse (°C)
K1	Konvansiyonel	30-60	65	140°C 2min	150°C2 min
K2	Konvansiyonel	30-60	65	140°C 2min	160°C2 min
N1	Nano partiküllü	30-60-70	65	140°C 2min	160°C2 min
N2	Nano partiküllü	30-60-70	65	140°C 2min	160°C2 min

Kumaş tipleri ve proses parametreleri Tablo3'teki gibi kodlanmıştır.

Tablo 3. Kumaş kodları

KUMAŞ KOMPOZİSYONU	SU İTİCİ MADDE	KONSANTRASYON
C- P- C/P	K1- K2- N1- N2	30-60-70

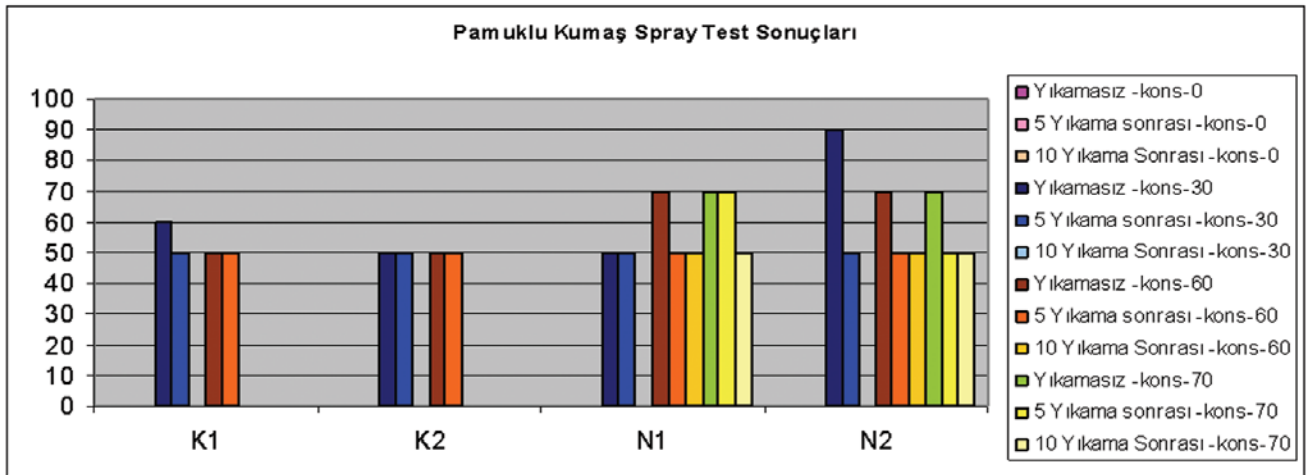
Kumaşlar dört farklı su iticilik maddesi ile işlem görmüşlerdir. Bu maddelerden ikisi nano-partiküllü su iticilik maddesi, diğer ikisi ise konvansiyoneldir. Kumaşlara fularda üç farklı konsantrasyonda su iticilik maddesi uygulanmıştır. Kumaşlara işlemden önce ve sonra Sprey Testi (ISO4920), Hidrostatik basınç testi (ISO811), Yıkama Testi (ISO 26330) ve Sürtme haslığı testi (ISO105X12/DO2) uygulanmış ve deneysel sonuçlar değerlendirilmiştir.

Kumaş çözeltiye kısa bir süre (yaklaşık 20 saniye) daldırılarak emdirme işlemi yapılmıştır. Alınan flotte oranı yaklaşık %65 ve kurutma sıcaklığı 140 °C dir. Kumaşlara uygulanan tüm bitim işlemi prosesleri ticari uygulamalarda önerilene göre ve laboratuvar tipi emdirme makinesi ve kurutucuda gerçekleştirilmiştir. Daha sonra kumaşlar 160 °C'de laboratuvar tipi kurutucuda fikse edilmiştir. Toplamda 33 numune için her test üçer kez tekrarlanarak (3 farklı kumaş x 4 farklı su iticilik maddesi x "0" konsantrasyonu da içeren 2 veya 3 farklı konsantrasyon x 3 tekrar) su iticilik maddelerinin performansı ve etkisi değerlendirilmiştir. ISO4920 su iticilik sprej testi, kumaşların su iticiliklerini

değerlendirmek için kullanılmıştır. Testten önce numuneler 20 ± 2 °C ve 65 ± 2% bağıl nem ortamında 24 saat iklimlendirmeye tabii tutulmuşlardır. İşlem görmüş kumaşlar (18x18 cm), test aparatında 45 ° açıda bulunan bileziğe gergin olarak yerleştirilmiş ve 150 mm yüksekliğindeki sprej başlığından 250 ml su püskürtülmüştür. Islanma deseni foto grafik standartlar kullanılarak değerlendirilmiştir. Hiç ıslanmayan kumaş 100, tam olarak ıslanan kumaş 0 ile değerlendirilmektedir. ISO105X12/DO2 "Crockmetre" metodu kumaş yüzeyindeki su iticilik maddesinin sürtünme özelliklerini değerlendirmek için kullanılmıştır. Sonuçlar 1-5 arası renk haslığı skalasına göre karşılaştırılmıştır. Hidrostatik test, kumaşın basınç altında su nüfuzuna direncinin belirlenmesi için kullanılmıştır. 100 cm<sup>2</sup>'lik alanı olan test bileziğinde kumaş gerdirilmek sureti ile ölçüm gerçekleştirilmiştir. Su basıncı sıkıştırılmış hava ve damıtılmış su ile 0-1500 mm, ±0.1% su sütunu aralığında uygulanmıştır. Nano partiküller JSM 6335F NT SEM (TÜBİTAK MAM)den alınan görüntüler ile yorumlanmıştır.

#### 4.DENEYSEL SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

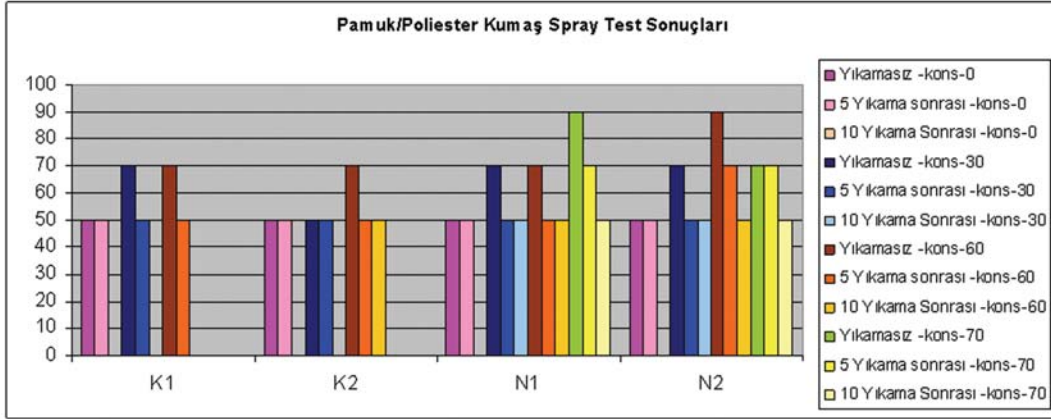
Kumaşların Sprey test sonuçları Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmektedir. Şekil 2'de %100 Pamuklu kumaşlarda yapılan sprej testine göre, en iyi sonucu %30 'luk konsantrasyon ile N2 kodlu su iticilik maddesi 5 yıkama sonunda verirken, en kötü sonucu ise yine 5 yıkama sonunda %60 'lık konsantrasyondaki su iticilik maddeleri göstermektedir



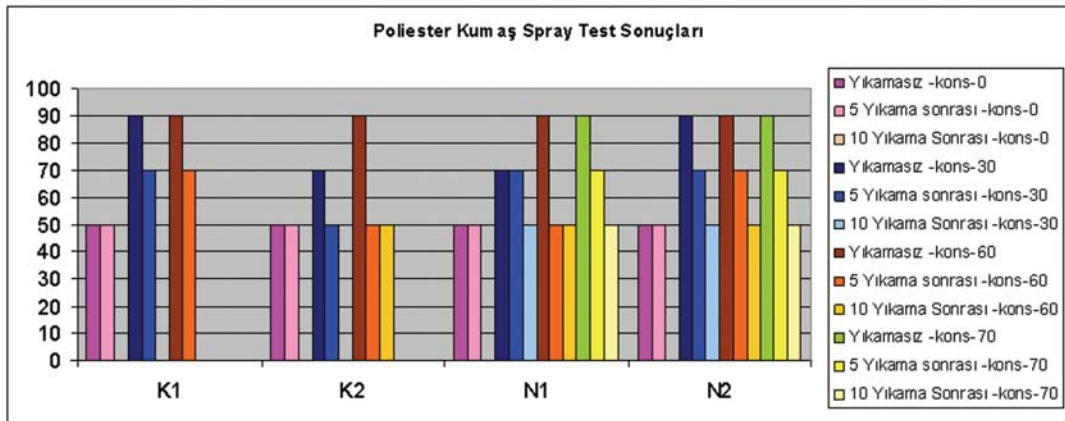
Şekil 2. %100 Pamuklu kumaşların sprej test sonuçları.

%100 Polyester kumaşta ise K1 su iticilik maddesinin %30 -%60'lık, K2 maddesinin %60'lık, N1 maddesinin %60 - %70 lik, N2 'nin ise tüm konsantrasyonlarında test sonuçları en yüksek değerlerde çıkarken 10 yıkama sonunda yapılan testlerde en kötü sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 3). Karışım kumaşta N1 ve N2'nin %60-70 lik konsantrasyonları testte başarılı olurken 5 yıkama sonunda su iticilik performansının düştüğü saptanmıştır.

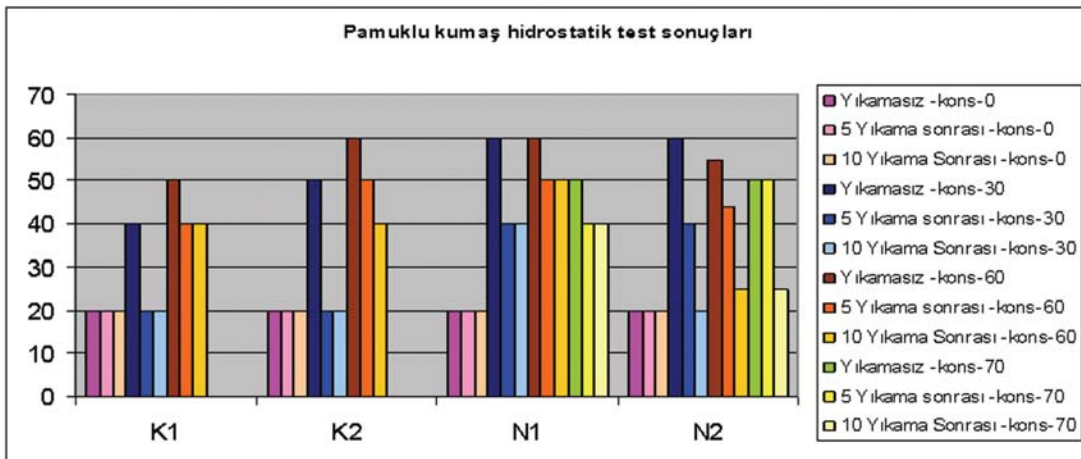
Şekil 5, 6 ve 7'de farklı konsantrasyonda ve farklı su iticilik maddeleri ile işlem görmüş kumaşların hidrostatik test sonuçları gösterilmektedir. Tekstil Kumaşları-Su Geçirmezlik Tayini Hidrostatik Basınç Deneyi sonuçlarına bakıldığında %100 pamuklu kumaşlarda %30 ve %60 lik konsantrasyonlarda en iyi sonuç elde edilmiştir. 5 ve 10 yıkama testi sonunda en iyi değerleri ise N1 ve N2 maddelerinin %70 lik konsantrasyonları sağlamıştır. Elde edilen değerler Şekil 6 da gösterilmiştir.



Şekil 3. % 65 / % 35 Pamuk/Polyester kumaşların spre test sonuçları



Şekil 4. % 100 Polyester kumaşların spre test sonuçları



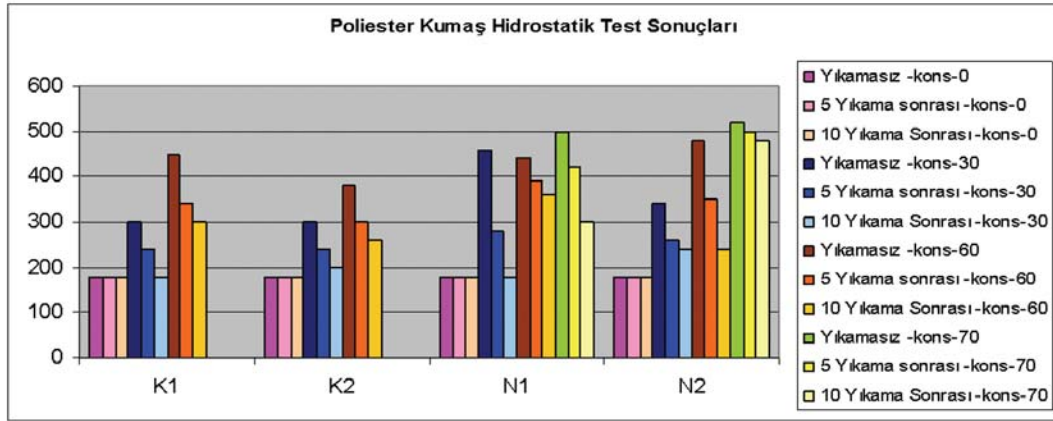
Şekil 5. % 100 Pamuk kumaşların hidrostatik test sonuçları

Polyester kumaşa yapılan hidrostatik basınç testi sonucunda özellikle nano partikül içeren su iticilik maddelerinin yüksek konsantrasyonlarında istenilen sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca bu konsantrasyonlarla işlem görmüş polyester kumaş, 5 ve 10 yıkamalarda diğerlerine göre üstün performans göstermiştir.

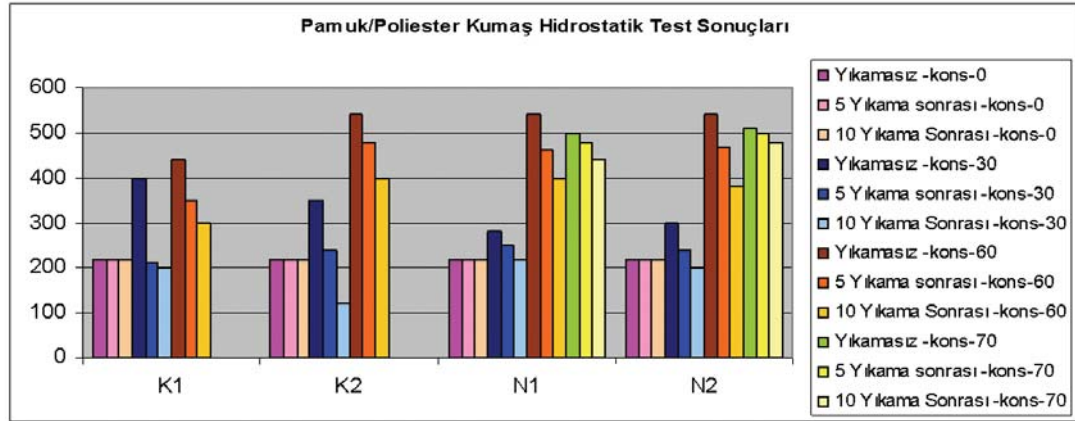
Pamuk / PES karışım kumaşta en iyi sonuç %60 'lık konsantrasyonlarda saptanmış olup, yine %60 ve %70 lik konsantrasyonlarda nano partiküllü su iticilik

maddelerinde etkili yıkama performansları elde edilmiştir.

Aşağıda %100 Polyester elyaftan yapılmış kumaşta N2 maddesinin Florokarbon içeren nano parçacığının, Taramalı elektron mikroskobundaki (SEM) 100X, 5000X ve 10000X teki görüntüsü verilmiştir (Şekil 8). 10000 büyütmedeki resimde okla gösterilen su iticilik maddesindeki nano partiküldür.

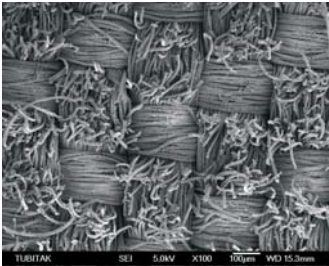


Şekil 6. %100 Polyester kumaşın hidrostatik test sonuçları

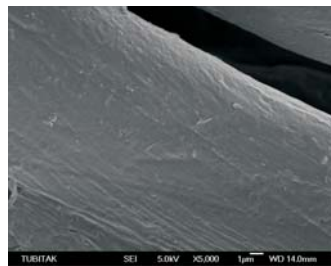


Şekil 7. %65/35 Pamuk/Polyester kumaşların hidrostatik test sonuçları

100X



5000X

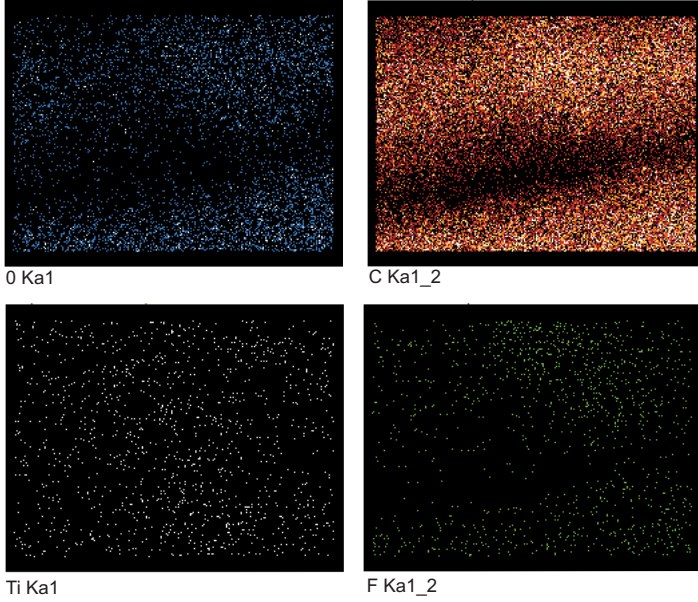


10000X



Şekil 8. Nano partikülün SEM görüntüsü

Ayrıca SEM de sonuçtan emin olmak için görüntünün element analizi de yapılmış olup, aşağıdaki resimlerde madde içindeki Oksijen, Karbon, Titanyum, ve Flor miktarları da gösterilmiştir.



Şekil 9. Element Analizi sonuçları

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada dokuma kumaşların su iticilik özellikleri için, konvansiyonel ve nano su iticilik maddeleri ve konsantrasyonları karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre; genel olarak su iticilik bitim işlemi tüm kumaşların suya karşı direnç özelliklerini geliştirmektedir. Ancak %100 pamuklu kumaşlarda tüm kimyasallar için en kötü performans elde edilmiştir. Bunun nedeni işlem koşulları ve kısmen de kumaşın yapısı olabilir. Bu kumaşın gramajı diğer kumaşlarınkinden daha yüksektir.

%100 polyester ve pamuk/polyester karışımli numunelerin performansları aşağı yukarı benzerdir. Tüm kumaşlar için nano partiküllü su iticilik materyalinin performansı az miktarda daha iyidir. Ancak yıkama sonrası kimyasalın uzaklaşması, konvansiyonel su iticilik materyallerinde daha belirgindir. Su itici madde tipinden bağımsız olarak, konsantrasyon arttıkça kumaşların su iticilik özellikleri artmaktadır.

Numunelerin SEM'de yapılan yüzey denemelerindeki gözlemlere dayanarak, kimyasalların dağılımında neredeyse hiç fark olmadığı yönünde bir izlenim elde edilmiştir. Diğer taraftan, lif yüzeyinde florokarbon moleküllerinden oluşan ince bir film tabakasının görülmesinin de mümkün olmadığı görüşüne varılmıştır.

## 6. KAYNAKLAR

- 1 Sawhney, A.P.S.; Condon, B.; Singh, K.V.; Pang, S.S.; Li, G.; Hui, D., Modern Applications of Nanotechnology in Textiles, Textile Research Journal 2008; 78; 731.
- 2 Rossbach, V.; Patanathabutr, P.; Wichitwechkarn, J., Copying and Manipulating Nature: Innovation for Textile Materials, Fibers and Polymers 2003, Vol.4, No.1, 8-14.
- 3 Wongl Y.W.H.; Yuen, C.W.M.; Leung, M.Y.S.; Ku, S.K.A.; Lam, H.L.I., Selected Applications Of Nanotechnology In Textiles, AUTEX Research Journal, Vol. 6 (1), March 2006.
- 4 Nosonovsky, M.; Bhushan, B., Energy transitions in Super hydrophobicity: low adhesion, easy flow and bouncing, Journal Of Physics: Condensed Matter, Vol: 20 (2008) 395005 (6pp).
- 5 Schrauth, A. J.; Saka, N.; Suh, N.P., Proc. of the Second Int. Symp. on Nano Manf. (Daejeon, Korea), 2004.
- 6 Minghua Y., Guotuan G., Wei-Dong M. and Feng-Ling Q."Superhydrophobic cotton fabric coating based on a complex layer of silica nanoparticles and perfluorooctylated quaternary ammonium silane coupling agent "Applied Surface Science Volume 253, Issue 7, 30 January 2007, Pages 3669-3673
- 7 Gordon B.R., "Durable Non-Fluorine Water-Repellent Fabric Finishing: Surface Treatment Using Silica Nanoparticulates and Mixed Silanes" Msc Thesis, NCSU 2008
- 8 Ramaratnam K., Iyer, K.S., Kinnan M., Chumanov G, Ultrahydrophobic Textiles Using Nanoparticles: Lotus Approach "Journal of Engineered Fibers and Fabrics Volume 3, Issue 4 - 2008
- 9 Ozcan G., "Performance Evaluation of Water Repellent Finishes on Woven Fabric Properties" Textile Research Journal, Vol. 77, No. 4, 265-270 (2007)