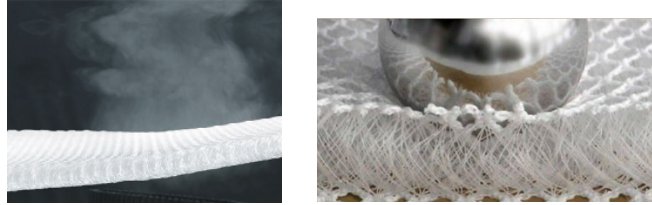


Medikal ürün sektöründe ise, sahip olduğu optimum performans özellikleri, ekonomik ve ekolojik karakteristikleri sayesinde sandviç örme yapılar, konvansiyonel dokuma kumaşlar, dokusuz yüzeyler veya kompozit malzemelere alternatif olarak tercih edilmektedir.

Sandviç tekstiller, iki dış yüzey ve bu iki dış yüzeyi birbirine bağlayan bir bağlantı tabakasından oluşan ve üç boyutlu boşluklu örme kumaş olarak da adlandırılan tekstil yüzeyleridir. Üç boyutlu bu kumaşlar, yüksek hava geçirgenliği, nefes alabilirlik, yüksek nem, ısı geçirgenliği ve absorpsiyonu, yüksek fizyolojik ve ısı konfor, iyi sıkıştırılabilirlik dayanımı, iyi esneme özelliği ve hafiflik gibi spesifik özelliklere sahiptir [3, 4, 8]. Örme sandviç kumaşlar, tek adımda üretilebildiklerinden diğer kumaş yapılarına göre daha ekonomik ve çevre dostu ürünlerdir. Sürdürülebilirlik ve tekstil ürünlerinin çevreye etkilerinin büyük önem kazandığı günümüz koşullarında bu malzemelerin özelliklerini kaybetmeden yıkanabilmesi ve tekrar kullanılabilir olması, hijyen sektöründeki tek kullanımlık ürünlere alternatif olarak bu ürünlerin tercih edilmesinde etken faktörlerdir [3]. Sandviç kumaşların sahip olduğu bu spesifik özellikler; konfor, basınç, bakteri kontrolü ve nem/sıvı yönetimi gibi faktörlerin kritik olduğu tıbbi uygulamaları da içeren pek çok kullanım alanında sandviç tekstillerin kullanımının önemini ortaya koymaktadır [6, 13].



Şekil 1. Üç boyutlu sandviç örme kumaşların hava geçirgenliği ve sıkıştırılabilirlik dayanımı özellikleri [12, 16]

Sandviç tekstiller, kullanım yerlerine ve istenilen özelliklere göre dokusuz yüzey, dokuma, çözgü örme ve atkı örme teknikleri ile üretilebilmektedir. Özellikle çözgü örmeciliği yöntemi, sandviç kumaş üretiminde en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Kumaş üretiminde dış yüzeylerde kullanılan materyaller, ara bağlantı iplik tipi, yerleşimi ve kalınlığı, kumaş kalınlığı ve yüzey yapısı gibi parametrelerin değiştirilmesi ile farklı kullanım alanlarına uygun sandviç yapılar üretilebilmektedir [5].

Sandviç tekstiller, ortopedik amaçlı ve idrar kaçırma ile ilgili olarak kullanılan ürünlerde, cerrahi uygulamalar ve nekahet dönemleri için şilte olarak uygun bir çözümdür [7]. Kronik yara oluşumunun ve plantar ülserlerin önlenmesinde, biyolojik cerrahi ve doku mühendisliği alanlarında da sandviç kumaşların kullanımına rastlanmaktadır [2, 13, 14]. Ayrıca bu yapılar, bandaj ve tedavi edici malzemeler, kompresyon bandajları, yatak yarasını önlemek için hasta yatakları ve tekerlekli sandalye kaplamaları gibi tıbbi uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır [3].

Tekerlekli sandalyelerde kullanılan minderler genel olarak dört katmandan oluşmaktadır: 1) Kaplama (örtü), 2) üst katman, 3) basıncı dağıtan katman ve 4) Destek katmanı. *Kaplama kısmı*, oturulduğunda kırışmayan, kalçanın ve giysinin konturlarına uygun şekilde destek veren, düzgün yüzeyli kumaştan oluşur. Bu kaplama katmanının, iyi yüzey yumuşaklığı, yüksek nem iletim kapasitesi, çıkarılabilir ve yıkanabilir olması, aleve karşı dayanıklılık, üreye karşı dayanıklılık ve aşınmaya karşı dirençli olma gibi özelliklere sahip olması beklenir. Kalçanın ve giysinin konturlarına uygun şekilde destek verme özelliğine sahip *üst katmanın*, nem ve ısı regülasyonunda rolü büyüktür. Bu katmanın gözenekli bir yüzeye ve yük altında da gözenekli yapının devamlılığının sağlanması istenir. Minderin dikey hareketleri, duruş veya sürüş manevralarında meydana gelen değişiklikler nedeniyle gözenekli yüzey yapısı, havanın yüzey içerisine girmesini kolaylaştırır ve yeni havayı emen bir tür pompalama hareketi meydana getirir. Ayrıca bu katmanın çıkarılabilir ve değiştirilebilir olması istenir. *Basıncı dağıtan katman*, destek katmanı ile birlikte genel uyumluluğu ile oturma stabilitesini sağlayan ve şok absorpsiyon kapasitesinde rol oynayan tabakadır. Bu tabakanın yüksek basınç dağıtım özelliğine sahip olabilmesi için deforme olmaması ya da düşük deformasyon göstermesi istenir. Minderin şeklinin

korunmasına destek olan katmandır. Destek katmanı ise tekerlekli sandalyenin ana gövdesine yükün aktarılmasında görevlidir [11].

Tekerlekli sandalye minderlerinde basınç dağılımı aranılan en önemli özelliktir, bunun yanı sıra minderlerin hem konfor özelliğini arttırıcı hem de yatak yarası oluşumunu önleyici bakım, dayanıklılık ve güvenlik gibi bazı özellikleri daha bünyesinde barındırması istenir. Bu özellikler Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Tekerlekli sandalye minderlerinde aranılan özellikler [11].

Oturma özellikleri	Oturuşa dayalı özellikler
– Basınç dağılımı – Yüzey yumuşaklığı – Oturuş stabilitesi – Şok absorpsiyon kapasitesi	– Kuyruk sokumu / kalça / yan bölgelerin girintilerine uyumu – Boyuna ve enine yönde düzgün yüzey özelliği – Minderin şeklinin devamlılığı – Kırışmama
Nem ve ısı özellikleri	Taşıma özellikleri
– Nem regülasyon kapasitesi – Isı regülasyon kapasitesi	– Ağırlık – Taşınabilir olma
Dayanıklılık özellikleri	Güvenilirlik & güvenlik özellikleri
– Kaplamanın dayanıklılığı – Minderin dayanıklılığı	– Konumlandırma hassasiyeti – Aleve karşı dayanıklılık
Bakım özellikleri	
– Kaplama kısmının yıkanabilirliği – Kumaş olmayan kaplamaların silinebilir olması – Koku oluşturmaması – Nem kontrolü sağlayabilmesi – Minder dolgusunun silinebilir olması	

Tekerlekli sandalye minderlerinde kullanılan materyaller Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Tekerlekli sandalye minderlerinde kullanılan materyaller [9,10].

<i>Köpük (Esnek poliüretan)</i>
– Farklı yoğunluk ve sertlikte üretilebilir. – Yüksek yoğunluğa sahip köpükler daha kalın yapıları ile daha iyi ve daha uzun süre destek sağlar. – Oturma yüzeyine yakın kısımlarda konforu sağlamak için yumuşak; minderin şeklini koruması için taban kısımlarında daha sert köpük tercih edilebilir. – Farklı şekillerde ve boyutlarda kesilebilir. – Uzun süre vücut ağırlığı altında yüksek dayanım gösterir.
<i>Lateks kauçuk</i>
– Köpüğe göre şeklini daha iyi korur ve daha dayanıklıdır. – Farklı boyutlarda ve yüksekliklerde kesilebilir.
<i>Akışkan malzemeler</i>
– Yüksek viskoziteye sahip sudan daha hafif malzemelerdir. – Çeşitli bileşenlerle üretilebilir; ancak ağırlık kaldırıldıktan sonra eski şekline geri dönemez. – Vücuda uyum sağlar ve birlikte hareket eder. – Yüksek basınç dağılımı istenen durumlarda o bölgelere daha fazla akışkan malzeme aktarılabilir.
<i>Jel minderler</i>
– Kemik çıkıntılarına uygundur ve vücutla birlikte hareket eder. – Kış aylarında soğuk hisse neden olabilir.

-
- Şekil hafızası daha yavaştır.
-

Havali minderler

- Yüksek düzeyde basınç dağılımı sağlar.
 - Stabil değildir.
 - Kalçada konumlandırma kontrolünde sıkıntı yaratabilir.
 - Optimum hava şişkinliğini sağlamak için düzenli kontrol gerektirir.
-

Su içeren minderler

- Diğer malzemelere göre daha ağırdır.
 - Stabil değildir.
 - Kış aylarında soğuk hisse neden olabilir.
-

Kombinasyonlar

- Daha stabil, dayanıklı ve düzgün basınç dağılımı için yukarıdaki malzemelerin kombinasyonları kullanılabilir. Örneğin köpük/akışkan malzeme, köpük/jel, köpük /hava gibi.
-

Piyasadaki tekerlekli sandalye minderleri incelendiğinde, koltuklarda ve yataklarda olduğu gibi bu yüzeylerde de sıklıkla yüksek sıkıştırılabilirlik özelliğine sahip poliüretan köpük ve neopren gibi malzemelerin kullanıldığı görülmektedir. Poliüretan köpük, yıkama zorluğu, düşük hava geçirgenliği, kolay deformasyon gibi dezavantajları nedeniyle kullanım ve konfor açısından olumsuz özelliklere sahiptir. Ayrıca yanma sırasında çevreye zararlı gazlar açığa çıkarmakta ve yok edilmeden önce diğer maddelerden ayrıştırılması gerekmektedir. Bu da poliüretan köpüğün geri kazanımını karmaşık hale getirmektedir [15]. Yüksek nefes alabilirlik, geri dönüştürülebilir materyallerden üretilmesi ve yüksek termofizyolojik konfor özelliklerine sahip sandviç kumaşların poliüretan köpük ve neopren gibi malzemelere alternatif olarak tekerlekli sandalye minderlerinde kullanımı öne çıkmaktadır [1]. Bu kumaşlar tek başlarına minder olarak kullanılabileceği gibi, sünger yataklar ve çeşitli basınç şilteleri gibi mevcut sistemleri tamamlamak için de kullanılabilir.

Bu çalışmanın amacı, farklı üretim parametreleri kullanılarak elde edilen çözgülü örme sandviç kumaşların tekerlekli sandalye minderleri olarak kullanılabilirliğinin incelenmesidir. Bu amaçla, çözgülü örme sandviç kumaş yapıları üretilirken örme makinesinin iğne rayları arasındaki mesafe (12,5 ve 15 mm) ve kumaşın yüzey yapısı (iki yüzeyi açık, bir yüzeyi açık bir yüzeyi kapalı, iki yüzeyi kapalı kumaş konstrüksiyonları) değiştirilmiştir. Kumaşların gramaj, kalınlık, hava geçirgenliği, sıkıştırılabilirlik dayanımı, kalıcı deformasyon (yaşlandırma), boyutsal değişim ve basınç gibi performans özellikleri test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel açıdan karşılaştırmalı olarak incelenmiş; kullanım ve konfor açısından avantaj sağlayan optimum kumaş parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır.

DENEYSEL KISIM

Çalışmada incelenen sandviç kumaşlar genelde olduğu gibi dış yüzeylerinde multifilament polyester iplikleri (PTY334f72x3 (tekstürize iplik 334dtex, 72 filament ve 3 katlı)), bağlantı ipliği olarak ise monofilament polyester iplikleri (680 dtex) kullanılarak üretilmiştir.

Kumaş üretimi, inceliği 12, genişliği 138” olan Karl Mayer RD 6 model raşel çözgü örme makinesinde gerçekleştirilmiştir. Örme makinesinde, iğne rayları arasında iki farklı mesafe (12,5 ve 15 mm) ve üç farklı yüzey yapısı (iki yüzeyi açık, bir yüzeyi açık bir yüzeyi kapalı, iki yüzeyi kapalı kumaş konstrüksiyonları) kullanılarak altı farklı çözgülü örme sandviç kumaş numunesi üretilmiştir. Üretilen kumaşların özellikleri Tablo 3’de verilmiştir.

Kumaşların,

- gramaj değerleri TS EN 12127 standardına uygun olarak 25x25 cm²’lik numunelerin ağırlıkları hassas terazide ölçülerek belirlenmiştir. Ölçümler her numune için 3 kez tekrarlanmış ve ortalaması alınmıştır.
- kalınlık testi BTS elektronik dijital kumpas ile yapılmıştır.
- hava geçirgenliğinin tespiti TS 391 EN ISO 9237’e göre Textest FX 3300 hava geçirgenliği ölçüm cihazında, 20 cm² ölçüm alanında, 100 Pa basınç farklılığında gerçekleştirilmiştir. Her

kumaştan 10'ar ölçüm yapılmış ve bulunan değerlerin ortalaması alınarak lt/m²s cinsinden kumaşın hava geçirgenliği değeri tespit edilmiştir

– sıkıştırma dayanımı ölçümü ISO 3386 standardına uygun olarak Zwick R10 test cihazında gerçekleştirilmiştir. Her kumaştan 3'er ölçüm yapılmış ve bulunan değerlerin kPa cinsinden ortalaması alınmıştır.

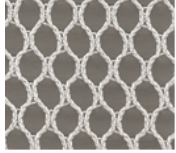
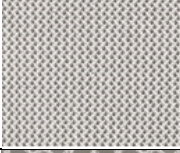
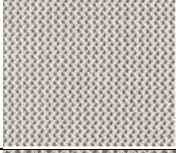
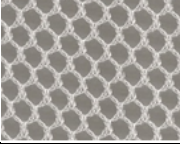
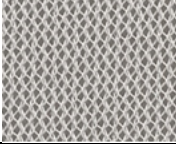
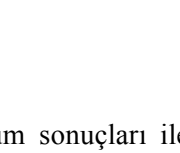
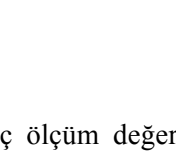
– kalıcı deformasyon tayini TS 2013 EN ISO1856 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. 50mm*50mm*25mm boyutlarında hazırlanan numunelerin orijinal kalınlığı ölçülmüş ve ardından numuneler sürekli olarak %75 sıkıştırma sağlayan bir aparatta sıkıştırılmış ve 70⁰C'a ısıtılmış bir etüvde 22 saat bekletilmiştir. Etüvden ve sıkıştırma aparatından alınan numuneler serbest halde yarım saat bekletilip kalınlıkları tekrar ölçülmüştür. İki ölçüm arasındaki fark, ilk ölçüme oranlanıp % olarak kalıcı deformasyon oranı belirlenmiştir.

– boyutsal değişim özellikleri DIN 53 377 standardına uygun olarak 10x10 cm boyutlarında numune kesilip 90°C sıcaklıkta 1 saat etüvde bekletilerek tespit edilmiştir.

– minder yüzeyi ile kullanıcı arasındaki arayüz basıncını ölçmek için Kikuhime basınç sensörü kullanılmıştır. Kumaşların basınç değerleri, sert (kauçuk köpük) ve yumuşak yüzeyler (sünger) üzerinde farklı ağırlıklar altında (2,5, 5, 7,5 ve 10 kg) 3 tekrarlı olarak mmHg cinsinden tespit edilmiştir. Ölçümler yüzey+sensör+ağırlık ve yüzey+sensör+kumaş+ağırlık şeklinde olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar istatistiksel açıdan karşılaştırmalı olarak incelenmiş; kullanım ve konfor açısından avantaj sağlayan optimum kumaş parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 3. Üretilen sandviç kumaşların özellikleri

Kumaş No.	İğne rayları arasındaki mesafe (mm)	Yüzey yapısı		Kumaş eni (cm)	May sayısı (ilme/cm)
		Ön yüz	Arka yüz		
1	12,5			160	5,25
2	15			160	5,25
3	12,5			130	6,5
4	15			130	6,5
5	12,5			155	7,5
6	15			130	5

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Sandviç kumaşların fiziksel ölçüm sonuçları ile basınç ölçüm değerleri sırasıyla Tablo 4 ve 5'de sunulmuştur.

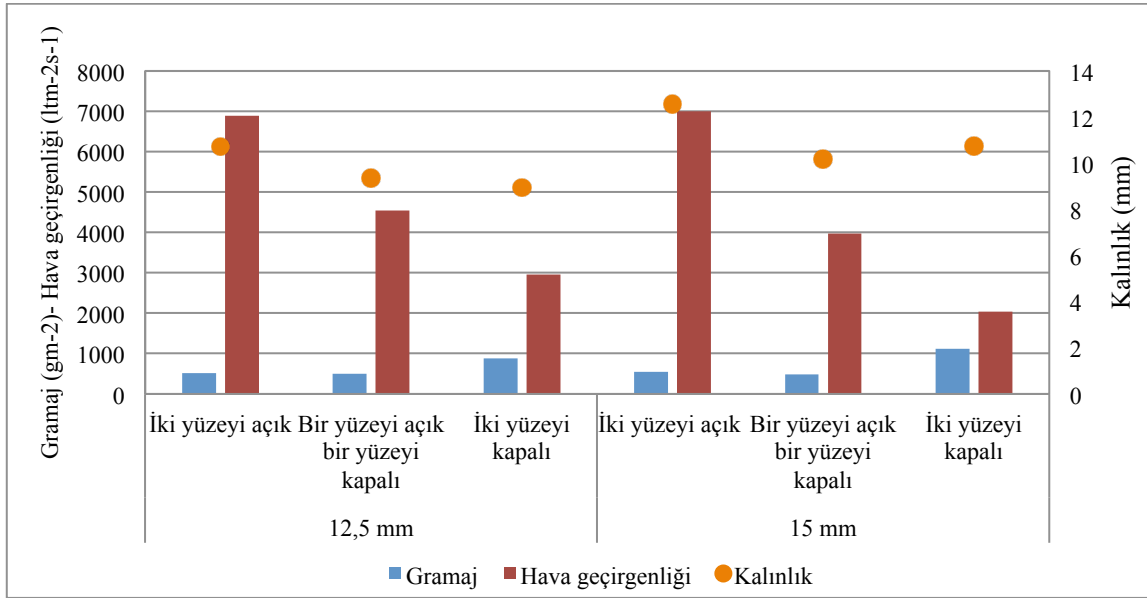
Tablo 4. Sandviç kumaşların fiziksel ölçüm sonuçları

Ölçülen parametre/Kumaş Tipi	İki yüzeyi delikli kumaş		Bir yüzeyi delikli bir yüzeyi kapalı kumaş		İki yüzeyi kapalı kumaş	
	12,5 mm	15 mm	12,5 mm	15 mm	12,5 mm	15 mm
Gramaj (gm^{-2})	521,02	553,28	494,51	491,89	886,08	1120,16
Kalınlık (mm)	10,74	12,56	9,38	10,17	8,96	10,76
Hava geçirgenliği ($\text{ltm}^{-2}\text{sn}^{-1}$)	6884	7009	4543	3966	2961	2039
Sıkıştırma dayanımı (kPa)	12,57	8,69	16,98	11,53	34,31	19,17
Ezilme oranı (%)	29,21	34,18	24,77	33,8	34,47	36,25
Boyutsal değişim (%)	3	3	3	3	1	2

Tablo 5. Sandviç kumaşların basınç (mmHg) ölçüm sonuçları

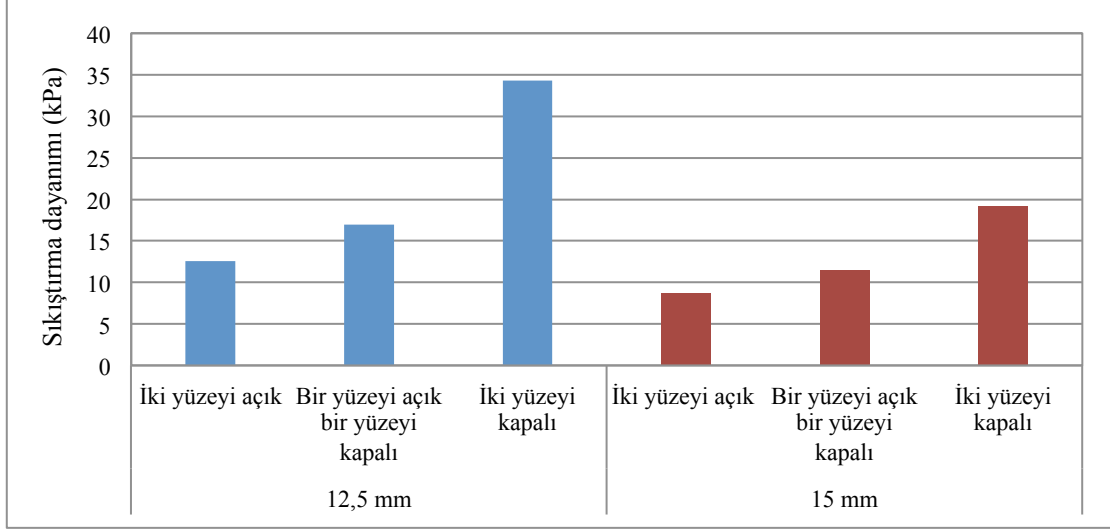
Kumaş tipi/Ağırlık (kg)	Sert yüzey				Yumuşak yüzey			
	2,5	5	7,5	10	2,5	5	7,5	10
Kumaşsız ölçüm	20	39	50	70	17	35	45	61
12,5 mm iki yüzeyi açık	17	36	44	66	16	32	41	53
12,5 mm bir yüzeyi açık bir yüzeyi kapalı	16	34	42	62	15	30	40	51
12,5 mm iki yüzeyi kapalı	19	38	47	67	16	33	44	58
15 mm iki yüzeyi açık	15	34	48	65	16	31	40	52
15 mm bir yüzeyi açık bir yüzeyi kapalı	14	32	48	61	16	28	38	50
15 mm iki yüzeyi kapalı	17	37	40	67	16	32	44	56

Kumaşların hava geçirgenlik değerine yüzey yapısı ve kalınlığın etkisi incelendiğinde, kalınlık arttıkça kumaşların hava geçirgenliği değerinin azaldığı; hava geçirgenliğine yüzey yapısının etkisinin daha fazla olduğu ve her iki yüzeyi delikli kumaşların en yüksek, iki yüzeyi kapalı kumaşların ise en düşük hava geçirgenliği değerlerine sahip olduğu saptanmıştır (Şekil 2). Gramajı yüksek, kalınlığı düşük olan iki yüzeyi kapalı kumaşların daha kompakt yapıya sahip olduğu için hava geçirgenliği değerleri daha düşük olarak gözlenmiştir.

**Şekil 2.** Kumaşların gramaj, kalınlık ve hava geçirgenliği sonuçları

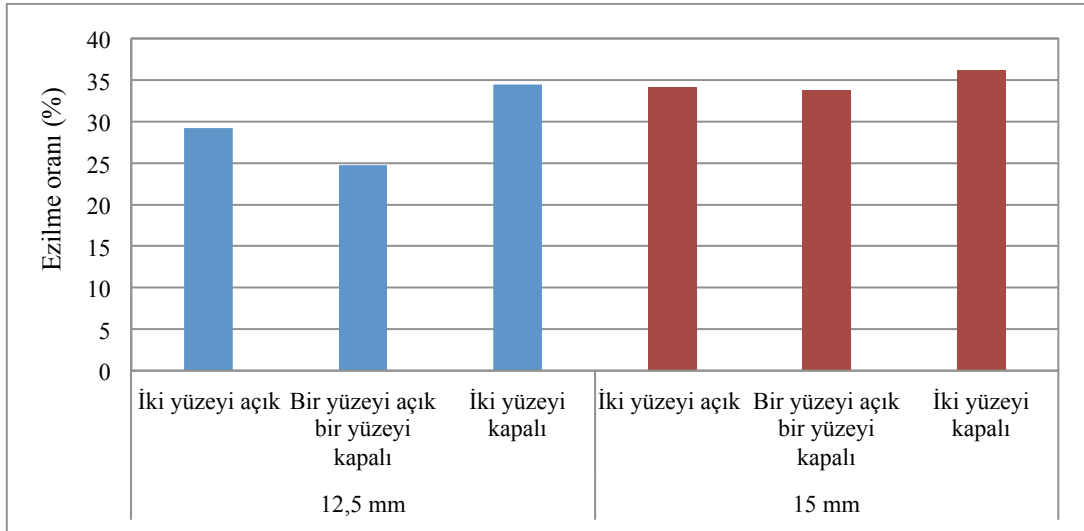
Kumaşların sıkıştırılabilirliğine kalınlığın etkisi incelendiğinde, kalınlık artışının kumaşların sıkıştırma dayanımı değerlerinde düşüşe neden olduğu ve kalın sandviç kumaşların bağlantı ipliği uzaması sonucunda daha kolay deforme olduğu tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük sıkıştırma dayanımı değerleri sırasıyla iki yüzeyi kapalı kumaşlar ile iki yüzeyi açık kumaşlara aittir (Şekil 3). İki yüzeyi

kapalı kumaşlar daha stabil ve sert yapıda olduklarından sıkıştırma dayanımları daha yüksektir. Bağlantı ipliği yerleşim açısı azaldıkça, bağlantı iplikleri sıkıştırma yönüne göre daha yüksek dayanım sağlamaktadır. İki yüzeyi delikli kumaşlarda monofilament ipliklerin daha dik açı ile yerleştirildiği ve burulmaya daha kolay maruz kaldığı ve bunun da sıkıştırma dayanımını azalttığı düşünülmektedir.



Şekil 3. Kumaşların sıkıştırılabilirlik test sonuçları

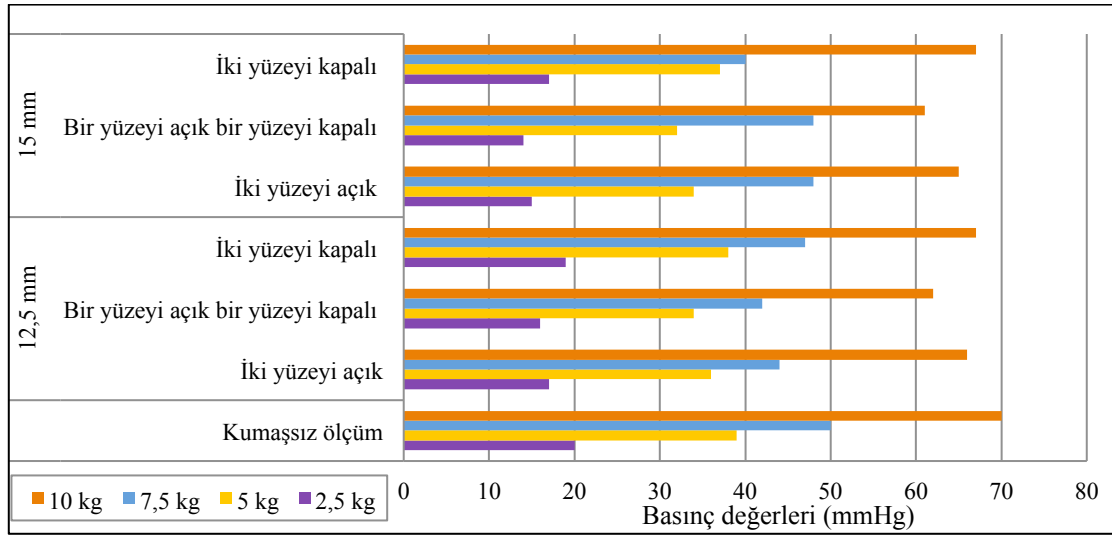
Yaşlandırma testi olarak da bilinen kalıcı deformasyon değeri, kumaşların dayanıklılığını ve kullanım ömrünü belirleyen bir faktördür. Kumaşlarda ezilme oranı arttıkça dayanıklılık ve kullanım ömrü azalmaktadır. Kalıcı deformasyon sonuçları incelendiğinde, kalınlık arttıkça kumaşların ezilme oranının arttığı ve kullanım ömrünün kısaldığı görülmüştür. En düşük ezilme oranına sahip bir yüzeyi açık bir yüzeyi kapalı kumaşların kullanım ömrünün daha fazla olduğu saptanmıştır (Şekil 4).



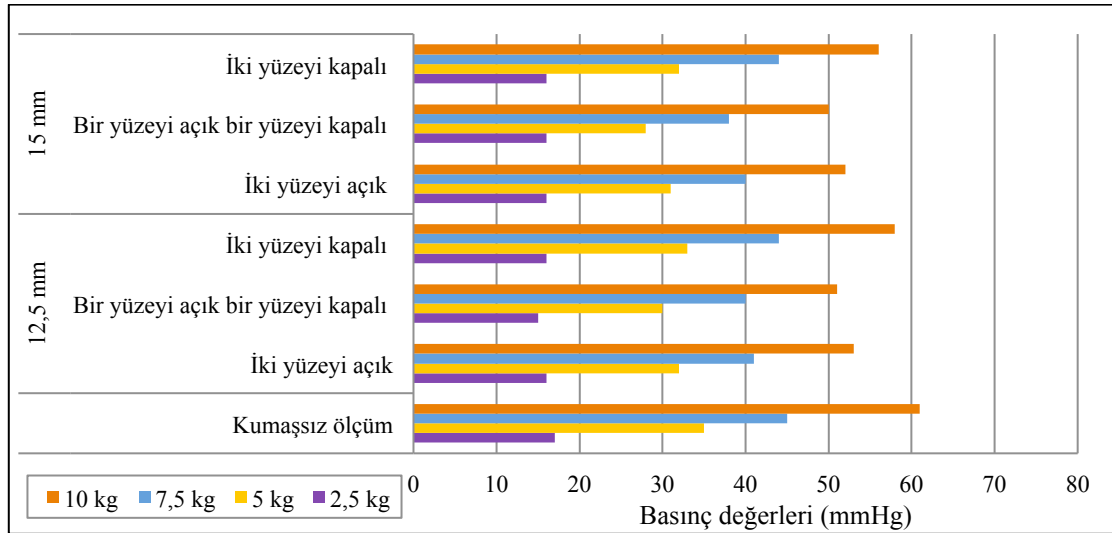
Şekil 4. Kumaşların ezilme oranı test sonuçları

Tüm kumaş numuneleri için boyuna yönde boyutsal değişim olmazken, enine yönde en fazla %3 çekme olduğu tespit edilmiştir. İki yüzeyi kapalı kumaşlarda çekme değeri daha düşüktür. Bu tip kumaşların çekme değeri için piyasadaki mevcut kabul sınırı %3'tür.

Minder kaplaması olarak kullanılması planlanan sandviç kumaşların basınç özelliklerinin iki farklı sertlikteki (sert ve yumuşak) yüzey üzerinde ve 4 farklı ağırlık (2,5, 5, 7,5 ve 10 kg) altında gerçekleştirilen ölçümleri sonucunda ölçüm yüzey sertliğinin, kumaş kalınlığının ve yüzey yapısının basınç değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu saptanmıştır. Tablo 5’de sert yüzey üzerinde ölçülen basınç değerlerinin yumuşak yüzeydeki değerlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumu, sertlik artışı ile birlikte stabil yapının artması ve dolayısıyla kumaş üzerinde basınç dağılımının azalmasıyla açıklamak mümkündür. Kumaşlar üzerine uygulanan ağırlık artışının basınç değerlerindeki azalmaya etkisi farklıdır. 2,5 kg ağırlık altında gerçekleştirilen ölçümlerde kumaşların basınç azaltma etkisi net bir şekilde gözlenmezken; ağırlık arttıkça, kumaşların basınç azaltma etkisi daha net gözlenmiştir. Her iki kumaş yüzeyi için, kumaş kalınlığı arttıkça basınç değerleri azalmaktadır. Kumaşın yüzey yapısının etkisi incelendiğinde, bir yüzeyi açık bir yüzeyi kapalı kumaşların tüm ağırlıklar için en düşük basınç değerini sağladığı ve bunu sırasıyla iki yüzeyi açık ve iki yüzeyi kapalı kumaşların izlediği (Şekil 5 ve 6) tespit edilmiştir.



Şekil 5. Kumaşların basınç ölçüm sonuçları (Sert Yüzey)



Şekil 6. Kumaşların basınç ölçüm sonuçları (Yumuşak Yüzey)

SONUÇLAR

Çalışmanın sonucunda, incelenen çözgümlü örme sandviç kumaşlarda yüzey yapısının ve örme makinesinin iğne rayları arasındaki mesafenin değiştirilmesinin kumaşların performans özelliklerine istatistiksel açıdan önemli düzeyde etki ettiği belirlenmiştir.

- Yüzey yapısının etkisi değerlendirildiğinde;
 - Bir yüzeyi açık, bir yüzeyi kapalı yapıya sahip kumaşların en hafif, en düşük basınç değerleri, orta düzeyde kalınlık, hava geçirgenliği ve sıkıştırılabilirlik dayanımı özelliklerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu kumaş ayrıca, en düşük ezilme oranı ile incelenen kumaşlar içerisinde en uzun kullanım ömrüne ve dayanıklılığa sahip olan kumaş tipidir.
 - En yüksek hava geçirgenliği her iki yüzeyi açık konstrüksiyona sahip kumaşlara aittir; ancak en düşük sıkıştırma dayanımı değerleri ile bu kumaşların daha kolay deforme olabildiği gözlenmiştir.
 - Her iki yüzeyi kapalı konstrüksiyonda üretilmiş kumaşların ise yüksek gramaj, düşük hava geçirgenliği, yüksek basınç değerleri ve yüksek ezilme oranı ile kullanım ömrü oldukça düşüktür. Ayrıca en yüksek sıkıştırma dayanımı değerleri ile kolay deforme olmayan bir kumaş tipi olduğu belirlenmiştir.
-
- İki iğne rayı arasındaki mesafe arttırıldığında;
 - kumaşların gramaj ve kalınlık değerleri artarken ve hava geçirgenliği değerinin azaldığı,
 - kumaşların basınç değerlerinde azalma olduğu,
 - kumaşların sıkıştırılabilirlik dayanımı azaldığından daha kolay deforme olduğu,
 - yüksek ezilme oranı değerleri ile kumaş dayanıklılığının ve kullanım ömrünün azalmasına neden olduğu saptanmıştır.

KATKILAR-TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (Proje No: 12-MÜH-050) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Bartels, V T, Warp-Knitted Spacer Fabrics Versus Neoprene, *Kettenwirk-Praxis* 2002, **35(1)**, 20–22.
- [2] Davies, A M, Williams, J T, Part 4: Bandaging and Pressure Garments: Assessment of Fabrics Worn on the Upper Limbs. In: Anand, S., Mirafat, M. and Rajendran, S. (eds), *Medical Textiles and Biomaterials for Healthcare* 2005, Woodhead Publishing, Cambridge, UK.
- [3] Davies, A M, Part 3 Use of Knitted Spacer Fabrics for Hygiene Applications. In: McCarthy, B J (Ed.), *Textiles for Hygiene and Infection Control* 2011, Woodhead Publishing, Cambridge, UK.
- [4] Ertekin, G, Marmaralı, A, Sandviç Kumaşlar, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2010, **4(1)**, 84-98.
- [5] Ertekin, G, 2014, Mekanik Darbeye Dayanıklı Tekstil Ürünlerinin Performans ve Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [6] Heide, M, Spacer Fabrics for Medical Applications, *Kettenwirk Praxis* 1998, **32(4)**, E15–E19.
- [7] Kunde, K., Spacer Fabrics- Their Application and Future Opportunities, *Melliand International* 2005, E 134.
- [8] Mecit, D, Roye, A, Investigation of a Testing Method for Compression Behavior of Spacer Fabrics Designed for Concrete Applications, *Textile Research Journal* 2009, **79(10)**, 867-875.

[9] Spinal Outreach Team, Seating Systems For People With Spinal Cord Injury: Assessment, Prescription and Other Considerations, Buranda, www.health.qld.gov.au/qscis/spot.asp (Eriřim tarihi: 28.03.2017).

[10] Sprigle, S, Press, L, Davis, K, Development of uniform terminology and procedures to describe wheelchair cushion characteristics, *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 2001, **38(4)**, 449.

[11] Staarink, H A M, Sitting Posture, Comfort and Pressure: Assessing the Quality of Wheelchair Cushions 1995, Delft University Press, Delft, The Netherlands,

[12] Wellcool, 2017, <http://www.wellcool3d.com/3dspacermeshfabric/> (Eriřim tarihi: 24.03.2017).

[13] Wollina, U, Heide, M, Swerev, M, Spacer Fabrics – A Potential Tool in Theprevention of Chronic Wounds, *Exogenous Dermatology* 2002, **1**, 276–278.

[14] Wollina, U, Functional Textiles in Prevention of Chronic Wounds, Wound Healing and Tissue Engineering, *Textiles and the Skin* 2003, Karger Publishers, Basel, **31**, 82–97.

[15] Ye, X, Hu, H, Feng, X, Development of the Warp Knitted Spacer Fabrics for Cushion Applications. *Journal of Industrial Textiles* 2008, **37(3)**, 213-223.

[16] 3d Mesh Spacer Fabrics, 2017, <https://indonesian.alibaba.com/p-detail/3d-mesh-in-knitted-fabric-for-mattress-60512715238.html> (Eriřim tarihi: 24.03.2017)

Sorumlu yazar:

Gözde ERTEKİN

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

E-mail: gozde.damci@ege.edu.tr

Sunumla ilgili belirtilmesi gerekenler

1. Sözlü sunum

2. Teknik tekstiller

Ultrasonik Yıkamanın Örmek Kumaş Nem İletim Özelliklerine Etkisi

Yasemin KAVUŞTURAN¹, Mehmet TİRİTOĞLU²

¹Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

²Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı
(kyasemin@uludag.edu.tr)

ABSTRACT

Moisture transmission through textiles has a great influence on the thermophysiological comfort of the human body. There are many studies in the literature about the effects of material, structure, yarn count, course per cm on moisture transmission. In this study, it is aimed to investigate the effect of ultrasonic washing on moisture management properties of the samples. The moisture management properties of the samples are measured according to AATCC 195 with MMT tester. The SPSS 13.0 statistical package was used for all statistical procedures. From the analyses of variance, it is seen that the effects of washing type and wash cycle on moisture management properties of the fabrics are significant.

ÖZET

Kumaşlardan nem iletimi insan vücudunun termofizyolojik konforu üzerinde büyük etkiye sahiptir. Literatürde hammadde, örgü yapısı, iplik numarası, sıklık vb. yapısal değişikliklerin kumaşların nem iletimine etkisini inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada örmek kumaşların ultrasonik yıkama işlemleri sonrasında nem iletim özelliklerindeki değişimin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kumaşlar ultrasonik ve wascator olmak üzere iki farklı yıkama makinesinde yıkanmıştır. Günlük kullanımda giysilerin tekrarlı yıkama sonrası performansını da görebilmek için kumaşların nem iletimi bir, beş ve on ardışık yıkama işlemi sonrasında ölçülmüştür. Kumaşların nem iletim özellikleri MMT cihazı ile AATCC 195 standardına göre ölçülmüştür. Test sonuçları SPSS istatistik programı ile değerlendirilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre yıkama koşullarının kumaşların nem iletim özelliklerine etkisi istatistiksel olarak önemlidir.

GİRİŞ

Tüketici ihtiyaçlarını ve ürünlere yönelik beklentileri anlamak rekabetçi tekstil ve konfeksiyon işletmeleri için hayati öneme sahiptir. Günümüzde tüketiciler sadece iyi görünmekle kalmayıp aynı zamanda rahat hissettiren giyim talep etmektedir[1]. Kumaşlardan nem iletimi insan vücudunun termofizyolojik konforu üzerinde büyük etkiye sahiptir. Terleme hem buhar hem de sıvı formunda olabilmektedir. Giysilerin nem hissi, kullanıcıların giysi konfor özelliklerinden memnuniyetsizliklerini etkileyen temel nedenlerdendir[2]. Nem yönetimi vücuttan kumaş dış yüzeyine kumaşın nem iletim yeteneği olarak tanımlanabilir [3]. Çok yönlü nem iletim yeteneği, kişilerin nemi algılanmasında çok önemli bir etkiye sahip olduğu için günümüz hazır giyim endüstrisinde giysi performansını belirleyen anahtar bir özelliktir [4].

Literatürde kumaşların nem iletimi ve konfor ölçümü üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. Fakat bu çalışmalar, kumaşlarda hammadde, doku, sıklık, iplik numarası vb. yapısal değişikliklerinin nem iletimine etkisi üzerinde yoğunlaşmaktadır [4-16]. Aamir ve arkadaşları dijital baskılı kumaşlara uygulanan koku bitim işleminin nem iletim özelliklerine etkilerini incelemiştir[17]. Giysilerin nem transfer oranını etkileyen faktörlerden bazıları porozite, giysi kalınlığı, gözenek yapısı, lif çapı, lif şekli ve tipi, gözenek boyut ve dağılımıdır. Günlük hayatta giysilere uygulanan yıkama işlemlerinin örmek kumaşların boyutsal özelliklerine etkileri olduğu bilinmektedir.

Üretim esnasında kumaş üzerinde; kimyasal, boyarmadde, toz, uçuntu vb. gibi kalıntılar oluşabilmektedir. MMT Nem yönetimi test cihazı ile ölçüm yapılmadan önce numune üzerindeki olası kalıntıların giderilmesi amacıyla, deney yapılacak kumaşların ultrasonik temizleyici kullanılarak 5 dakika kadar distile suda yıkanması önerilmektedir [18]. AATCC 195-2011 tekstil kumaşlarının sıvı nem yönetim özellikleri standardında ise, ölçüm yapılacak kumaş numunelerinin ev tipi yıkama

standardı yada taraflar arasında anlaşılacak bir yıkama standardına göre yıkanması önerilmektedir [19]. Literatürde çeşitli üretim parametrelerinin kumaşların nem iletim özelliklerine etkilerini inceleyen pek çok çalışma bulunsu da farklı yıkama şartlarının kumaşların nem iletim özelliklerine etkisi yeterince incelenmemiştir. Midha ve arkadaşları farklı denim kumaşların tekrarlı yıkama ve enzim yıkamalar sonrası nem yönetim özelliklerindeki değişimi incelemiştir [20].

Bu çalışmada giysilik örme kumaşların tekrarlı ultrasonik yıkama işlemleri sonrasında nem iletim özelliklerindeki değişimin incelenmesi, elde edilen bulgular ışığında kumaşların nem iletim davranışlarının daha doğru değerlendirilmesi, böylece daha konforlu giysilerin üretimine olanak sağlanması amaçlanmıştır.

DENEYSEL KISIM

Çalışma kapsamında 7 farklı tipte giysilik örme kumaş numune olarak seçilmiştir. Kumaşların yaygın kullanılan örme kumaş tiplerinden olmasına dikkat edilmiştir. Deneylerde kullanılan kumaşların özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Deneylerde kullanılan kumaşların özellikleri

Kumaş Kodu	Hammadde/Harman Oranı	Örgü Yapısı	Gramaj (g/m ²)	Kalınlık (mm)
1	%58 Pamuk, %40 Polyester, %2 Elastan	Jakarlı Ottoman İnterlok	285,8±2,65	1,67±0,04
2	%100 Pamuk	Pike örgü (Lakost)	210,9±1,21	0,92±0,02
3	Ne 30/1 Viskon + 70/30 PA	İnterlok	317,33±0,58	0,93±0,01
4	%100 Pamuk	Üç İplik (Arka Yüzey Şardonlu)	279,17±2,02	2,32±0,09
5	Pamuk+Pes+Viskon	Süprem (Düz Örgü)	149,7±0,36	0,59±0,02
6	%100 Pamuk	Üç İplik	267,3±0,87	1,31±0,02
7	75/72*2 Pes	Selanik (Arka Yüzey Şardonlu)	235,6±0,7	1,42±0,03

Kumaş numuneleri iki gruba ayrılarak bir grubuna klasik yıkama uygulanırken diğer gruba ultrasonik yıkama yapılmıştır. Klasik yıkama işlemleri TS EN ISO 6330 deney standardına göre SDL ATLAS FOM 71 CLS Wascator laboratuvar tipi çamaşır makinesinde gerçekleştirilmiştir. Numunelere 1,5,10 yıkama yapılmıştır. Tekrarlı yıkamalarda ard arda yıkama işlemi gerçekleştirilmiş ve kurutma aşamasına geçilmiştir. Yıkama programı Tablo B1 de yer alan 4N programına göre 40 °C’de gerçekleştirilmiştir. Kurutma işlemleri; düz zeminde bekletilerek gerçekleştirilmiştir. Ultrasonik yıkama işlemleri Leo-50 Mini Ultrasonik Temizleyici (50 W, 46 kHz) ile 5 dakika kadar distile suda yıkanarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Ultrasonik yıkama işlemlerinde saf su kullanılmıştır. 5 dakikalık yıkama 1 çevrim kabul edilmiş ve her yıkama sonunda su değiştirilmiştir. Kurutma işlemi yine düz zemine serilerek gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Ultrasonik yıkama cihazı ve MMT nem iletim ölçüm cihazı

Kumaşların mamul durumları yanında her yıkama tipi için 1 yıkama sonrası, 5 yıkama sonrası ve 10 yıkama sonrası olmak üzere 4 farklı aşamada nem iletimi özellikleri ölçülmüştür. Kumaşların nem

iletimi ölçümleri SDL ATLAS M290 MMT Nem kontrol test cihazında yapılmıştır (Şekil 1). Ölçüm sırasında numuneler, kumaş arka yüzü yukarıda olacak şekilde sensörlerin arasına yerleştirilmektedir. $16 \pm 0,2$ mS geçirgenliğe sahip tuzlu su çözeltisi kumaşın arka yüzeyinden (deney sonuçlarında üst yüzey olarak tanımlanmıştır) 20 saniye boyunca damlatılmıştır. 120 saniye süresince yapılan ölçümler neticesinde; kumaşın ıslanma süreleri, emilim oranları, ıslanma yarıçapları, ıslanma hızları, kümülatif tek yönlü taşınma indeksi (AOTI) ve genel nem tayin kapasitesi (OMMC) değerleri ölçülmüştür.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Kumaş tipi ve yıkama koşullarının kumaşların nem iletim özelliklerine etkilerini görebilmek için iki faktörlü sınırlamasız varyans analizleri yapılmıştır. Varyans analizleri sonucunda kumaş tipi ve yıkama koşullarının kumaşların nem iletim özelliklerine istatistiksel olarak önemli etki yaptığı görülmüştür. Varyans analizi sonuçları Tablo 2’de, SNK test sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 2. Varyans analizi sonuçları (Anlamlılık Değerleri)

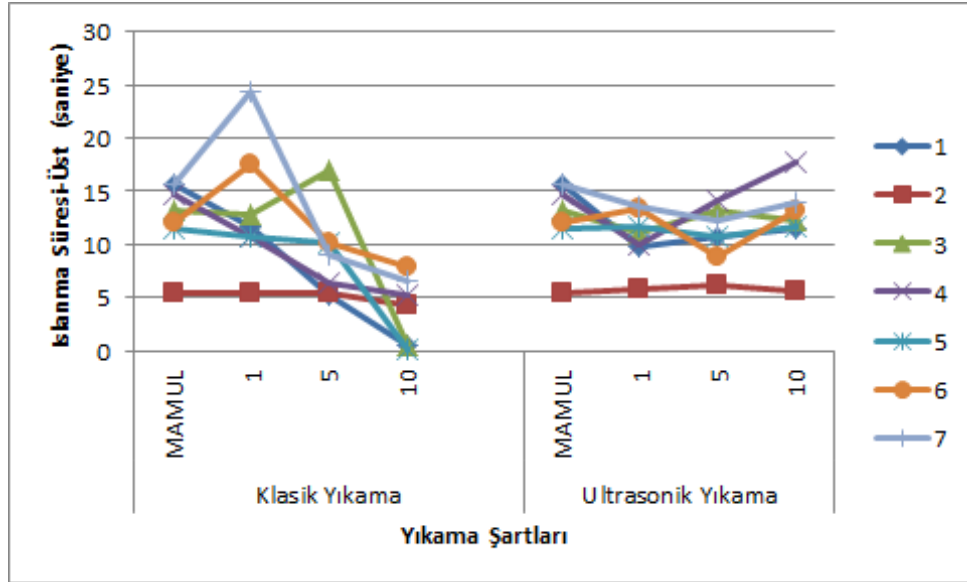
	Islanma Süresi (Saniye)		Emilim Oranı (%/Saniye)		Maksimum Yarıçap (mm)		Yayılm Hızı (mm/Saniye)		AOTI	OMMC
	(Üst)	(Alt)	(Üst)	(Alt)	(Üst)	(Alt)	(Üst)	(Alt)		
Yıkama	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kumaş Tipi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Yıkama x Kumaş Tipi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tablo 3. SNK test sonuçları

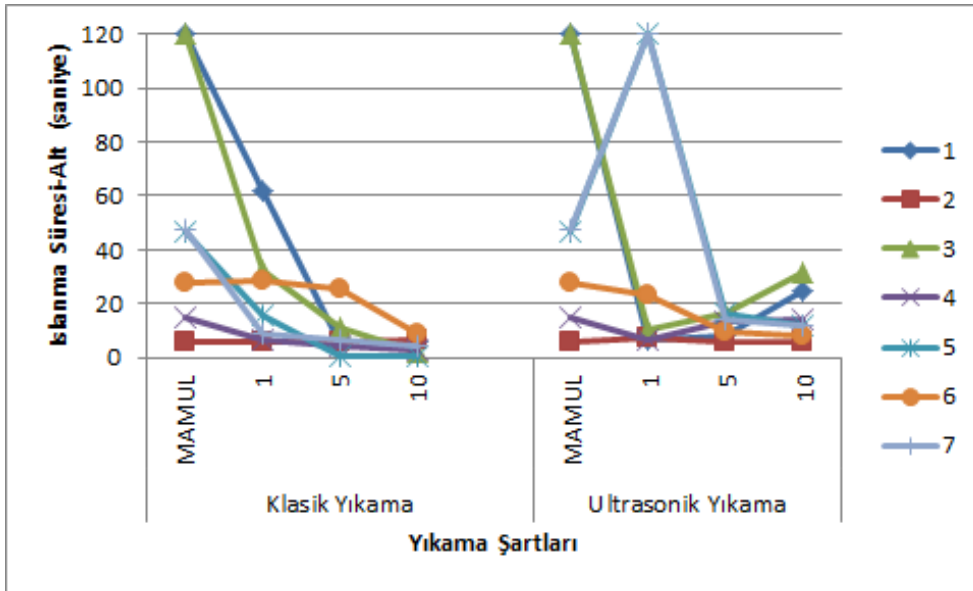
	IslanmaSüresi (Saniye)		Emilim Oranı (%/Saniye)		Maksimum Yarıçap (mm)		Yayılm Hızı (mm/Saniye)		AOTI	OMMC
	(Üst)	(Alt)	(Üst)	(Alt)	(Üst)	(Alt)	(Üst)	(Alt)		
Kumaşın Yıkama Koşulları										
Mamul	12,61cd	54,57f	23,83ab	8,64b	6,67a	7,38a	0,73a	0,77a	1286,75a	0,54a
1 Yıkama	13,35d	22,95d	29,53ab	5,14ab	7,38ab	10,00bc	0,75a	1,60a	2163,39d	0,58b
5 Yıkama	9,03b	8,30ab	31,75b	17,21c	12,86c	10,00bc	1,51a	4,63b	1989,92c	0,66c
10 Yıkama	3,58a	4,43a	25,29ab	14,89c	15,48d	10,24c	7,47b	4,62b	2139,28d	0,66c
Ultrasonik 1 Yıkama	10,73c	41,99e	21,77a	9,00b	8,09b	7,62a	0,89a	1,39a	1654,66b	0,52a
Ultrasonik 5 Yıkama	10,87c	12,07bc	31,12b	4,42a	6,67a	8,81b	0,77a	0,86a	2403,92e	0,53a
Ultrasonik 10 Yıkama	12,23cd	15,42c	22,46a	5,3ab	6,43a	10,00bc	0,72a	1,23a	2144,09d	0,53a
Kumaş Tipi										
1	9,29b	33,17c	26,00a	5,93a	8,57c	8,33ab	2,59bc	1,49ab	1914,27c	0,56b
2	5,42a	6,16a	36,84b	22,46c	16,67e	12,62d	3,04c	2,67b	1646,02a	0,64d
3	11,44c	31,98c	22,61a	5,51a	6,90ab	7,38a	1,69ab	1,45ab	2030,56d	0,55b
4	11,27c	8,96a	25,48a	6,04a	6,43a	10,00c	0,67a	2,36b	2204,72e	0,59c
5	9,45b	30,13c	23,90a	11,30b	9,76d	9,05b	3,49c	5,08c	1770,01b	0,59c
6	11,89c	18,81b	22,98a	5,71a	7,86bc	8,81b	0,66a	0,83a	2060,53d	0,52a
7	13,64d	30,53c	27,93a	7,64a	7,38ab	7,86ab	0,72a	1,22ab	2155,89de	0,56b

Islanma Süresi:

Kumaşın alt ve üst yüzeylerinin test başladıktan sonra ıslanmaya başlama süreleridir ve saniye (s) cinsinden tanımlanmaktadır. MMT test cihazı kataloğunda 120 s ölçüm süresi içerisinde hiç ıslanmayan numunelerin ıslanmadığı kabul edilmektedir. Bu çalışmada incelenen mamul kumaşların üst yüzey ıslanma süresi ortalaması 12,61 s ile orta seviyede iken, 10 kez normal yıkama yapıldıktan sonra bu değer 3,58 s ile hızlı ıslanan seviyesine ulaşmaktadır. Ultrasonik yıkamanın üst yüzey ıslanma süresine etkisi ise daha düşüktür.



Şekil 3. Yıkama şartlarının üst yüzey ıslanma süresine etkisi



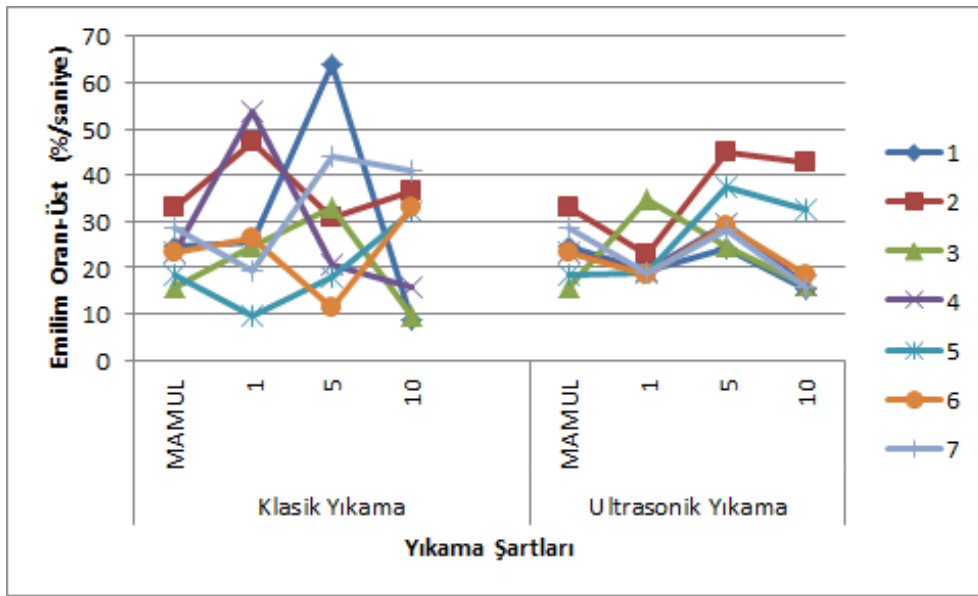
Şekil 4. Yıkama şartlarının alt yüzey ıslanma süresine etkisi

Bu çalışmada incelenen mamul kumaşların alt yüzey ıslanma süresi ortalaması 54,57 s ile yavaş seviyede iken, 10 kez normal yıkama yapıldıktan sonra bu değer 4,43 s ile hızlı ıslanan seviyesine ulaşmaktadır.

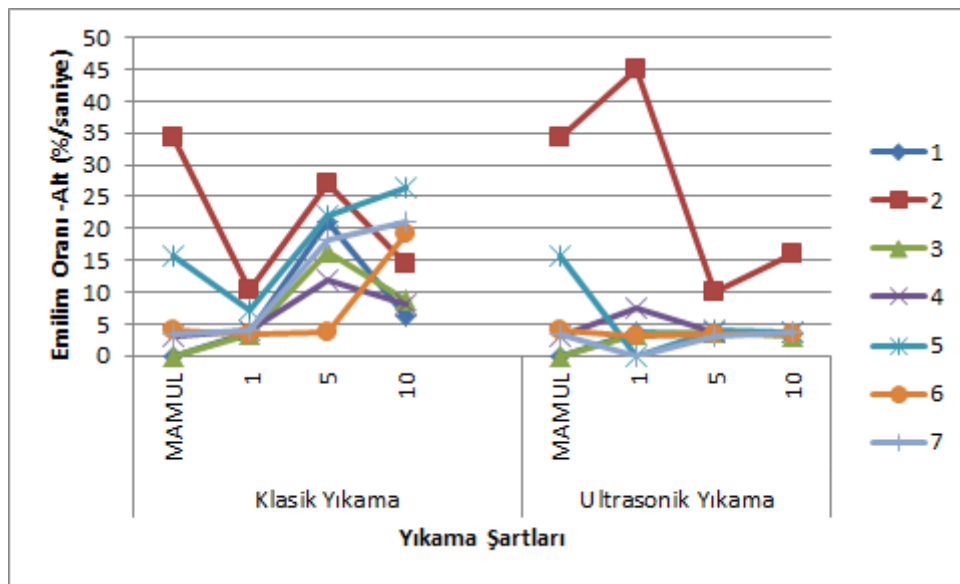
Farklı kumaş tiplerinin yıkama sonrası ıslanma süresi değerleri de farklıdır (Şekil 3-4). Orjinal halde alt yüzeyleri hiç ıslanmayan 1 ve 3 numaralı numunelerin tekrarlı normal yıkama neticesinde ıslanma süreleri büyük miktarlarda azalmış ve 1 numaralı kumaş “hızlı”, 3 numaralı kumaş “çok hızlı” ıslanır hale gelmiştir. Bu kumaşların ultrasonik yıkamalar neticesinde ıslanma durumları ise “yavaş ıslanır” hale gelmiştir.

Emilim oranı:

Kumaşın üst ve alt yüzeylerinin sıvının pompalanma süresi içinde % olarak ortalama emilim kabiliyetidir. Bu çalışmada incelenen mamul kumaşların üst yüzey emilim oranları ortalaması %23,83 ile yavaş seviyesindedir. Alt yüzey emilim oranları ortalaması ise %8,64 ile çok yavaş seviyesindedir. Yıkama işlemleri neticesinde genel olarak emilim oranlarında artış görülmüştür (Şekil 5-6). Fakat bu artış değerleri belirli bir yıkama sayısından sonra azalmıştır. Bu durumun, kumaş yapısında yıkama sonrası meydana gelen çekme miktarındaki artış nedeniyle yapının kompaktlaşmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



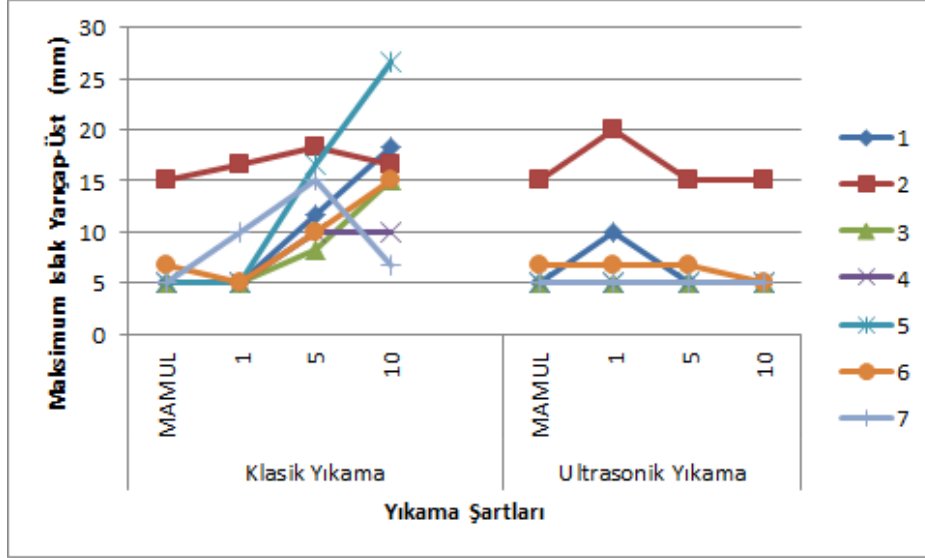
Şekil 5. Yıkama şartlarının üst yüzey emilim oranına etkisi



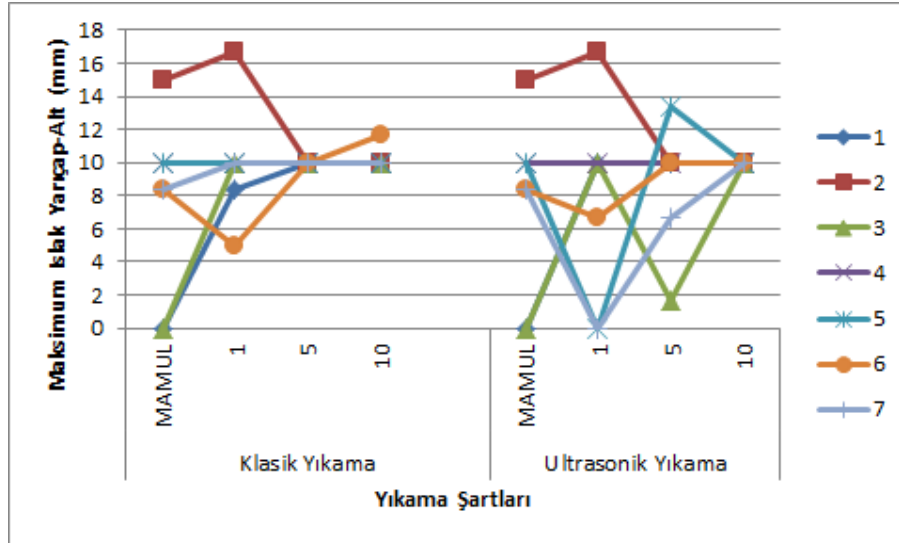
Şekil 6. Yıkama şartlarının alt yüzey emilim oranına etkisi

Maksimum Islak Daire Yarı çapı:

Kumaşın üst ve alt yüzeyinde oluşan ıslanmanın yarıçapını ifade eder. Bu çalışmada incelenen mamul kumaşların maksimum ıslak daire yarıçapı değerleri ortalaması üst yüzeyde 6,67 mm, alt yüzeyde ise 7,38 mm'dir. "Islanma olmadığı" kabul edilmektedir. Klasik yıkama işlemleri sonrasında bu değer artmakta üst yüzeyde orta seviyeye, alt yüzeyde ise küçük ıslanma seviyesine ulaşmaktadır. Ultrasonik yıkama sonrası numunelerin üst yüzeyindeki maksimum ıslak daire yarıçapı değerlerindeki değişiklik daha azdır (Şekil 7-8).



Şekil 7. Yıkama şartlarının üst yüzey maksimum ıslak yarıçapına etkisi

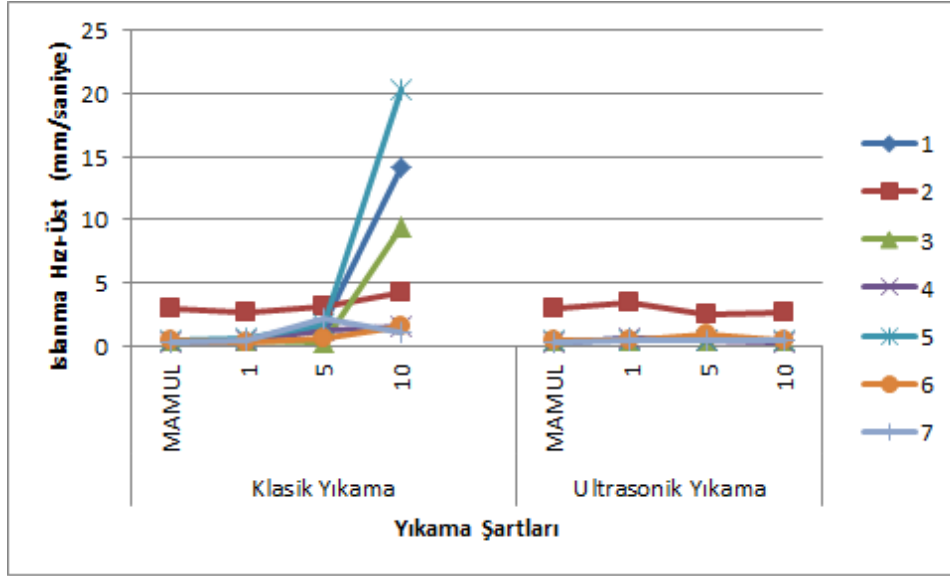


Şekil 8. Yıkama şartlarının alt yüzey maksimum ıslak yarıçapına etkisi

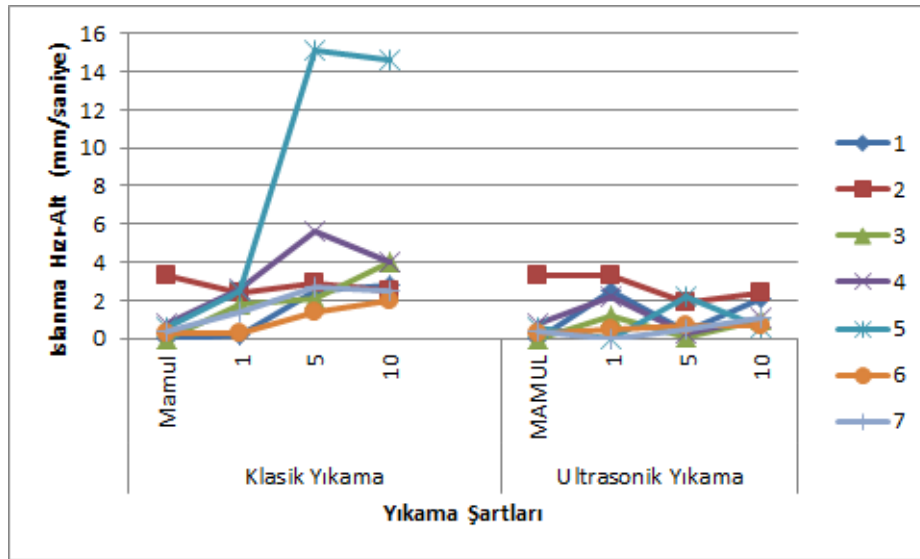
Yayılım Hızı :

Merkezden maksimum çapa sahip ıslanma halkasına kümülatif yayılma hızı (mm/sn) olarak tanımlanmaktadır. İncelenen mamul kumaşların maksimum yayılım hızı değerleri ortalaması üst yüzeyde 0,73mm/s, alt yüzeyde ise 0,77 mm/s'dir. Çok yavaş olduğu kabul edilmektedir. Üst yüzeyde, klasik yıkama işlemleri sonrasında 1. ve 5. yıkama sonrası bu değer değişmezken 10 yıkama sonrasında 7,47 mm/s ile çok hızlı kategorisine yükselmektedir(Şekil 9-10). Alt yüzeyde ise klasik yıkama işlemleri sonrasında 1. yıkama sonrası bu değer değişmezken 5 ve 10 yıkama sonrasında 4,62

mm/s ile çok hızlı kategorisine yükselmektedir. Ultrasonik yıkamanın kumaşların maksimum yayılım hızı değerlerine etkisi bulunmamaktadır.



Şekil 9. Yıkama şartlarının üst yüzey ıslanma hızına etkisi



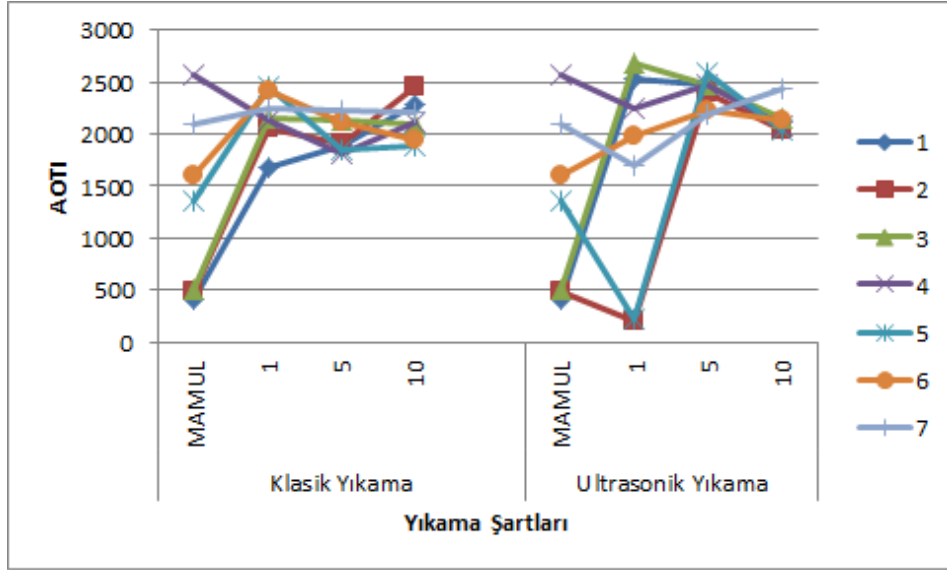
Şekil 10. Yıkama şartlarının alt yüzey ıslanma hızına etkisi

Kalın kumaşların ıslanma hızları daha yavaş iken, kumaş incelidikçe hızın arttığı görülmüştür. En hızlı ıslanma süreleri en ince kumaş yapısına sahip olan, süprem yapıdaki 5 numaralı kumaşların tekrarlı yıkamalarında gerçekleşmiştir. Şardonlu yapıya sahip 4 ve 7 numaralı kumaşların üst yüzey ıslanma hızları en düşük numunelerdir.

Kümülatif tek yönlü taşıma indeksi (AOTI):

Kümülatif tek yönlü taşıma indeksi, kumaşın alt yüzey ile üst yüzeyi arasındaki nem farkı toplamının zamana oranı ile ifade edilir. Kumaş, temas ettiği ortamdan aldığı nemi diğer yüzeyine ileterek nem hissini azaltması durumunda konforlu hissedilmektedir. Bu nedenle yüksek “Tek yönlü taşıma indeksi” değerleri istenmektedir. Ölçüm yapılan tüm kumaş örneklerinde indeks değeri “mükemmel”

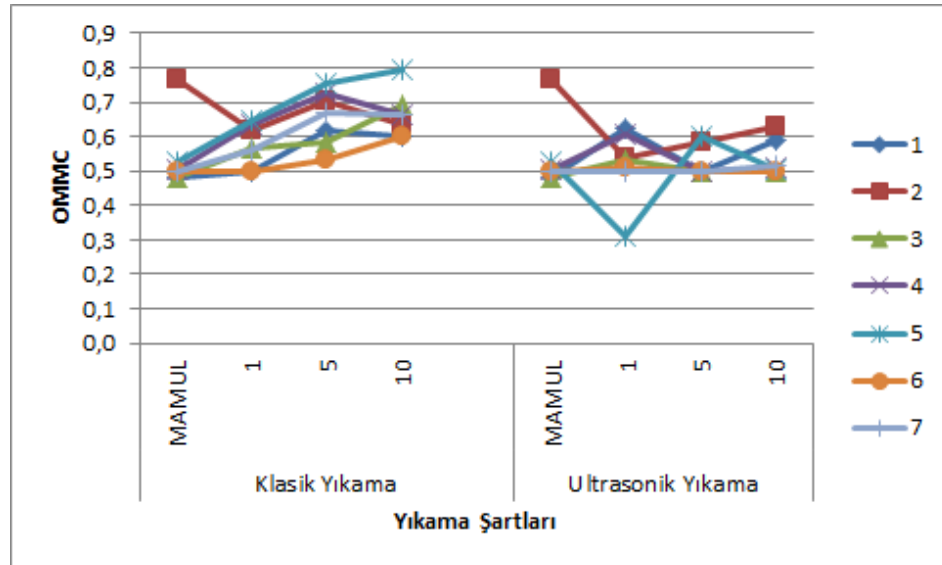
değer aralığındadır. İncelenen mamul kumaşların tek yönlü taşıma indeksi değerleri genel olarak yıkama işlemleriyle artmıştır (Şekil 11).



Şekil 11 Yıkama şartlarının AOTI değerine etkisi

Toplam Nem Yönetim Kapasitesi (OMMC):

OMMC sıvı nemin kumaştaki toplam aktarım kapasitesini tayin eden bir endekstir. Bu değer belirlenirken alt yüzey nem emilim oranı, tek yönlü sıvı aktarım kapasitesi, alt yüzey nem kuruma hızı (kümülatif yayılma hızı) göz önüne alınmaktadır. “Toplam nem yönetim kapasitesi” değerinin büyük olması nem iletiminin yüksek olması anlamına gelmektedir (Şekil 12).



Şekil 12. Yıkama şartlarının OMMC değerine etkisi

İncelenen mamul kumaşların OMMC değerleri ortalama olarak 0,54 (iyi) seviyesindedir. Normal yıkama işlemleri sonrasında tekrarlı yıkama sayısı arttıkça OMMC değerlerinin arttığı, çok iyi seviyesine ulaştığı gözlenmiştir. Ultrasonik yıkamalar ise mamul kumaşların OMMC değerinde fark yaratmamıştır.

SONUÇ

Üst giysilik kumaşlarda nem iletim özelliği, konforu belirleyen önemli bir faktördür. Günlük kullanım esnasında giysilere uygulanacak olan yıkama işlemlerinin kumaşların boyutsal özelliklerini etkilediği bilinmektedir. Bu çalışma sonucunda, kumaşların mamul durumdaki nem iletim özellikleri ile yıkama işlemi sonrası nem iletim özellikleri arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

- Farklı kumaş tiplerinin yıkanma sonrası nem iletim özelliklerindeki değişim de farklıdır
- Ultrasonik yıkamanın üst yüzey ıslanma süresine etkisi normal yıkamadan daha düşüktür.
- Yıkama işlemleri neticesinde genel olarak emilim oranlarında artış görülmüştür Fakat bu artış değerleri belirli bir yıkama sayısından sonra azalmıştır.
- İncelenen mamul kumaşların tek yönlü taşıma indeksi değerleri genel olarak yıkama işlemleriyle artmıştır
- Normal yıkama işlemleri sonrasında tekrarlı yıkama sayısı arttıkça OMMC değerlerinin arttığı, çok iyi seviyesine ulaştığı gözlenmiştir. Ultrasonik yıkamalar ise mamul kumaşların OMMC değerinde fark yaratmamıştır.
- Elde edilen sonuçlar ışığında kumaşların nem iletim özelliklerinin klasik yıkama işlemleri sonrası ölçülmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Song G., WoodHead Publishing, 2011, Improving Comfort in Clothing, 459s
- [2] Das A., Alagirusamy R., WoodHead Publishing, 2010, Science in Clothing Comfort, 175s
- [3] http://defense-update.com/products/m/moisture_management_fabric.htm
- [4] Özdil N., Süpüren G., Özçelik G., Pruchova J., *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3 2009, A study on the moisture transport properties of the cotton knitted fabrics in single jersey structure,: 218-223.
- [5] Çil M.G., Nergis U.B., Candan C., *Textile Research Journal*, 2009, An experimental study of some comfort-related properties of cotton – acrylic knitted fabrics, 79(10): 917-923.
- [6] Fanguerio, R., Golçalves, P., Soutinho F., Freitas C., *Indian journal of Fibre&Textile*, 2009, Performance of functional yarns based on wool fibers,34: 315-320.
- [7] Gorjanc, D.S., Dimitrovski, K., Bizjak, M., *Textile Research Journal*, 2012, Thermal and Water Vapour Resistance of the Elastic and Conventional Cotton Fabrics, 82 (14), 1498–1506.
- [8] Namlıgöz E., Çoba S., Bahtiyari M., *Tekstil ve Konfeksiyon*, 20, 2010, Comparison of moisture transport properties of the various woven fabrics, 93-100
- [9] Nemcokova R., Glombikova V., Komarkova P., *Autex Research Journal*, 2015, Study on liquid moisture transport of knitted fabrics by means of mmt, thermography and microtomography systems, 5 4), 233–242.
- [10] Özgen B., Altaş S., *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2014. The investigation of thermal comfort, moisture management and handle properties of knitted fabrics made of various fibres, 24 (3), 272-278.
- [11] Özkan E.T., *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 2015, Askeri giyimde kullanılan dokuma kumaşların nem iletimi özelliklerinin incelenmesi, Cilt 20, Sayı 1.
- [12] Süpüren G., Oğlakçıoğlu N., Özdil N., Marmaralı A., 2011, Moisture management and thermal absorptivity properties of double-face knitted fabrics, *Textile Research Journal*, 81(13) 1320–1330

- [13] Troynikov, O., Wardiningsih, W., *Textile Research Journal*, 2011, Moisture management properties of wool/ polyester and wool/bamboo knitted fabrics for the sportswear base layer, 81(6):621-631.
- [14] Varshney, R.K., Kothari, V.K., Dhamija, S., *Journal of the Textile Institute*, 2010, A study on thermophysiological comfort properties of fabrics in relation to constituent fibre fineness and cross-sectional shapes 101(6): 495-505.
- [15] Zhou , L., Feng, X. , Du, Y. ,Li, Y. , *Textile Research Journal*, 2007, Characterization of liquid moisture transport performance of wool knitted fabrics, 77(12): 951–956.
- [17] Aamir T., Anwaar M., Hussain A., Bhatti N., Javed Z., *Tekstil ve Mühendis*, 2015, Effect of fragrance finish on mechanical and comfort properties of digitally printed fabric, 22: 97, 50-54.
- [18] SDL ATLAS M290 Nem kontrol cihazı kullanım kataloğu
- [19] Anonim, AATCC Test Method 195-2011 Liquid Moisture Management Properties of Textile Fabrics.
- [20] Midha, V., Kumar S. and Kumar N, *Journal of the Textile Institute*, 2017 Investigation on permeability and moisture management properties of different denim fabrics after repeated laundering, 108, 1, 71-77.

Sorumlu yazar: Yasemin Kavuşturan

Elektromanyetik Bariyer Özellikli Tekstiller

¹Prof.Dr. O. Sermet Kabasakal, ²Hamed Ghorbanpoor, ³Doç. Dr. Macid Nurbas

^{1,3}Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Kimya Mühendislik Bölümü-Eskişehir/Türkiye

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Polimer Bilimi ve teknolojisi-Eskişehir/Türkiye

osk@ogu.edu.tr

Özet

Elektronik ve iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte elektromagnetik dalga ışımlarının seviyesinde artış gözlenmektedir. Özellikle mobil telefonlar, tabletler, bilgisayarlar, televizyonlar ve pek çok başka cihazlar mütemadiyen elektromagnetik dalgalar yaymaktadırlar. Bundan dolayı, insan sağlığı ve yaşam kalitesi olumsuz etkilenmektedir. Bu etkileri azaltmak için, tekstil ürünlerinde elektromagnetik korunma özelliği oluşturulabilir. Böyle bir koruyucu etki kazandırılan tekstil ürünleri, elektromagnetik ısıma dalgalarını absorplayarak, yansıtarak veya zayıflatarak (kırarak) bunların zararlarını azaltırlar. Bu çalışmada, ülke ekonomisine önemli katkıları olan yüksek katma değerli fonksiyonel tekstil ürünlerine engelleme (screening) yöntemiyle elektronik korunma etkisi kazandırılarak bu ürünlerin özelliklerinin iyileştirilmesi olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada, ön-işlemden geçirilmiş poliester ve pamuklu tekstil ürünleri numuneleri SARAR Tekstil firmasından temin edilmiştir. Elektromagnetik korunma özellikleri, nikel, bakır, fosfor ve bor iyonları içeren çözeltiler içerisinde bu kumaş numunelerine ekshost ve impregnasyon süreçlerinin uygulanmasıyla sağlanmıştır. Numunelerin engelleme (screening) özellikleri, atomik absorpsiyon, FTIR, SEM ve elektromagnetik radyasyon ölçümü metodları kullanılarak incelenmiştir.

Anahtar kelime: Engelleme (Screening), Elektromagnetik radyasyon bariyeri, Fonksiyonel tekstil ürünleri.

Textiles with electromagnetic radiation barrier

Abstract

The radiation level of electromagnetic waves is increasing with the developing electronic and communication technologies. Especially mobile phones, tablets, computers, televisions and many other indispensable devices are spreading electromagnetic waves at any time. Due to this situation, human health and quality of life are negatively affected. In order to decrease the effect, an electromagnetic protection can be added to the textile products. Textiles with this shielding effect reduce the damage caused by electromagnetic waves by absorbing, reflecting and weakening (breaking) the waves of the electromagnetic radiation. In this study, the aim was to investigate the possibilities to improve the properties of the functional textile products with high added value, having a significant contribution to the country's economy, by giving electronic protection effect to them by screening method. In the study, the pre-treated polyester and cotton textile samples were taken from SARAR Textile Company. The electromagnetism protection properties were provided to these fabrics samples by using the exhaust and impregnation process in the solutions of nickel, copper, phosphorus and boron ions. The screening properties of the samples were investigated by using the atomic absorption, FTIR, SEM and electromagnetic radiation measuring methods.

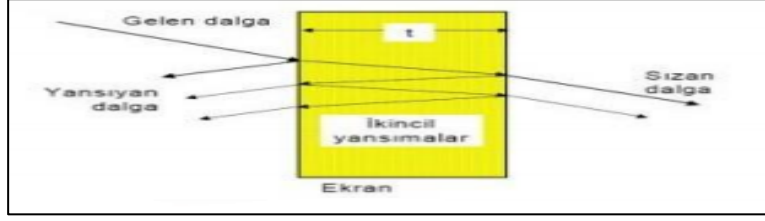
Keywords: Screening, Electromagnetic radiation barrier, Functional textiles.

GİRİŞ

Gelişen teknoloji, refah düzeyindeki artış ve modern hayat şartlarının sonucu olarak günlük hayatımızda elektrikli ve elektronik cihazların kullanımı artmıştır. Günümüzde oldukça yaygın kullanılan cep telefonları, bilgisayarlar, saç kurutma makineleri, mikrodalga fırınlar, televizyonlar, ütüler, klima ve elektrikli ısıtıcılar, fotokopi makineleri, otomobiller, yüksek gerilim hatları, baz istasyonları, elektronik haberleşme ağları, radyo ve televizyon vericileri, uydu iletişim sistemleri, askeri savunma sistemleri, radarlar, otomobil ateşleme sistemleri, tıbbi cihazlar ve daha pek çok elektrik-elektronik cihazlar ve sistemler çalışırken kasıtlı veya kasıtsız olarak çevreye elektromanyetik radyasyon yayarlar. Çeşitli frekans aralıklarındaki ışınımın elektronik cihazların çalışma verimlilikleri üzerinde bozucu etki yaratabildikleri gibi bitkiler, hayvanlar ve insanlar üzerinde de olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Elektro manyetik (EM) alanın insanlar üzerinde iki tür biyolojik etkisi olduğu bilinmektedir. Birinci kısım kısa zamanda hissedilen etkiler diye bilinen stres, uykusuzluk, migren, cilt problemleri, hafıza kaybı, kilo alımı gibi şikâyetlerdir. Diğer bir etki ise moleküller ve kimyasal bağlara, hücre yapısına vücut koruma sistemine yaptığı ve uzun sürede ortaya çıkabilen etkilerdir. Bunlar, hepimizin korkulu rüyası olan lösemi, beyin tümörü, kalp rahatsızlıkları, Parkinson, Alzheimer, kanser ile hamilelerde düşük riskinin artmasına ve sperm azalmasına neden olduğu uluslararası bilimsel araştırmalar ile kanıtlanmıştır. Yaşamımızın her safhasına girmiş olan bu cihazların kullanımı hayatımızı kolaylaştırmakla birlikte elektromanyetik çevre kirliliği sorununu da beraberinde getirmektedir. Tüm çevremizi kaplayan elektromanyetik yayınının neden olduğu zararların azaltılması çevre ve insan sağlığı açısından son derece önemli hale gelmiştir [1]. Günümüz koşullarında gelişen teknolojiyle birlikte kullanımı yaygınlaşan elektronik aletlerden yayılan elektromanyetik dalgaların seviyesi her geçen gün artmaktadır. Özellikle cep telefonları, tabletler, bilgisayarlar, televizyonlar ve daha pek çok gündelik hayatın vazgeçilmezi olan cihazlardan her an elektromanyetik dalga yayılmakta ve bu durumdan insan sağlığı ve yaşam kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu olumsuz etkiler uzun vadede kanser, kalp rahatsızlıkları, beyin tümörü, Parkinson, Alzheimer gibi ciddi rahatsızlıklara neden olabilmektedir.

İstenmeyen elektromanyetik dalgaların olumsuz etkilerinin azaltılması amacı ile yapılan elektromanyetik ekranlama işlemleri elektronik cihazların uygun ortam şartlarında çalışabilmeleri için ve insan sağlığı açısından son derece önemlidir. Gelişen üretim teknolojileri ve malzemeler sayesinde, çeşitli kullanım alanlarına göre özel tekstil yüzeyleri üretilebilmektedir. Bu tekstil ürünleriyle perdeden cibinliklere, hamile ve bebek kıyafetleri ve iç çamaşırlarına, iş elbiselerine, yatak örtülerine ve özellikle askeri ve teknik uygulamalarda kullanılan koruyucu giysi ve kalkanlama yüzeyi olarak kullanılabilen çok farklı tekstil ürünü oluşturmak mümkündür. Ekranlama amacı ile kullanılacak malzeme iyi elektrik iletkenliğine sahip olmalıdır (dalgaların malzemeye nüfuzunu minimize etmek için). Malzeme ile kaplanmış kumaşlar elektriksel iletken veya elektromanyetik ekranlama özelliği göstermeyen konvansiyonel tekstil yüzeyleri bazı kaplama metotlarıyla metale de edilebilmekte ve bu şekilde elektromanyetik ekranlama özelliği kazandırılabilir. Kaplama kumaş; dokuma, dokusuz yüzey ve örme yüzeyden oluşmuş bir taban kumaşın bir yüzünü veya her iki yüzünü kimyasal bir madde ile kaplamak (sürme, püskürtme, aktarma vb.) suretiyle oluşturulan kumaştır. Gelişen teknolojinin bir yeni alanı nanoteknolojidir. Elektrospinning yöntemiyle nanoelyaf üretiminde bu teknolojinin bir parçasıdır ve bu yöntemle istenilen özellikte ucuz maliyetle üretim yapmak mümkündür. Bu projede Ni, P, Cu ve B kimyasalları üretilen nanoelyaf ve farklı tiplerdeki kumaş numunelerine uygulanarak bu ürünlere ekranlama özelliği kazandırmak hedeflenmektedir.

Tekstil ürünlerine ekranlama yöntemi ile elektromanyetik koruma etkinliği kazandırmanın mümkün olabileceği araştırılmıştır. Ekranlama etkinliğine sahip kumaşlar elektromanyetik dalgaları emerek, geri yansıtarak ya da dalgaların gücünü zayıflatarak elektromanyetik dalgaların verdiği zararı en aza indirirler. Bu çalışma SARAR Giyim Tekstil A.Ş. ortaklığında yürütülmüştür. Çalışma da firmadan alınan kumaş numunelerine Ni(Nikel), Cu(Bakır), P(Fosfor) ve B(Bor) kullanılarak ekranlama özelliği çekirme ve emdirme yöntemiyle kazandırılmıştır. Türkiye'nin dünyada en büyük rezerve sahip olduğu bor minerali bu alanda değerlendirilmiştir. Çalışmayla yaşamımızda hayati öneme sahip olan elektromanyetik dalgaların sebep olduğu olumsuz koşullardan üretilmesi hedeflenen elektromanyetik koruma etkinliğine sahip kumaşlar ile minimum seviyeye indirilmesi ve tekstil sektöründe ülkemize yeni bir alan yaratarak ülke ekonomisine katkıda bulunmak amaçlanmıştır.



Şekil 1. Ekranlama etkinliği bileşenleri

Son yıllarda, elektromanyetik radyasyon gürültü, su ve hava kirliliğine ek olarak, kamu kirliliğinin dördüncü en ciddi kaynağı haline gelmiştir. Bu sorun insan ve çevre sağlığına büyük ölçüde zarar vermektedir. Sonuç olarak, bu etkileri engellemek, en aza indirmek için etkili ve pratik elektromanyetik koruyucu malzemeleri geliştirmek için önemli bir ihtiyaç olduğu açıktır ve potansiyel uygulamaları son yıllarda ortaya çıkmıştır. Alüminyum, bakır, gümüş, nikel ile kaplamalı tekstil, elektromanyetik dalgaların önlenmesinde kullanılan materyallerdir ve en iyi korozyon direncine ve elektriksel iletkenlik ve zırlama özelliğine sahip materyaller olduğu bilinmektedir[4].

Piyasada mevcut EM koruyucu kumaşların çoğu kaplama teknolojileri ile üretilen ve bu nedenle son derece yüksek EM koruma yetenekleri ve izotropik davranışlar sergileyen çok homojen ve kapalı bir yapıya sahiptir [5].

Nanoteknolojinin sağlamış olduğu üstün özelliklerden yararlanarak çeşitli alanlarda (tıp, elektronik, savunma, tekstil vb.) yeni ürünler elde edilebilmektedir. Nanoteknoloji, gelişmekte olan yeni bir teknolojidir. Bu teknolojiyi kullanarak üstün niteliklere sahip malzemeler elde etmek mümkündür. Üretim sırasında harcanan para az olmakla beraber, bu teknolojiyi kullanarak üretim yapamayan ülkelere yapılan satışlar neticesinde çok fazla miktarda kar elde edilmektedir [6]. Elektrospinning, elektrostatik lif üretim tekniği farklı alanlarda uygulamalar için çok yönlü potansiyele sahip olması nedeniyle son yıllarda daha fazla ilgi ve dikkat çekmiştir. Nano ölçekli lifler, polimer çözeltisi ya da eriyik güçlü elektrik alanının uygulanmasıyla oluşturulur. Bu yöntemle göre üretilen mikron altı aralığında (Sadece ultramikroskop ile görülebilen çapı 5×10^{-7} - 2×10^{-5} cm arasındaki parçacıklar) eğrilmiş elyaf, hacim oranı, ayarlanabilir gözeneklilik, istenen özellikleri nano bileşime kazandırma yeteneği, yüksek yüzey alanı gibi çeşitli avantajlar sunmaktadır [7].

Ekranlama bir cihazdan içeri (veya dışarı) doğru giren (çıkan) kaçak alanların azaltılması amacıyla kullanılmaktadır. EE (ekranlama etkinliği) veya SE (shielding efficiency) ekranlamanın ne derece etkili olduğunu gösteren bir parametre olup, desibel (dB) olarak ifade edilmektedir. Yüksek SE değerleri iyi ekranlama etkinliğini göstermekte, negatif SE ise çınlama (rezonans) yani ekranlamadan çok sinyalin kuvvetlenmesi anlamına gelmektedir (Şekil1.).

Pratikte ekranlama aşağıdaki şekillerde gerçekleştirilir;

- Ekranlama elektrik alanın düşük frekanslarda yansıtılması, yüksek frekanslarda yutulması ile gerçekleşir.
- Ekranlama manyetik alanın düşük frekanslarda yutulması ile gerçekleşir.
- Yüksek iletkenlik, yansıma ve yutulmayı pozitif yönde etkiler.
- Yüksek manyetik geçirgenlik yüksek yutulmaya neden olurken, düşük yansıma oluşturur.
- Çok düşük frekanslı manyetik kaynakların ekranlanacağı hallerde yüksek manyetik geçirgenlikli malzemeler kullanılır.
- Ekran kalınlığı arttıkça yutulma artar.
- Manyetik alan için kalın ekranlara ihtiyaç duyulurken elektrik alan için ince yapılar (folyo kalınlığında) kullanılabilir.
- Kaynak ile ekran arasındaki uzaklık yansıma özelliklerini değiştirir.

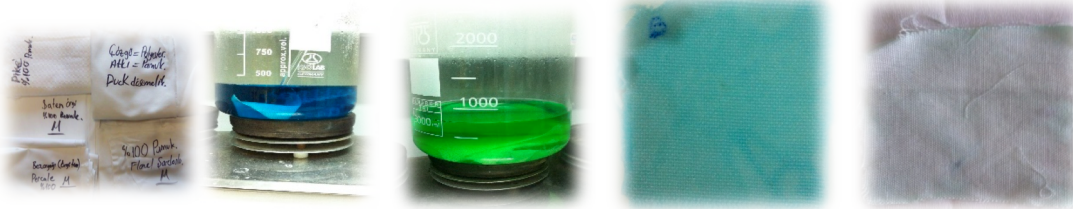
Her türlü elektronik cihaz, cep telefonu ve baz istasyonları, radar, TV ve radyo vericileri, kablosuz ağlar, yüksek gerilim hatları, trafolar ve benzerlerinin oluşturduğu elektromanyetik dalgalardan korunmak için ekranlama özelliğine sahip kumaşlar tasarlanması gerekmektedir.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Kullanılan Materyaller ve Yöntem: Emdirme yöntemi için ön muamele aşamasında belirli bir pH değerinde ve sıcaklıkta iyonik olmayan bir deterjan ile temizleme yapılmıştır ve daha sonra deiyonize su ile durulanmıştır. Yüzey sensitizasyonu işlemi oda sıcaklığında kalay klorid ve hidroklorik asit içeren bir sulu çözelti içine daldırılmasıyla gerçekleştirilir, Palladyum klorür ve hidroklorik asit içeren bir çözelti içine daldırma yoluyla aktive edilir. Son olarak, örneklerin kaplama banyosundan kirlenmesini önlemek için kumaş numuneleri yaklaşık 5 dakika boyunca deiyonize su ile durulanır. Bu işlemler sonrasında örnek kaplama için uygun hale getirilir. Örnekler yaklaşık 15 dakika boyunca Cu, Ni kaplama banyosuna batırılır ve deiyonize su ile durulanır. Ni, P kaplama işlemine Cu, Ni kaplamadan hemen sonra geçilir. Katmanlı kaplamanın yanında Cu, Ni, B ve Ni, P, B içeren çözeltiler hazırlanır, hazırlanmış kumaş numuneleri çözeltilere ayrı ayrı daldırılarak kaplama yapılır ve kaplama özelliklerini incelenmek üzere numuneler işaretlenir. Kaplama banyosu içerisinde bulunan çözeltiler $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 'dır. Kaplama banyosunun pH değeri sodyum hidroksit sulu çözeltisi kullanılarak ayarlanır. Tüm bu işlemler sonrasında Ni-P-B / Cu-Ni-B katmanlı ve Cu, Ni, P, B kaplamalı polyester kumaşlar yaklaşık 20 dakika boyunca iyonu giderilmiş suyla durulanır ve sonra belli bir sıcaklık değerinde fırında kurutulur.

Çektirme; işlem çözeltisi (flotte) içinde bulunan kimyasal maddelerin çözeltiden çekilerek kumaşa, tekstil ürünün üzerine alınmasıdır. Çektirme yöntemi için nanoelyaf ve kumaş örnekleri belli oranda hazırlanan flotte içerisine konularak çektirme cihazında yapılmıştır. Hem numunelerin hem flottenin hareketli olması flottenin yoğun bir şekilde kumaşlara temasını sağlayarak yapıya katılmasını kolaylaştırır.

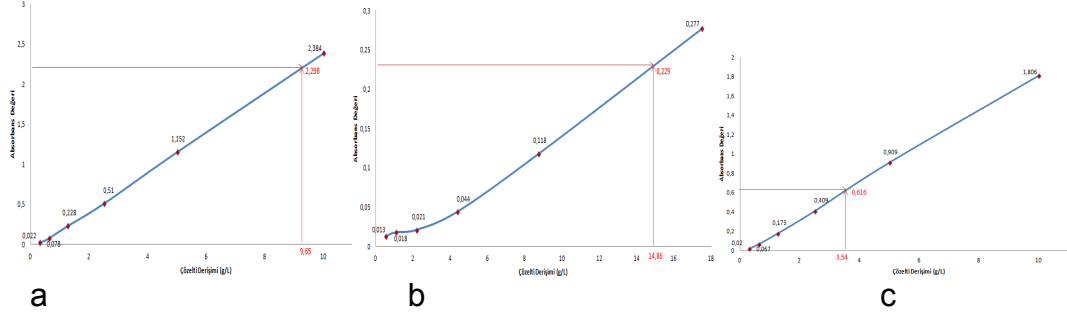
UV Spektrofotometre cihazında Cu ve Ni banyo çözeltilerin derişimi/absorbans değerlerini belirlemek için Cu ve Ni referans çözeltileri hazırlanmıştır. Cihaz dalga boyları Cu için 735 λ ve Ni için 664 λ olarak ayarlandıktan sonra sırasıyla kalibre edilmiş ve hazırlanan Cu ve Ni çözeltileri için absorbans değerleri okunmuştur. Derişime karşı absorbans değerleri kullanılarak çalışma doğrusu çizilmiştir (derişim her okumada %50 oranında seyreltilmiştir). Hazırlanan banyolar 70-80 $^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa ulaştıktan sonra farklı tipte ki kumaş numuneleri Cu ve Ni banyolarına daldırılarak 20-30 dk bekletilmiş ve aynı işlem hazırlanan bir diğer Cu banyosuna daldırılan kumaşların çıkarılıp Ni banyosuna daldırılmasıyla Cu-Ni katmanlı kaplamanın gerçekleştirilmesiyle tekrarlanmıştır. Süre sonunda çözeltiden çıkarılan kumaşlar oda sıcaklığında ki deiyonize su içerisinde yaklaşık 20 dk durulandıktan sonra 50 $^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa ayarlı etüv içerisinde kurumaya bırakılmıştır. Kumaşlar banyolardan çıkarıldıktan sonra çözeltide geriye kalan Cu ve Ni derişimleri Spektrofotometrik olarak belirlenmiştir ve çözeltilerden kumaşlara absorblanan Cu ve Ni miktarları bulunmuştur.



Şekil 2. Kumaşlara metal çözeltilerin emdirilmesi

BULGULAR

Gelişen teknolojiyle beraber yaygınlaşan elektronik cihazların kullanımı hayatımızı her alanda etkilemektedir ve bu cihazların olumlu yanlarının dışında elektromanyetik dalgalar yaymak gibi zararlı yanları olduğu bilinmektedir. Bu elektromanyetik dalgalar kısa ve uzun vadede sağlığa büyük ölçüde zarar vermektedir. Tekstil ürünleri gündelik hayatımızın her alanında kullanılmakla beraber, bu çalışmada üretilecek ekranlama özelliğine sahip Ni, Cu, P, ve B içeren kumaşlarla elektronik cihazların yarattığı elektromanyetik dalgaların tutulması, yansıtılması ve dalga gücünün zayıflatılması sağlanarak insanlara vereceği zararı en aza indirilmesi hedeflenmektedir.



Şekil 3. a- Kumaş üzerine cu absorpsiyonu b- Kumaş üzerine cu-ni karışımındaki ni absorpsiyonu c- Kumaş üzerine cu-ni karışımındaki cu absorpsiyonu

Grafiklere bakıldığında kumaşların çözeltilerde ki Cu ve Ni' iyonlarını absorbladığı görülmektedir. Absorblanan metal iyonları, elektromanyetik dalgaları yansıtarak/zayıflatarak ekranlama özelliği sağlamaktadır.

Sonuç olarak;

- Üretilcek ekranlama özelliğine sahip kumaşların kullanılmasıyla insan sağlığı ve yaşam kalitesi standartları arttırılacaktır,
- Elektromog olarak adlandırılan elektromanyetik çevre kirliliği sorunu için fayda sağlanacaktır,
- Ülkemizin dünyada en büyük rezervlere sahip olduğu bor mineralleri bu alanda değerlendirilmiş olacaktır,
- Ni, Cu, P, ve B içeren ekranlama özelliğine sahip kumaşlar üretilerek ülkemizde tekstil sektöründe ekonomik ve yeni bir ürün yaratılarak sektöre ve ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Yılmaz R., 'Materials that have electromagnetic shielding feature', 'Electronic Journal of Vocational Colleges', May/Mayıs 2014 http://www.ejovoc.org/makaleler/may_2014/pdf/13.pdf
- [2] Okyay G., Bilgin S., Akgül E., Örtlek H.G., 'Investigation of Electromagnetic Shielding Properties of Woven Fabrics Have Different Structures', 'Electronic Journal of Textile Technologies', Vol: 5, No: 1, 2011 (1-10) http://teknolojikarastirmalar.com/pdf/tr/04_2011_5_1_101_616.pdf
- [3] <http://www.sarargroup.com.tr/tr/>
- [4] Jiang S.X. , Guo R.H., 'Electromagnetic shielding and corrosion resistance of electroless Ni–P/Cu–Ni multilayer plated polyester fabric', Surface & Coatings Technology, 205 (2011) 4274–4279 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0257897211002222>
- [5] Bonaldi R.R, Siores E., Shah T., ' Characterization of electromagnetic shielding fabrics obtained from carbon nanotube composite coatings', 'Synthetic Metals, Cilt 187, Ocak 2014, Sayfa 1-8 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379677913004906>
- [6] Celep Ş., Koç E., 'Nanotechnology and Its Application Areas in Textile', 'Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü', 2008 Cilt: 17-7 <http://fbe.cu.edu.tr/tr/makaleler/2008-17-7-6.pdf>
- [7] Bhardwaj N., Kundu S.C., 'Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique', Biotechnology Advances, Volume 28, Issue 3, May–June 2010, Pages 325–347 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975010000066>
- [8] Yılmaz R., 'Materials that have electromagnetic shielding feature', 'Electronic Journal of Vocational Colleges', May/Mayıs 2014 http://www.ejovoc.org/makaleler/may_2014/pdf/13.pdf
- [9] Bhardwaj N., Kundu S.C., 'Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique', Biotechnology Advances, Volume 28, Issue 3, May–June 2010, Pages 325–347 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975010000066>
- [10] Jiang S.X. , Guo R.H., Surface & Coatings Technology, 205 (2011) 4274–4279
- [11] Bhardwaj N., Kundu S.C., Biotechnology Advances, Volume 28, Issue 3, May–June 2010, Pages 325–347

Elektromanyetik Kalkanlama Özelliğine Sahip Polipirol ve Poli(3,4-etilendioksitiyofen) Kaplanmış Poliester Kumaş Üretimi ve Karakterizasyonu

Hidayet KÖSE¹, Suat ÇETİNER¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Avşar Yerleşkesi, Kahramanmaraş, Türkiye

E-mail : suatcetiner@ksu.edu.tr

ÖZET

Mikro ve nano yapılı fonksiyonel iletken polimerik kompozitler; elektrik, optik, manyetik malzeme ve cihazların teknolojik uygulamalarında çok üstün elektriksel, elektrokimyasal ve optik özelliklerinden dolayı popüler hale gelmiştir. İletken özelliğe sahip tekstil yüzeyleri; elektromanyetik ekranlama, elektrostatik boşalma, anti statik kaplamalar, sensör, süperkapasitör vb alanlarında kullanılmaktadır.

Bu çalışmada poliester dokuma kumaş üzerinde seçilmiş iletken monomerler (ör; pirol ve edot) *in-situ* kimyasal yükseltgen polimerizasyon yöntemine göre polimerleştirilerek nano boyutlarda iletken kaplamalar elde edilmiştir. Üretilen iletken polimerik kumaş kompozitlerinin, ASTM D4935 standardı esas alınarak koaksiyel tutucu metoda elektromanyetik ekranlama etkinliği değerleri belirlenmiştir. Ayrıca kompozit tekstil yüzeylerinin spektrofotometrik ve morfolojik özellikleri analiz edilmiştir.

ABSTRACT

Functional Conducting Polymeric Composites with micro and nano structures have received great attention due to technological applications in electrical, optical, and magnetic materials and devices. Textile surfaces with the conductive property have used electromagnetic shielding, electrostatic discharge, anti static coatings, sensor, supercapacitor etc. In this study, nano scale conductive coatings were obtained on polyester weave fabric by polymerizing of some conductive monomers (i.e.; pyrrole and edot) according to the *in-situ* chemical oxidative polymerization and vapor phase polymerization methods. Electromagnetic shielding efficiency values of conductive polymeric fabric composites were determined by coaxial holding method of ASTM D 4935 standard. Spectrophotometric and morphologic characterizations of composite textile surfaces were analysed.

GİRİŞ

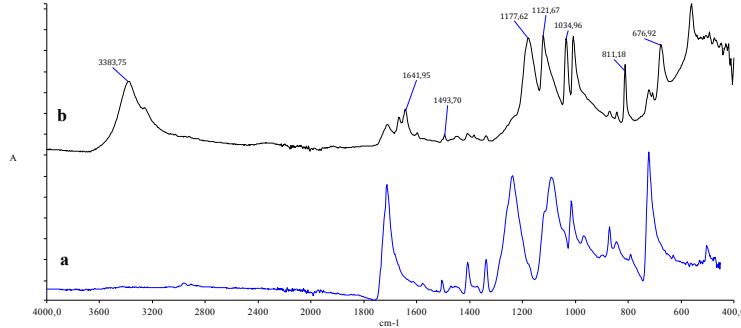
İletken polimer kavramı, kendi örgüsü içerisindeki elektronlarla yeterli düzeyde elektriksel iletkenliği sağlayan polimerler için kullanılır. Polimerlerin elektronik iletkenlik gösterebilmesi için, polimer örgüsünde, elektronların zincir boyunca taşınmasını sağlayan uygun yerlerin bulunması gerekir. Bu koşulu ana zincirinde konjuge çift bağlar bulunan polimerler sağlar. Son yıllarda konjuge çift bağlı iletken polimerler, yarı iletkenlikleri ve/veya metal benzeri iletkenlikleri ve diğer etkileyici özellikleri yüzünden büyük önem kazanmış; endüstriyel uygulamalarda vazgeçilmez rol oynamışlardır [1-3].

İletken polimerler çok iyi elektriksel iletkenlik ve iyi kimyasal dayanıklılık göstermesine rağmen; proses edilebilme ve mekanik özelliklerinin kötü olmasından dolayı kullanım alanları sınırlıdır. Bu sınırlamalar, tekstil yapılarının iletken polimerler ile kompozit yapılarının oluşturulması ile giderilebilir ve bu sayede iletken tekstil yapıları oluşturmak mümkündür. İletken polimerlerin, herhangi bir yalıtkan polimer matriksi içerisinde kompozit yapı formunda birleştirilmesi; polimerlerin arzu edilen mekanik özellikleri ile elektriksel iletkenliği kombine etmek için uygulanan bir yaklaşım; tekstil yapılarının mekanik özelliklerinin iletken polimerlerin elektriksel özellikleri ile kombine edilmesiyle oluşturulan iletken kompozitlerin tasarımında sınırsız olanaklar sağlar. İletken polimerik tekstil kompozitleri, polimerlerin mekanik özellikleri ile iletken polimerlerin elektriksel özelliklerini içerisinde ihtiva eden ve özellikle elektromanyetik ekranlama uygulamalarında tercih edilen yeni bir kompozit malzeme sınıfıdır. Yeni fonksiyonel özelliklerle inovatif akıllı tekstil uygulamalarına

PPy'ye ait olan 1546-1554 cm^{-1} dalga sayısında görülen C=C halka titreşim piki kompozit PES kumaşın yapısındaki PPy'den dolayı 1558-1531 cm^{-1} dalga sayısına kaymıştır. 1168 cm^{-1} dalga sayısında gözlenen PPy halka eğilme titreşimi ; PPy varlığında 1171-1149 cm^{-1} dalga sayısına ötelenmiştir. 1035-1045 cm^{-1} dalga sayısında görülen PPy halka eğilme titreşimi; PPy varlığında 1042-

1033 cm^{-1} dalga sayısına kaymıştır (Şekil 1). PPy'e ait olan karakteristik pikler, literatürden elde edilen sonuçlar ile doğrulanmıştır [5].

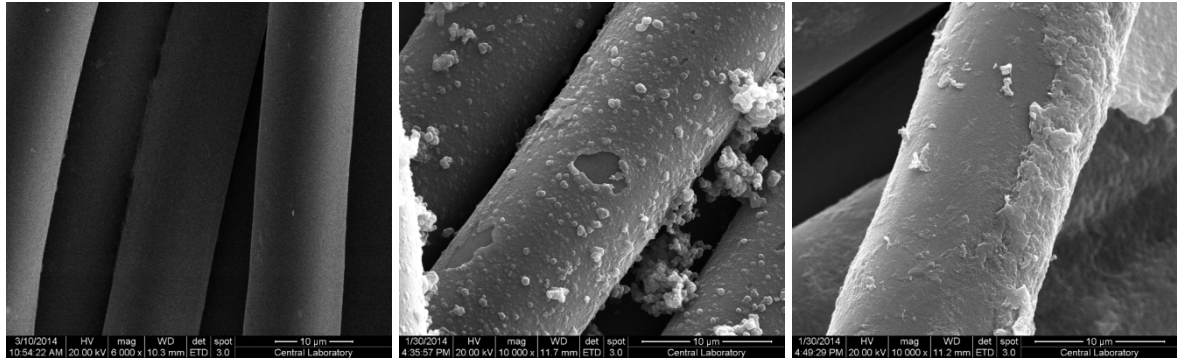
Şekil 2'de yapısında %0.2 (v/v) Poli(3,4-etilendioksitiyofen) (Pedot) içeren PES-Pedot kompozit kumaşın FTIR-ATR spektrumu gösterilmiştir.



Şekil 2. PES-Pedot kompozit kumaş FTIR-ATR spektrumu (a. PES kumaş, b. PES-Pedot)

1493 cm^{-1} dalga sayısında görülen pik Pedot'a ait olan C=C, C-C tiyofen halkası titreşim pikidir. 1641 cm^{-1} dalga sayısında görülen pik C-C titreşim gerilmeleri ile ilgilidir. 1300 cm^{-1} dalga sayısı civarında artan görülen pik, etilendioksi grubunun gerilme titreşimleri ile ilgilidir. 811 cm^{-1} dalga sayısında görülen pik C-H eğilme titreşimi ve 1034 cm^{-1} dalga sayısında görülen pik ise Pedot halka eğilme titreşimlerinden kaynaklanır. 3200-3500 cm^{-1} dalga sayısında görülen pik ise Pedot polimerizasyonu sırasında oluşan serbest yük taşıyıcılarının elektronik absorpsiyon pikleri ile ilgilidir (Şekil 2). Pedot'a ait olan karakteristik pikler, literatürden elde edilen sonuçlar ile doğrulanmıştır [6].

Şekil 3'de FeCl_3 – *p*-TSA başlatıcı-dopant sistemi kullanılarak sentezlenmiş ve yapısında %0.4 (v/v) PPy ve Pedot içeren poliester kompozit kumaşların taramalı electron mikroskop görüntüleri (SEM) verilmiştir.



Şekil 3. Poliester kompozit kumaşların taramalı elektron mikroskop görüntüleri (a. Poliester kumaş, b. PES-PPy kumaş, c. PES-Pedot kumaş)

Taramalı elektron mikroskop görüntüleri ile poliester kumaşın son derece düzgün ve pürüzsüz bir yüzey yapısına sahip olduğu gözlenmiştir. PPy ve Pedot ile gerçekleştirilen kaplama prosesinde poliester kumaş üzerinde belirli kalınlıkta PPy ve Pedot ile kaplanmış bölgeler izlenmiştir. PES-Pedot kompozit kumaşın, PPy ile kaplanmış kumaşa göre daha düzgün ve az pürüzlü bir yüzey yapısına sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).

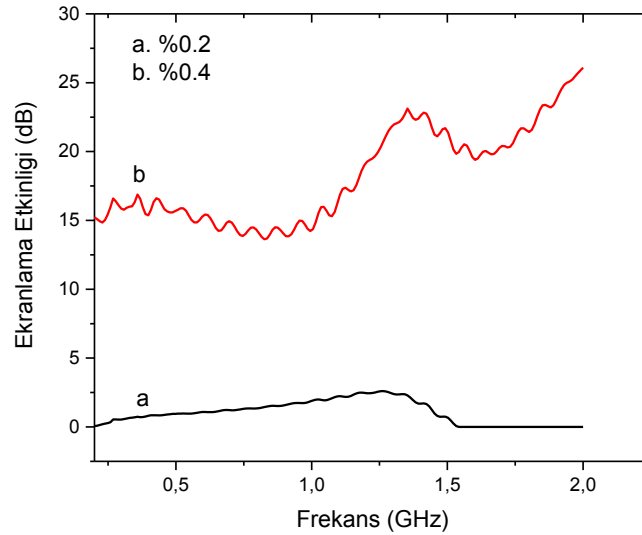
Tablo 2 de PPy ile kaplanmış poliester kompozit kumaşlarda kaplama kalınlığı ve PPy miktarını DC iletkenlik ile olan ilişkisi gösterilmiştir.

Tablo 2. PES-PPy kumaşlarda doğru akım (DC) iletkenliğin kaplama kalınlığı ile ilişkisi

Numune	DC İletkenlik (S/cm)	Kalınlık (μm)	Kaplama (%)
PES kumaş	1×10^{-12}	357	-
%0.2 PPy	1.5×10^{-2}	392	9.8
%0.4 PPy	5.8×10^1	436	22.1

PES-PPy iletken kompozit kumaş yapısına katılan PPy miktarı arttıkça PES-PPy kompozit kumaşlarda daha yüksek DC iletkenlik değerleri elde edilmiş ve kumaş kalınlıkları belirgin şekilde artmıştır. Yapıya %0.2 (v/v) PPy katıldığında dc iletkenlik değeri $\sim 10^{10}$ kat, kaplama kalınlığı ise ~ 10 artış göstermiştir (Tablo 2). İletken polimerik kompozit kumaş yapılarında kaplama kalınlığının artışı ile yüzey direncinde azalma ve DC iletkenlik değerlerinde artış gözlenmesi beklenir. İletken polimer kaplama kalınlığının artışı ile yapıda iletken yollar meydana gelir. Bu durum daha yüksek iletkenlik ve daha düşük yüzey direnci değerleri ise sonuçlanır [7].

Şekil 4'te *in-situ* polimerizasyon yöntemine göre FeCl_3 -p-TSA başlatıcı-dopant sistemi ile hazırlanmış ve yapısında iki farklı oranda PPy içeren PES-PPy ileten kompozit kumaşların elektromanyetik ekranlama etkinliği grafikleri gösterilmiştir.

**Şekil 4.** Yapısında farklı oranlarda PPy içeren PES-PPy kumaşların elektromanyetik ekranlama etkinliğine PPy etkisi [a. %0.2, b. %0.4]

Şekil 4, PPy miktarının PES-PPy kompozit kumaşların ekranlama etkinliğine olan etkisini ifade etmektedir. Buna göre yapıya katılan PPy miktarı arttıkça PES-PPy kompozit kumaşların ekranlama etkinliği değerleri artmıştır. 1.4 GHz dolaylarında yapısında %0.4 oranındada PPy içeren PES-PPy kompozit kumaşlarda ~ 25 dB ekranlama etkinliği değeri tespit edilmiştir (Şekil 4).

Tablo 3. PES-PPy kumaşlarda 1.4 GHz frekansında ekranlama etkinliği ile kalınlık arasındaki ilişki

Numune	Ekranlama Etkinliği (dB)	Kalınlık (μm)
PES kumaş	-	357
%0.2 PPy	3	392
%0.4 PPy	25	436

Tablo 3 incelendiğinde, PES-PPy iletken kompozit kumaşlarda ekranlama etkinliği değerleri, kumaş kalınlığı artışı ile doğru orantılı şekilde artış göstermiştir.

SONUÇLAR

Çalışma kapsamında belirlenen oranlar kullanılarak poliester dokuma kumaş varlığında seçilmiş konjuge monomerlerin *in-situ* kimyasal polimerizasyonu ile elektriksel iletken tekstil uygulamalarına (ör; antistatik, elektromanyetik kalkanlama) yönelik iletken kompozit kumaşlar üretilmiş ve bunların FTIR spektrofotometrik, SEM morfolojik ve elektromanyetik ekranlama etkinliği (EE) davranışları araştırılmıştır. İletken kompozit kumaş yapısına katılan PPy ve Pedot varlığı, FTIR-ATR spektrofotometrik ölçümleri ile doğrulanmıştır. PES-PPy kompozit kumaşlarda 1531-1558 cm^{-1} dalga sayısında PPy'ye ait C=C halka titreşim pikleri gözlenmiştir. PES-Pedot kompozit kumaşlarda ise 1641 cm^{-1} dalga sayısında görülen pik Pedot'a ait C-C titreşim gerilmeleri ve 1493 cm^{-1} dalga sayısında görülen pik ise Pedot'a ait C=C, C-C tiyofen halkası titreşim pikidir. Morfolojik analiz sonuçlarına göre, poliester kumaşın son derece düzgün ve pürüzsüz bir yüzey yapısına sahip olduğu tespit edilmiştir. PPy ve Pedot ile gerçekleşen kaplama prosesinde poliester kumaş üzerinde belirli kalınlıkta PPy ve Pedot ile kaplanmış bölgeler izlenmiştir. PES-PPy kompozit kumaşlarda yapıya katılan PPy miktarı arttıkça ekranlama etkinliği değerlerinin yükseldiği görülmüştür. PPy ile kaplanmış kumaşlarda meydana gelen kalınlık artışı, ekranlama etkinliği değerlerini iyileştirmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından (Proje No: 2014/1-7 YLS) desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Feast W J, Tsibouklis J, Pouwer K. L, Groneendaal L, Meijer E. W, *Polymer* 1996, **37**, 5017.
- [2] Wang L X, Li X G, Yang Y L, *Reactive & Functional Polymers* 2001, **47**, 125.
- [3] Iroh J O, Levine K, *Journal of Power Sources* 2003, **117**, 267.
- [4] Cetiner S, Olariu M, Ciobanu R, Karakas H, Kalaoğlu F, Sarac A S, *Fibers and Polymers* 2010, **11**, 843.
- [5] Cetiner S, Karakas H, Ciobanu R, Olariu M, Kaya N U, Unsal C, Kalaoğlu F, Sarac A S, *Synthetic Metals* 2010, **160**, 1189.
- [6] Vinod Selvaganesh S, Mathiyarasu J, Phani K L N, Yegnaraman V, *Nanoscale Research Letters* 2007, **2**, 546.
- [7] Wang J, Cai G, Zhu X, Zhou X, *Journal of Applied Polymer Science* 2012, **124**, 109.

Sorumlu yazar:

Doç. Dr. Suat ÇETİNER

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği
Bölümü, Avşar Yerleşkesi, Türkiye

E-mail: suatcetiner@ksu.edu.tr

HT (Yüksek Sıcaklık-Basınç) Prosesinde Sodyum Klorit (NaClO_2) ile Pamuk Linterinin Ağartılması

Talha AKKUŞ^a, Salih Zeki YILDIZ^a, Ahmet Zeki KADAYIFCI^b, Osman CAN^b

^aSakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 54187 SAKARYA-TÜRKİYE

szy@sakarya.edu.tr

^bEkip Mühendislik Taahhüt İnşaat Kimya San.ve Tic.A.Ş.,Balçık Köyü Org Cad Aydın Sk. No:12 GEBZE
azekikadayifci@yahoo.com

Günümüzde hızla artan dünya üzerindeki insan nüfusundan dolayı tekstil ve birçok sanayii endüstrisinin hammadde olarak kullandığı selüloza duyulan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Doğada selüloz içeren en önemli hammadde kaynağı odundur. Fakat odun elde edilğinde ki süre ve maliyet faktörlerinden dolayı yıllık bitkilere yönelme olmuş bu bitkilerden selüloz üretim prosesleri geliştirilmiştir. Pamuk bu bitkilerin başını çekmektedir. Pamuk linteri denilen tohum üzerinde ki kısa lifler yaklaşık %80 oranında selüloz içerir ve oduna nazaran daha verimli ve daha kolay selüloz elde edilir[1].

HT (High – Temperature-Pressure Yüksek Sıcaklık-Basınç) prosesi homojen olarak basınç dağıtımı yaptığı ve sıvı dolaşımını güvenli bir şekilde sağladığından ağartma işlemlerinde beyazlık açısından önemli bir uygulamadır. Ağartma için kullanılan bileşiğin yapıya daha iyi nüfuz etmesini söz konusudur. Bu sayede daha kısa bir sürede ağartma işleminin tamamlanmasını sağlar.

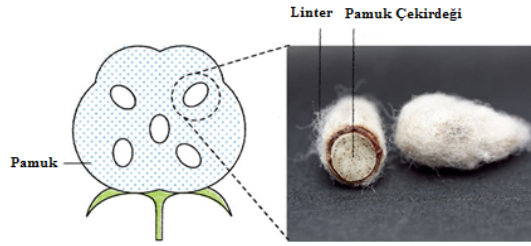
Tekstil maddelerinin ağartılmasında H_2O_2 , NaOCl , NaClO_2 , Na_2O_2 gibi oksidasyon kimyasalları kullanılmaktadır. Bu kimyasalların içinde; liflere minimum düzeyde zarar vermesi, ağırlık kaybının az olması, ağartma sonrası liflerin daha yumuşak bir tuşeye sahip oluşu gibi avantajlarından dolayı NaClO_2 en etkili ağartma kimyasalı olarak bilinmektedir.

Bu çalışmada pamuk linteri, NaClO_2 (Sodyum Klorit) ile HT (High – Temperature-Pressure Yüksek Sıcaklık-Basınç) şartları altında uygun beyazlık derecesine kadar ağartıldı ve ağartılmış pamuk linteri olarak kimyasal selüloz ihtiyacı duyan endüstrilere hammadde kazandırılması için alternatif ve etkili yeni bir prosesin oluşturulması ve proses şartlarının optimizasyonu sağlandı.

Anahtar Kelimeler: Pamuk Linteri, Ağartma, Sodyum Klorit (NaClO_2), HT (High – Temperature-Pressure Yüksek Sıcaklık-Basınç)

1. GİRİŞ

Dünyada çeşitli amaçlar için kullanılan liflerin % 61'i bitkisel kökenli olup bitkisel liflerin içerisinde pamuk toplam üretimin % 54'ü gibi büyük bir oranına sahiptir. Pamuk tekstil amaçlı kullanılan en eski elyaflardan birisidir [3]. Doğal liflerin yapay liflere oranla özellikle insan sağlığı yönünden çok olumlu özelliklere sahip olması, doğal liflere olan isteği arttırmaktadır. Bunun yanında çok kompleks bir yapıya sahip olan pamuğun yapay olarak yapılabilirliğinin henüz mümkün olmaması da, pamuk lifinin dünya lif gereksiniminde daha çok süre önemini koruyacağını bir kanıtı olarak kabul edilmektedir [4].



Şekil 1. Pamuk ve Pamuk Linteri

Tarlalardan hasat edilen ham pamuk işlenmeden önce içerisinde lif ve çekirdekleri bulunduran koza halindedir. Kütlü pamuk olarak adlandırılan bu hammaddenin iplik fabrikasına gönderilmeden önce çekirdeklerinden ve tarımsal artıklardan (toz, yaprak, vb.) ayıklanması gerekmektedir. Çekirdek ve artıklardan temizlenmiş pamuk elyafı (lif) elde etmek amacıyla tasarlanmış bu prosese çırçırılama adı verilir [5].

Kütlü pamuktan çırçırılama esnasında iplik yapımına elverişli uzun lifler ayrıldıktan sonra tohumların üzerinde çok kısa lifler kalır. Linter ismi verilen bu kalıntıların özel makinelerle temizlenmesi işlemine de linterleme denmektedir. Lif pamuğu kalitesinde ve uzunluğunda liflere sahip olmayan linter pamuğu, daha çok yatak, koltuk ve yorgan gibi eşyaların dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra linter kimyasal yapısı itibarıyla yüksek oranlarda selüloz içerdiği için, selülozun hammadde olarak kullanıldığı pek çok endüstride kullanılabilir. İlaç sanayi, kozmetik ürün üretimi, selüloz kimya endüstrisi, kâğıt endüstrisi, fotografik film üretimi, linter pamuğunun selüloz kaynağı olarak kullanıldığı pek çok alanlarından bazılarıdır [5].

1.1 Pamuk linterinin ağartılması

Pamuk linteri kendisine sarımtırak kahverengi bir renk veren yağ, vaks, doğal boyarmaddeler v.b. maddeler içermektedir. Ağartmanın amacı bu boyar maddelerin yapısını bozup, parçalayarak liflerin beyaz bir görünüme sahip olmasını sağlamaktır. Ağartma esnasında pamuk linterinin yapısında pamuğa oranla çok daha fazla oranda bulunan yaprak, çekirdek kabuğu artıkları gibi yabancı içeriklerin de uzaklaştırılması söz konusudur. Bunların yanında linterin ağartılmasında en önemli aşama, lintere rengini veren ve ortalama olarak % 5-10 oranında bulunan ligninin uzaklaştırılmasıdır. Önerilen proseste oksidatif olarak lignin yapısının parçalanılarak selüloz yapısından uzaklaştırılması söz konusudur.

Selüloz materyallerinin ağartılmasında genel olarak yükseltgen maddeler kullanılmaktadır. Bunlar; kireç kaymağı (CaOCl_2), sodyum hipoklorit (NaOCl), sodyum klorit (NaClO_2), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve sodyum peroksittir (Na_2O_2). Ancak günümüzde avantajları nedeniyle hidrojen peroksit kullanılmaktadır. Nadir olarak indirgeyici maddeler de ağartmada kullanılır. Fakat bunlar genellikle oksitleyicilerle yapılan bir ağartmadan sonra elde edilen ağartma etkilerini daha da geliştirmek için kullanılırlar [6].

Yükseltgen maddelerle yapılan ağartmalarda beyazlık, serbest oksijenin etkisi ile sağlanmaktadır. Bir yükseltgen madde lif ile beraber bulunduğu ortamda serbest oksijen açığa çıkaracak şekilde etki gösteriyorsa, bu madde o lif için ağartma maddesidir. Her yükseltgen madde pamuk linterinin ağartmacılığında ağartma maddesi olarak kullanılamamaktadır. Burada önemli olan, kullanılan ağartıcı kimyasalın pamuk liflerine göre daha kısa ve ince lif yapısına sahip olan linter selüloz yapısını fazla deforme etmeden bünyeye bağlı olan ligninin parçalanılarak uzaklaştırılmasıdır. Bu ancak amaca uygun olarak asidik şartlarda aktivite gösteren ve klordioksit (ClO_2) üreterek beklenen oksidatif ağartmayı yapabilecek sodyum klorit (NaClO_2) kullanımı ile mümkün olabilir. Ağartma performansının artırılması için yüksek sıcaklık ve yüksek basınç uygulamaları (HT proses uygulamaları gibi) optimize edilerek kullanılabilir.

2.1. Sodyum Klorit Ağartması

Sodyum klorit ve hidrojen peroksitin her ikisi de aktif oksijen açığa çıkararak ağartmayı gerçekleştirdikleri için birbirlerine benzemektedirler. Fakat sodyum kloritin doğal renk maddelerine ve yabancı maddelere karşı afinitesi olmasına rağmen life karşı hiç afinitesi yoktur. Bu yüzden sodyum kloritle yapılan ağartmalarda pamuk liflerinin zarar görme tehlikesi azdır. Oysa hidrojen peroksit ve diğer oksijen bazlı ağartıcıların çoğu yalnız yabancı maddelere değil, selüloz lifleriyle de kolaylıkla reaksiyona girebilmektedir. Bunu nedeni redoks potansiyelleri ve serbest oksijen açığa çıkarması için gerekli olan aktifleşme enerjisidir. Yapılan incelemeler hidrojen peroksit ve diğer peroksit bazlı ağartıcıların redoks potansiyellerinin yüksek, aktifleşme enerjilerinin düşük; sodyum kloritin ise aksine redoks potansiyelinin düşük, aktifleşme enerjisinin yüksek olduğunu göstermiştir [7]. Diğer ağartıcılardan hipokloritler life kolaylıkla zarar verdiklerinden soğukta, hipokloröz asit derişiminin düşük olduğu pH 9–11 arasında çalışılır. Bununla birlikte H_2O_2 ve diğer birçok peroksit bazlı ağartıcılar, ağartmada aktif tür olan perhidroksil iyonu (HO_2^-) oluşturacak pH için yine aynı aralık önerilmektedir. Gerektiğinde yüksek sıcaklıkların önerildiği bu yüksek pH değerlerindeki alkali ortam selülozun çözünmesine neden olurken liflerin zarara görmesine neden olur. Özellikle pamuklu kumaşların dayanımında bu uygulamalar oldukça önemli olumsuzluklar oluşturur. Bununla birlikte kimyasal selülozun ağartılmasında bu uygulamalar elde edilecek uç mamullerde viskozite problemlerine neden olmaktadır. Bunlara karşın sodyum klorit ağartması ise sıcakta pH 3–5 aralığında yapılmaktadır ve liflerin zarara görmesi oldukça azdır. Alkali ortamlarda yapılan ağartma işlemlerinde ortaya çıkan bu olumsuzluklar minimize edilebilmektedir.

Klorit ağartması sonucu iyi bir beyazlık sağlanır, fakat iyi bir temizleme gerçekleştirilemez. Pamuk lifleri içerisinde bulunan yağ ve mum gibi hidrofob maddelerin bir kısmı ağartmadan sonra da liflerden uzaklaştırılmadıkları için, elde edilen hidrofilik çok iyi olmaz. Fakat diğer taraftan bu maddeler liflere belirli bir yumuşaklık kazandırdıklarından, sodyum klorit ile ağartılan mamuller, diğer maddelerle ağartılmış mamullere nazaran daha yumuşak ve iyi bir tutuma sahip olmaktadır [7].

Tekstil uygulamaların da ise yağ ve mumların tamamen uzaklaştırılamaması şardonlanacak mamullerde de olumlu bir etki göstermektedir. Sodyum klorit ile ağartılmış mamullerin şardonlanması daha az pasaj ile sağlanmakta ve döküntü de daha az olmaktadır [8].

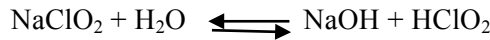
Tekstilde yapılan ağartmada 100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda HT (High – Temperature-Pressure Yüksek Sıcaklık-Basınç) kullanılması uygundur. Öncelikli avantajı homojen olarak basıncın dağılması ve sonuç olarak sıvı dolaşımının güvenli olmasını sağlar. Yüksek sıcaklık derecesinde ağartma, çeşitli liflerde özellikle reaktif grubu olmayan, az kabarık veya kabarık olmayan sentetik liflerin ağartılmasında da belirli avantajlara sahiptir [9]. Selülozik lifler HT'daki avantaj; ağartma için kullanılan bileşiğin yapıya daha iyi nüfuz etmesini sağlar. Bu sayede daha kısa bir sürede ağartma işleminin tamamlanmasını mümkün olur. Bu avantajların yanında, terbiye cihazlarında korozyona

neden olma, zehirli klordioksit gazı açığa çıkması, depolama sırasında patlama tehlikesi ve kısa süreli kesiksiz çalışma yöntemlerinin uygulanamaması gibi dezavantajları da vardır. Ancak her kimyasal proseste alınması gereken önlem ve sağlanması gereken titiz çalışma ile sorunun önüne geçilmektedir. Nitekim çok önemli ve büyük firmalar ağartıcı olarak klordioksiti proseslerinde güvenli kullanmakta ve yıllardır çevre ödülleri almaktadır [9]. Korozyona karşı bazı kimyasallar kullanılarak kısmen önlem alınmaktadır. Soyum klorit prosesinde aktif ara ürün olan klordioksit korozyonuna karşı daha mukavemetli malzemeler (ilk yatırım fazla) kullanılarak sarf malzemesi olarak korozyondan koruyucu kimyasallardan da önemli miktarda tasarruf sağlanabilmektedir.

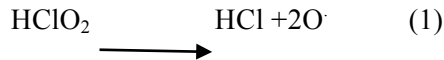
Tekstil uygulamalarında ise yaygın olarak kullanılan kimyasallardan Hidrojen Peroksit (H_2O_2) ile ağartmada birçok sorun ile karşılaşılabilir. Reaksiyon koşullarına dikkat edilmez ise, örneğin floteye fazla H_2O_2 konur ve bütün yabancı maddelerin oksitlenmesi bittiği halde, ağartma işlemine devam edilirse, organik madde selüloz makro molekülleri reaksiyona girmeye başlar ve oksiselüloz meydana gelir ki, bu da liflerin zarar görmesi demektir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda çalışılması halinde liflerde zayıflama ve yer yer hasar görülebilir [9]. Sodyum Klorit ($NaClO_2$) kullanılması durumunda lifler daha az zarar görmüş olur. Bunun yanı sıra yağlar ve vakslar tamamen yok edilmediğinden nazaran daha yumuşak bir tuşeye ve yüksek elastikiye sahip ürün elde edilmiş olur. $NaClO_2$ ile ağartma prosesinde önceden bir hidrofilleştirme adımı şart değildir böylece hamdan direkt ağartma yapılabilir. Ayrıca $NaClO_2$ ile ağartma sonrasında alkali atığı olmadığından mamulün durulanması daha kolay olur ve daha az suya gerek duyulur.

Sodyum klorit ile ağartma yapılmasında ki bir başka avantaj ise doğal renk maddelerine ve yabancı maddelere karşı afinitesi olmasına rağmen life karşı hiç afinitesi yoktur. Bu yüzden sodyum kloritle yapılan ağartmalarda pamuk liflerinin zarar görme tehlikesi azdır [8].

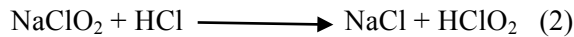
Sodyum klorit suda çözüldüğünde;



denklemine göre, bazik bir çözelti elde edilir. Agster'e göre ağartmayı sağlayan soyum kloritin kendisi veya iyonları değil klorit asitidir. Klorit asiti aşağıdaki denklemlerde belirtilen şekilde aktif oksijen açığa çıkararak ağartmayı sağlamaktadır [LİT].



Sodyum klorit çözeltisine asit ilave edildiğinde, ortamdaki klorit asiti ve miktarı dolayısıyla çözeltinin ağartma etkisi artmaktadır.



Bu çalışmada; pamuk linterini HT şartları altında $NaClO_2$ ile ağartılması için proses şartlarının optimizasyonu hedeflenmiştir

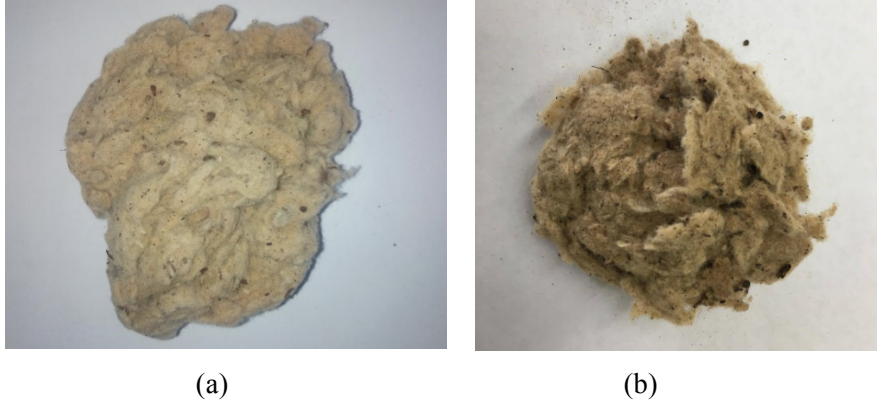
2. DENEYSEL KISIM

2.1. Materyal Metot

Pamuk linterinin kasaarlama çalışmalarında; sodyum klorit miktarı, HT şartları, kapalı-açık sistemler ve sıcaklık gibi parametreler değiştirilerek çeşitli ağartma formülasyonları oluşturulmuştur. Yapılan

laboratuvar çalışmalarında kullanılan kimyasallar teknik saflıkta olup tedarrik noktaları ve özellikleri aşağıda sıralandığı gibidir.

Ağartılması için ilgili prosesin geliştirilmesine hedef olan linterler iki farklı menşeli olarak çalışılmıştır. Bu amaçla sudan kökenli ithal bir koton linteri ile yerli piyasadan 3. kesim olarak tedarik edilmiş diğer bir linter örneği değerlendirilmiştir. Kullanılan koton linterlerinden Sudan kökenli linter %15 kaba kir içeren %5 nemli bir kaynakken, yerli linter için belirlenen kriterler ise %8 kaba kir ve %6 nem olarak belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. (a)Ham Türk Koton Linteri, (b) Ham Sudan Koton Linter

Sodyum klorit % 31'lik çözelti olarak TUROKSİ Kimya Ltd. Şti. den tedarik edilmiş ve saflaştırılmaya gerek duyulmadan teknik saflıkta hammadde olarak kullanılmıştır. Sülfürik asit, formik asit sırası ile %80'lik ve %30'luk saflıkta olup iç piyasadan teknik hammadde olarak sağlanmıştır. Sodyum nitrat ise teknikte ağartmanın yapıldığı reaktörlerde korozyonu önlemek için kullanılmakta olup doğrudan ağartma etkisi olmayıp yardımcı kimyasal niteliğindedir. Bununla birlikte uygulanan ağartma prosesine müspet veya menfi etkisinin ağartma performansı üzerindeki etkisinin belirlenmesi maksadı ile yapılan proses modellemesinde korozyon önleyici ingradient olarak kullanılmıştır. Kullanılan NaNO_3 teknik kalitede olup %98.5'lik kristal yapılıdır. Proses suyu olarak normal çeşme suyu kullanılmıştır.

2.2. Ağartma Prosesi

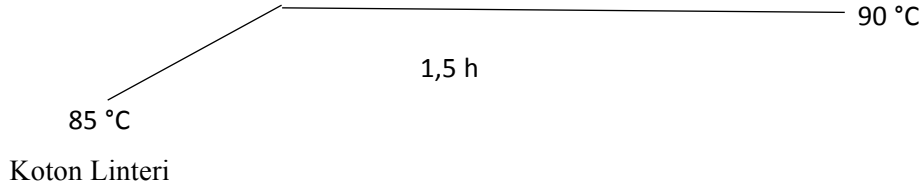
Ağartma işlemi öncesi linter numuneleri kaba kirlerden ayrılıp yıkanıp kurutulur. Kaba kirlerden ayrılmayan linter %5'lik H_2SO_4 çözeltisi ile yıkanabilir. HT şartlarını sağlanması için yüksek sıcaklık ve basınca dayanıklı reaktörler içinde gerçekleştirilen ağartma denemelerinde laboratuvar tipi HT boyama makineleri ve tüpleri HT ağartma reaktörleri olarak kullanılmıştır. IR-DYER Laboratuvar Tip IR Numune Boyama Makinesi kullanıldı (Şekil 3).

Aşağıdaki reçetede gösterilen miktarlarda kimyasallar ile ön temizleme işlemi yapılmamış ancak %5 lik H_2SO_4 çözeltisi ile yıkanmış ve durulanmış koton linteri HT şartları altında 90 °C, 1,5 saat süre 3 kez ağartma işleme tabii tutulmuştur. Flote çözeltisi ön işlem olarak hazırlandı. Asit ilavesi ile pH 3-3.4 değerine tamponlandıktan sonra ağartılacak linter flote çözeltisine homojen ıslanacak şekilde ilave edildi ve reaktörün (boyama tüpü) kapağı kapatılarak Laboratuvar Tip IR Numune Boyama Makinesi ne yerleştirildi.



Şekil 3. Ir-dyer laboratuvar tip ır numune boyama makinesi ve boyama tüpü (1000 ml).

Cihaz sıcaklık programı ilgili proses gereği oluşturuldu ve ağartma prosesi uygulandı (Şekil 4). Oda sıcaklığına soğutulan reaktörün kapağı açıldı flote çözeltisi dekante edildi ve ağartılmış linter bol su ile yıkanarak etüvde 80°C de kurutuldu (Şekil 5).



Şekil 4. Koton Linter Ağartma Prosesi Akım Şeması

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada kullanılan koton linter numunesi, özellikleri aşağıda belirtildiği gibi son derece kötü koşullarda hasat edilmiş, stokta uzun süre kalmış Sudan menşeli bir hammaddedir. Pamuk linteri HT şartları altında NaClO_2 ile üç ya da iki kademeli ağartma prosesi ile ağartılmıştır. Bu çalışmada Pamuk linterini HT şartları altında NaClO_2 ile ağartma işlemi sonunda Sudan menşeli koton linterinde ağırlık kaybı % 25 olarak bulunmuştur. Bu %25'lik oranın %15'i kaba kirliliktir ve bu kaba kirlilik ağartma işlemi öncesi yıkama ve temizle koşullarının iyileştirilmesiyle optimize edilebilir. Kalan %10'luk pay ise, bu koton lintere özgü lignindir. Bu oran yerli kaynaklardan temin edilen koton linteri için % 16 olarak belirlenmiştir. Ağartma işlemi sonrasında uzaklaştırılan kaba kirler çıkarıldığında yerli linterde belirlenen lignin %8 olarak tespit edilmiştir.