



TEKSTİL VE MÜHENDİS
(Journal of Textiles and Engineer)

<http://www.tekstilvemuhendis.org.tr>



Ultrasonik ve Klasik Yıkama Yöntemlerinin Dokuma Kumaş Termal Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi

An Investigation of the Effects of Ultrasonic and Traditional Washing Methods on Thermal Comfort Properties of Woven Fabrics

Muhammet UZUN

University of Bolton, Institute for Materials Research and Innovation, Bolton, UK
Marmara Üniversitesi, Tekstil Eğitimi Bölümü, Göztepe, İstanbul

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online): 27 Haziran 2012 (27 June 2012)

Bu makaleye atıf yapmak için (To cite this article):

Muhammet UZUN (2012): Ultrasonik ve Klasik Yıkama Yöntemlerinin Dokuma Kumaş Termal Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi, Tekstil ve Mühendis, 19: 86, 1-6.

For online version of the article: <http://dx.doi.org/10.7216/130075992012198601>

Araştırma Makalesi / Research Article

ULTRASONİK VE KLASİK YIKAMA YÖNTEMLERİNİN DOKUMA KUMAŞ TERMAL ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Muhammet UZUN

University of Bolton, Institute for Materials Research and Innovation, Bolton, UK
Marmara Üniversitesi, Tekstil Eğitimi Bölümü, Göztepe, İstanbul

*Gönderilme Tarihi / Received: 22.12.2011
Kabul Tarihi / Accepted: 22.05.2012*

ÖZET: Bu çalışmada, iki farklı (ultrasonik ve klasik) yıkama yöntemi ile yıkanmış %100 pamuk, %100 polyester (PES) ve %50/50 pamuk/PES karışım dokuma kumaşların kuru ve nemli haldeki termal konfor özellikleri incelenmiştir. Yıkama sonrası termal konfor özelliklerinin nasıl değiştiğinin bilinmesi üretilecek kumaşın kullanım alanının belirlenmesinde faydalı olacaktır. Alambeta ve Permetest cihazları kullanılarak kumaşların termal özelliklerine, yıkama yöntemlerinin, kuru ve nemli hallerin ve lif türünün etkisi karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Elde edilen test sonuçları termal konfor özelliklerinin, yıkama metodu, kuru-nemli halde olma ve lif cinsine göre değiştiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Termal konfor, ultrasonik enerji, yıkama, dokuma kumaşlar

AN INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF ULTRASONIC AND TRADITIONAL WASHING METHODS ON THERMAL COMFORT PROPERTIES OF WOVEN FABRICS

ABSTRACT: In this study, 100% cotton, 100% polyester and %50/50 cotton/PES woven fabrics were washed ultrasonically and traditionally. Determination of the thermal comfort properties of raw fabrics is important, however; the changes of the thermal comfort properties of the washed fabrics have also to be known for the better garment production. Thermal comfort properties of the unwashed and the washed fabrics' were tested in both dry and wet states. The investigation of the comfort properties were performed by using Alambeta and Permetest instruments. The effect of washing methods, dry and wet states, and of fibre types on thermal comfort properties were highlighted and compared. According to the test results the washing methods, dry-wet states and the fibre types have impact on the thermal comfort properties.

Keywords: Thermal comfort, ultrasonic energy, washing, woven fabrics

**Sorumlu Yazar/Corresponding Author: MU2MPO@bolton.ac.uk
DOI: 10.7216/130075992012198601, www.tekstilvemuhendis.org.tr*

1. GİRİŞ

Günümüzde geliştirilen ve geliştirilmekte olan yeni teknolojilerin/sistemlerin üç temel hedefi vardır. Bunlar; doğa dostu olma, üretim maliyetini düşürme ve ürüne olumlu etkidir. Ultrasonik enerjinin tekstil endüstrisinde kullanılması ile doğa dostu ve düşük maliyetli üretim öngörülmektedir. Giysi (ürün) üzerine etkisi sadece yıkama performansı ve fiziksel etki kapsamında incelenmiştir. Geleneksel yıkama ve bitim işlemleri çok miktarda su-elektrik-kimyasal tüketimi ve uzun işlem süresi gerektirirken, ultrasonik yıkama daha düşük su-elektrik-kimyasal kullanımı, daha düşük işlem süresine ve iyi yıkama performansına sahiptir. Ultrasonik enerji ile kumaşa minimum fiziksel etki ettiğinden daha az lif göçü meydana gelmektedir. Ultrasonik enerji ile yıkamada ana prensip, sıvı banyosu içerisinde oluşan yüksek frekanstaki milyonlarca kabarcığın kumaşın yüzüne etkisi ile temizleme sağlanmasıdır. Ultrasonik yıkamanın temel parametresi geçici boşalma (kavitasyon)dur [1-6]. Kumaşların boya alma özelliklerinin artırılması ultrasonik enerjinin yaş işlemlerde kullanılmasıyla mümkün olmaktadır [7-11]. Enzimatik işlemlerin etkinliğinin artırılması da ultrasonik enerji kullanımı ile mümkündür [12]. Ultrasonik enerjinin bir diğer önemli çalışma alanı ev tipi yıkamada kullanılmasına yöneliktir. Bu çalışmalarda belirli miktarda çözelti kullanılması ile ultrasonik enerji yıkama yönteminin geleneksel yıkamaya göre daha iyi performans gösterdiği saptanmıştır [13]. Ultrasonik enerjinin birçok avantajı olmasına rağmen endüstriyel veya ev tipi kullanımı için ticari olarak üretilmiş ultrasonik yıkama makinesi bulunmamaktadır.

Tasarım ve kullanım alanının yanında kumaşın termal konfor özelliklerinin bilinmesi üretilecek giysinin kalitesine direk etki eden bir faktördür. Konfor çok farklı şekillerde tanımlanmaktadır. En yaygın tanımlamalar “memnuniyet-sizliğin ve rahatsızlığın olmaması” ve “tarafsız olma hali” dir. Termal konfor, giysinin giyenin vücut sıcaklığına göre değişken şartlarda ve sıcaklıklarda bile kuru tutma yeteneğidir. Bağlı su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliği de kumaşın konfor özelliklerini tanımlayıcı role sahiptir. Lif türü (doğal, yapay v.b), iplik üretim metodu (ring, open-end v.b) ve özelliklerine (numara, büküm sayısı v.b), kumaş yapısı (örme, dokuma v.b) ve özelliklerine (incelik, atkı-çözgü sıklığı v.b) ve bitim-terbiye işlemlerine (ağarma, boyama v.b) göre giysinin termal konfor özellikleri değişmektedir. Karmaşık bir yapıya sahip olan insan-giysi etkileşiminin kantitatif olarak analiz edilmesi hâlihazırdaki cihazlarla tam olarak mümkün olmazken, termal iletkenlik, termal direnç, termal soğurganlık gibi bazı termal özellikler Alambeta test cihazıyla belirlenebilmektedir. [14- 19].

Literatürde ultrasonik yöntemle yıkanan kumaşların temizlik etkinliği, lif göçüşü gibi etkileşimleri üzerine çalışmalar bulunmasına rağmen ultrasonik enerjinin

kumaşın termal konfor özelliklerine etkisi incelenmemiştir. Sistematik olarak hazırlanmış serinin birincisi olan bu çalışmada %100 pamuk, %100 PES ve %50/50 pamuk/PES karışımı bezayağı dokuma kumaşlar üzerinde yapılan klasik ve ultrasonik yıkamanın kumaşların termal özelliklerine etkisi incelenmiştir. Yıkama yöntemleri, kuru ve nemli halleri ve lif türü karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile $\rho=0.05$ önlem seviyesinde incelenmiştir. ρ değerinin 0.05'ten büyük olması durumunda gruplar arası farklılığın önemsiz olduğu kabul edilmektedir. ρ değeri 0.05'ten daha küçük olduğu analizlerde, gruplardan en az birinin bütün gruplara kıyasla ihmal edilmeyecek derecede farklı olduğu kabul edilmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

%100 pamuk, %100 PES ve %50/%50 pamuk/PES karışımı bezayağı ham dokuma kumaş tedarik edilip, standart test metotlarına göre, gramaj, incelik ve atkı-çözgü sayıları tespit edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 1 de verilmiştir. Non-iyonik standart deterjan 1g/L oranında kullanılmıştır. Test numuneleri 25cm ×25cm hazırlanıp, 40°C'de ve 30 dakikalık yıkama süresinde 10'ar kez yıkanmıştır. Ultrasonik yıkama, Bamdelim marka ultrasonik yıkama makinesi ile 10×10% enerji altında yapılmıştır (Bamdelim Sonorex Dijital 10P, 220 volt and 205 watt). Geleneksel (klasik) yıkama işlemi laboratuvar tipi yıkama makinesinde gerçekleştirilmiştir. Durulama işlemi, yüzeyde deterjan kalmasını önlemek için yıkama sonrası iki kez tekrarlanmıştır. Bütün yıkama ve durulama işlemlerinde saf su kullanılmıştır. Kumaşlar yıkandıktan ve durulandıktan sonra standart atmosfer şartlarında kondisyonlandırılmıştır ve her yıkama kombinasyonu için kumaşın beş ön yüzü beş arka yüzü test edilerek ortalamaları alınmıştır.

Kontrol ve yıkanmış kumaşların termo-fizyolojik analizi Alambeta cihazı (Sensora Cihazları, Çek Cumhuriyeti) ile yapılmıştır. Cihaz kumaşların geçici ve kalıcı termal özelliklerini belirler ve temel prensibi, farklı sıcaklıklarda iki levhanın arasına yerleştirilen kumaşın ısı geçirme özelliğinin tespit edilmesidir. Kumaşların ön ve arkaları ayrı ayrı test edilerek ortalama değerleri hesaplanmıştır. Nemli hal, kumaşın merkezine 0.2mL su damlatılıp 4 dakika sonra termal özelliğini ne oranda geri kazandığının test edilmesidir. Kumaşların su buharı geçirgenliği ve buharlaşma ısı kaybı direnci değerleri Permetest cihazı (Sensora Cihazları, Çek Cumhuriyeti) ile ölçülmüştür. Kuru ve nemli cilt özellikleri modellenerek geliştirilen bu cihaz Hohenstein Enstitüsü tarafından tanımlanan (ISO 11092) prensibine göre çalışmaktadır ve cihazdaki gözenekli zar terleyen cilde göre tasarlanmıştır [20].

3. BULGULAR ve DEĞERLENDİRME

Alambeta ve Permetest, kumaş gramajı, inceliği ve hacimsel yoğunluğu temelli çalışmaktadır. Kumaş

özelliklerinin ölçümlere direk etkisi olduğundan bu çalışmada mümkün olduğunca aynı özellikte kumaş kullanılmıştır (Tablo 1). Alambeta cihazı ile de gayet karmaşık olan termal konfor özelliklerinin test edilmesinin zorluğundan dolayı mümkün olan en güvenli ölçüm için ortam şartları sabit tutularak test tekrar sayısı artırılmıştır. Alambeta test bulguları Tablo 2 ve Tablo 3 de gösterilmektedir.

3.1. Termal İletkenlik

Termal iletkenlik yapıların ısı akış yeteneğini tanımlar ve bir saniyede 1 milimetre kalınlığında ki kumaşın ısı

iletimini ve sıcaklık değişimini ifade eder. Termal iletkenlik aşağıdaki eşitlikle belirlenir [21,22]

$$\lambda = Q/F\tau \times \Delta T/\sigma, \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1} \quad (1)$$

Burada,

Q = ısı akış miktarı,

F = ısının iletildiği alan,

τ = ısı geçiş süresi,

ΔT = sıcaklık değişimi,

σ = kumaş inceliği.

Tablo 1. Kumaşların fiziksel özellikleri

	Gramaj (gm ⁻²)	İncelik (mm)	Hacimsel yoğunluk (gm ⁻³)	Çözgü no. (in cm)	Atkı no. (in cm)
%100 Pamuk	173	0.50	0.346	31	21
%100 PES	213	0.45	0.856	27	27
%50/50 Pamuk/PES	177	0.50	0.354	32	23

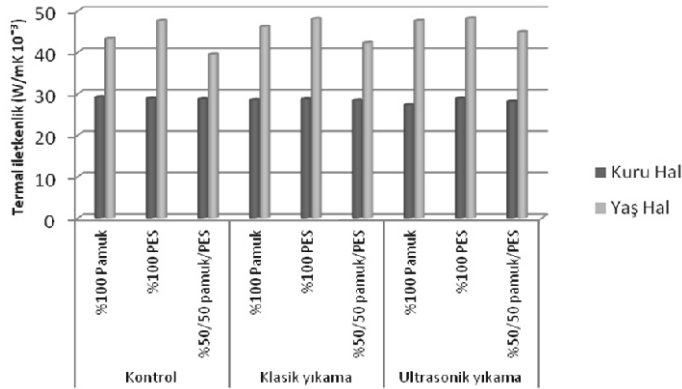
Tablo 2. Yıkamamış (kontrol), klasik ve ultrasonik yıkama yapılmış kumaşların kuru ve nemli haldeki termal konfor özellikleri

	Özellik	Kuru Hal			Nemli Hal		
		İletkenlik (W/mK×10 ⁻³)	Direnç (W ⁻¹ K m ² ×10 ⁻³)	Soğurganlık (Ws ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹)	İletkenlik (W/mK×10 ⁻³)	Direnç (W ⁻¹ K m ² ×10 ⁻³)	Soğurganlık (Ws ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹)
Kontrol	%100 pamuk	29.2	55.9	62	43.3	39.6	127
	%100 PES	28.9	48.1	40	47.6	39.2	111
	%50/50 pamuk/PES	28.7	50.2	49	39.5	28.6	155
Klasik yıkama	%100 pamuk	28.5	24.6	109	46.2	11.9	291
	%100 PES	28.7	37.5	63	48.1	23.1	207
	%50/50 pamuk/PES	28.4	27.1	88	42.3	9.2	225
Ultrasonik yıkama	%100 pamuk	27.3	22.5	131	47.6	13.5	349
	%100 PES	28.9	38.9	81	48.2	19.7	271
	%50/50 pamuk/PES	28.1	24.2	119	44.9	10.0	289

Tablo 3. Kontrol, klasik ve ultrasonik yıkama yapılmış kumaşların % geri kuruma ve Permetest analiz sonuçları

	Özellik	Alambeta	Permetest	
		% Geri kuruma	Bağıl su buharı geçirgenliği (%)	Buharlaştırıcı ısı kaybı direnci (m ² Pa W ⁻¹)
Kontrol	%100 pamuk	70.8	61.5	2.8
	%100 PES	81.5	58.1	3.4
	%50/50 pamuk/PES	57.0	58.2	3.1
Klasik yıkama	%100 pamuk	48.4	60.0	3.3
	%100 PES	61.6	57.2	3.6
	%50/50 pamuk/PES	34.0	57.1	3.5
Ultrasonik yıkama	%100 pamuk	60.0	62.2	3.4
	%100 PES	50.6	57.9	3.6
	%50/50 pamuk/PES	41.3	57.4	3.5

Bu çalışmada test edilen kumaşların termal iletkenlik değerleri 27,3 ile 48,2 W/mK×10⁻³ arasında değişmektedir (Tablo 2 ve Şekil 1). Her iki yıkama metodu da termal iletkenliği düşürmektedir. Değişim istatistikî olarak önemli seviyede (p = 0,000302) bulunmuştur. Kuru ve nemli halde yıkanan kumaşlardan en az biri, kontrol kumaş test sonuçlarından farklıdır. Bu değişimin nedeni, yıkama sırasında lif, iplik ve kumaş yapısının değişmesi kontrol-yıkanmış kumaş arasındaki farklılığı oluşturmuş olabilir. Kumaşı oluşturan lif özelliklerine bağlı olarak yıkama işlemi ipliğin/kumaşın yapısal özelliklerini etkileyebilir. Doğal lifler sentetik liflere nazaran fiziksel etkilere karşı daha dayanıksızdır. Bu çalışmada pamuk içeren kumaşların klasik yöntemle yıkanmış (kuru hal), ultrasonik yöntemle yıkanmış kumaşlardan daha yüksek iletkenliğe sahip olduğu bulunmuştur (nemli hal). Farklılık önemli seviyede bulunmamaktadır. Genel olarak bakıldığında ise nemli halde test edilen kumaşların termal iletkenlikleri kuru halde test edilen kumaşlara kıyasla daha fazladır. ANOVA verilerine göre kuru ve nemli hal arasındaki değişim istatistikî olarak farklıdır (p = 8.86 E-28). Hes'in yaptığı çalışmalar bu sonucu desteklemektedir [21, 22]. %100 PES ve %50/50 pamuk/PES karışımı kumaşlar, kontrol testlerinde %100 pamuklu kumaştan daha düşük iletkenlik değerine sahiptir. Bu durum pamuğun yüksek nem alma kabiliyetinden kaynaklanmaktadır. Farklılık istatistikî olarak önemlidir (p = 0.0034). Her iki yıkama işlemi sonrası %100 PES iletkenlik değerlerinde değişim gözlemlenmemiştir.



Şekil 1. Kontrol ve yıkanmış kumaşların termal iletkenlik değerleri

3.2. Termal Direnç

Termal direnç kumaşların incelik ve termal iletkenliğine bağlıdır. Kısaca yapının ısı akışına karşı dayanımı olarak tanımlanabilir ve matematiksel olarak aşağıdaki eşitlikle gösterilir.

$$R \text{ (m}^2\text{kW}^{-1}\text{)} = h(m)/\lambda, \text{ W}^{-1}\text{K m}^2 \times 10^{-3} \quad (2)$$

Burada:

h = kumaş inceliği

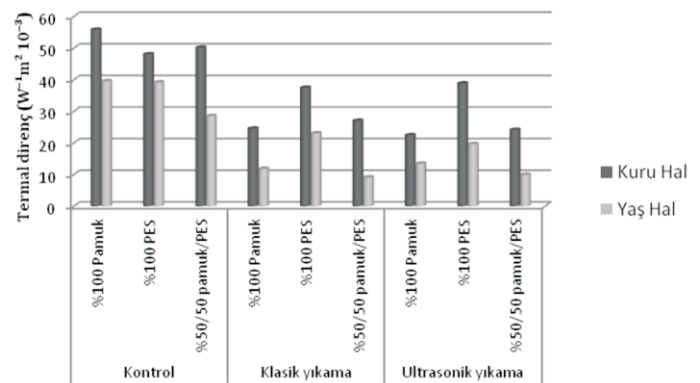
λ = termal iletkenlik

Kuru haldeki kontrol kumaşların termal dirençleri hem yıkanmış hem de nemli kumaşlara nazaran kayda değer oranda fazladır (Şekil 2). Kumaşlar yıkandıktan sonra termal dirençlerini yaklaşık %50 oranında kaybetmektedirler. Kuru ve nemli halde test edilen kumaşlarda da önemli seviyede farklılık vardır. Nemli haldeyken kumaşlar termal dirençlerini kaybetmektedirler ve değişim önemli seviyededir. Kuru halde Alambeta test cihazında bulunan levhalar arasında ölçüm sırasında hava ve ısı akışı olurken, nemli haldeki kumaşlarda nem bu akışı azaltarak termal direnç değerini düşürmektedir. Ultrasonik enerji ile yıkanan kumaşların, klasik yöntemle yıkanan kumaşlara kıyasla daha fazla termal dirence sahip olduğu görülmektedir. Levhalar arasındaki ısı akışı kumaş yapısı ile bağlantılıdır. Ultrasonik yıkamanın kumaş yapısını daha az etkilediğinden kumaşın termal direncini daha az etkilemektedir.

Kontrol %100 pamuklu kumaşların termal dirençleri %100 PES ve %50/50 pamuk/PES karışımına göre daha fazla olurken, yıkanmış kumaşlarda tam tersidir. Bu farklılığın nedeni sentetik (PES) lifin kumaşın fiziksel özelliklerine olumlu etkisi olabilir. Nemli halde test edilen %100 PES ve PES karışımı kumaş daha düşük termal dirence sahiptir. Bunun nedeni kumaş yüzeyine damlatılan 0,2 ml suyun, PES lifinin düşük yatay emicilik ve su alma karakterinden dolayı test alanı içerisinde dağılmadan kumaş yüzeyinde kalmasıdır. Düşük termal direncin kumaşa serinlik hissi verdiği göz önüne alınacak olursa ultrasonik yıkama metodunun yazlık giysi yıkanmasında faydalı olabilir.

Kumaşların ıslatıldıktan sonra tekrardan kuruma özellikleri yani % geri kazanımları (0,2 ml su ıslatılıp 4 dakika bekletildikten sonra) aşağıda ki gibi hesaplanmıştır. % geri kazanım (kuruma) = (1 - (R kuru - R nemli / R kuru) × 100)

%75 ve üstü kumaşlar daha hızlı kuruma özelliğine sahiptirler. Bu çalışmada %81.5 ile %100 PES kontrol kumaşın en yüksek kuruma değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).



Şekil 2. Kontrol ve yıkanmış kumaşların termal direnç değerleri

3.3. Termal Soğurganlık

Giysilik kumaşlar için önemli bir özellik olan termal soğurganlık, 'sıcak-soğuk' hissini yani kumaşa ilk temastaki algıyı ifade eder. Kumaşla cilt arasındaki ısı transfer oranının rakamsal tanımlanması da denilebilir. Düşük termal soğurganlık daha sıcak bir his verirken yüksek soğurganlık serin bir his verir. Alambeta cihazında bu değerler aşağıdaki formül temelli hesaplanmaktadır.

$$b = \sqrt{\lambda \times \rho \times c}, WsI^2 m^{-2} K^{-1} \quad (3)$$

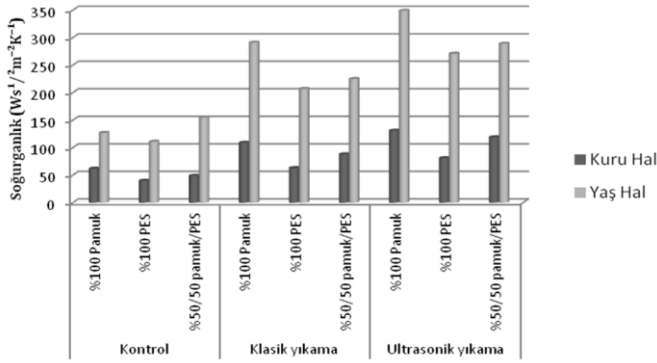
Burada:

λ = termal iletkenlik

ρ = yoğunluk

c = özgül ısı

Yıkama işlemi kumaşların termal soğurma özelliklerini arttırmaktadır (Şekil 3). Ultrasonik yıkama yapılan kumaşların soğurganlık değerleri, hem kuru hem de nemli test şartlarında klasik yıkamaya göre daha fazladır. Nemli halde test edilen bütün kumaşların termal soğurma değerleri artmıştır. Buna termal iletkenliğin nemli ortamda artması neden olmaktadır. PES içeren kumaşların PES lifinin kimyasal özelliğinden dolayı daha düşük termal soğurma yeteneğine sahip olduğu gözlenmiştir. Bu düşüş, yünlü ve yün/PES karışımı kumaşlar üzerine Behera ve Mishra tarafından yapılan çalışmada da gözlemlenmiştir [23]. Oğlakçıoğlu ve Marmaralı'nın yaptığı çalışmada da pamuklu örme kumaşın termal soğurganlığı %100 PES kumaştan yüksek bulunmuştur [24].



Şekil 3. Kontrol ve yıkanmış kumaşların termal soğurganlık değerleri

3.4. Bağlı su buharı geçirgenliği ve buhar ısı kaybı direnci

Bağlı su buharı geçirgenliği (BSBG) bir kumaşın üzerine salınan nemi ve buharı dış ortama bırakma yeteneğidir ve aşağıdaki eşitlikle belirtilir. Giysilik kumaşlarda bu değer düşük olması ve buhar direnci yüksek olması, terin ve vücut tarafından oluşan ısıнын dışarı atılışını zorlaştırır. Bu durum giyene rahatsızlık hissi verir.

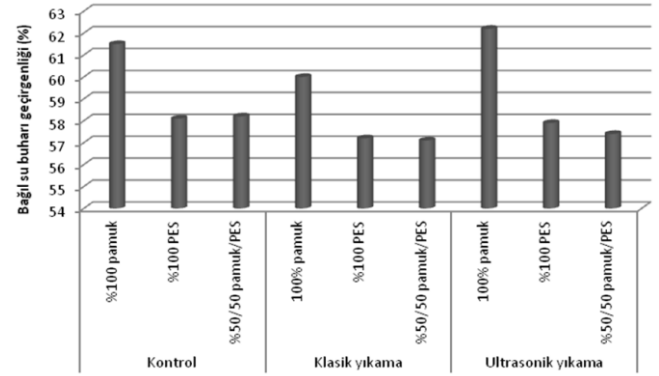
$$BSBG = Q_s(Wm^{-2}) / Q_0(Wm^{-2}) \times 100, \% \quad (4)$$

Burada;

Q_s = kumaşlı ısı akışı

Q_0 = kumaşsız ısı akışı

Yıkama işlemleri BSBG değerlerini değişik yönlerde etkilemektedir (Şekil 4). Klasik yöntemle yıkanan kumaşlar daha düşük BSBG değerine sahip olurken daha yüksek uçucu ısı kaybı direnci göstermektedirler (Tablo 3). Bütün test kombinasyonlarında %100 pamuklu kumaşların daha yüksek BSBG değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni sentetik liflerin (herhangi bir bitim işlemi görmemişse) düşük BSBG değerine sahip olması olarak gösterilebilir [23, 25].



Şekil 4. Kontrol ve yıkanmış kumaşların bağlı su buharı geçirgenlik değerleri

4.SONUÇ

Bu çalışmada kumaşların termal konfor özelliklerinin, yıkandıktan sonra nasıl değiştiği incelenmiştir. Yapılan testler sonunda yıkama işlemlerinin kumaşların termal özelliklerini önemli seviyede değiştirdiği tespit edilmiştir. Ultrasonik enerji ile yıkama metodunun, termal soğurganlık dikkate alındığında, kumaşa daha serin his kattığı söylenebilir. Ultrasonik yıkamanın konfor değerleri üzerine en önemli katkısı, kumaşa daha az fiziksel yıpranma vermesi olduğu düşünülmektedir. Klasik ve ultrasonik yıkamanın kumaşa fiziksel etkisi ile kumaşın termal konforu arasındaki etkileşim mikroskobik yöntemlerle incelendiğinde konu hakkında daha detaylı sonuçlar elde edileceği düşünülmektedir.

Nemli kumaşların termal konfor analizleri, kumaşın tere karşı tutumunu belirlediği için önemlidir. Bundan dolayı bu çalışmada kumaşların hem kuru hem de nemli ortamdaki konfor değerleri incelenmiştir. Kuru ve nemli kumaşların test sonuçlarının farklılığı istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Termal iletkenlik ve soğurganlık nemli kumaşta artarken, termal direnç tahmin edildiği üzere azalmıştır.

%100 pamuklu kumaş ile karışım kumaş arasında sentetik lif (PES) etkisinden dolayı termal konfor değerlerinde azalma ve artma gözlemlenmiştir. Genel olarak bakıldığında PES, pamuğun konfor özelliklerini olumsuz etkilemektedir.

KAYNAKLAR

1. Juan A.G.J., Gallego-Juarez M., Riera E., Acosta V., Rodríguez G., Blanco A., (2010) *Ultrasonic system for continuous washing of textiles in liquid layers*, Ultrasonics Sonochemistry 17, 234–238. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2009.06.005.
2. Sun D., Guo Q., Liu X., (2010) *Investigation into dyeing acceleration efficiency of ultrasound energy*, Ultrasonic 50, 441-446. DOI: 10.1016/j.ultras.2009.07.002.
3. Juan A.G.J., (2010) *High-power ultrasonic processing: recent developments and prospective advances*, Physics Procedia 3, 35-47. DOI: 10.1016/j.phpro.2010.01.006.
4. "Akalm M., Merdan N., Koçak D. and Usta İ., (2004) *Effects of ultrasonic energy on the wash fastness of reactive dyes*, Ultrasonic 42, 161-164. DOI: 10.1016/j.ultras.2004.02.006.
5. Canoğlu S., Gültekin B.C., Yükseloğlu S.M., (2004) *Effect of ultrasonic energy in washing of medical surgery gowns*, Ultrasonic 42, 113-119. DOI: 10.1016/j.ultras.2004.02.012.
6. Uzun M., Patel I., (2010) *Mechanical properties of ultrasonic washed organic and traditional cotton yarns*, Journal of Ach. In Materials and Manufacturing Engineering 43(2), 608-612. ISSN 1734-8412.
7. McCall, R. E., Lee, E. R., Mock, G. N., & Grady, P. L. (1998). *Improving dye yields of vats on cotton fabric using ultrasound*. AATCC Book of Papers (pp. 188–194).
8. Thakore, K. A. (1990). *Physico-chemical study on applying ultrasonics in textile dyeing*. American DyestuB Reporter, 79(5), 45–47.
9. Yachmenev, V. G., Blanchard, E. J., & Lambert, A. H. (1998). *Study of the influence of ultrasound on enzymatic treatment of cotton fabric*. AATCC Book of Papers.
10. Yachmenev, V. G., Blanchard, E. J., & Lambert, A. H. (1999). *Study of the influence of ultrasound on enzymatic treatment of cotton fabric*. Textile Colourist and Chemist & American DyestuB Reporter, 1(1), 47–51.
11. Moholkar V.S., Huitema M., Rekveld S., et al. (2002) *Characterization of an ultrasonic system using wavelet transforms*, Chemical Engineering Science 57, 617–629. DOI: 10.1016/S0009-2509(01)-9.
12. Padma S. V., Shanker R., (2008) *Ecofriendly ultrasonic natural dyeing of cotton fabric with enzyme pretreatments*, Desalination, 230, 62–69. DOI: 10.1016/j.desal.2007.11.016
13. Niemczewski B., (2007) *Observations of water cavitations intensity under practical ultrasonic cleaning conditions*, Ultrasonics Sonochemistry 14, 13–18. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2005.11.009.
14. Hes L., (2008), *Non-destruction determination of comfort parameters during marketing functional garment and clothing*, Indian Journal of Fiber and Text. Research 33, 239-245. ISSN: 0971-0426.
15. Kawabata S., (2000), *A guide line for manufacturing ideal fabrics*, International Journal of Clothing Sciences and Technology 12, 134-140. DOI: 10.1108/09556229910276296.
16. Lee C.V., Ly N.G, (1995) *Heat and moisture transfer in textile assemblies*, Textile Research Journal-Part 1 65(4), 203. DOI: 10.1177/004051759506500403.
17. Milenkovic M., Skundric P., Sokolovic R., Nikolic T., (1999) *Comfort properties of defence protective clothing*, The Scientific Journal Facta Universitatis 1(4), 101-106.
18. Li Y., (2001) *The science of clothing comfort*, Textile Progress 31 (1/2), 1-135.
19. Majumdar A., Mukhopadhyay S., Yadav R., (2010), *Thermal properties of knitted fabrics made from cotton and regenerated bamboo cellulosic fibres*, International Journal of Thermal Science 49, 2042-2048. DOI: 10.1016/j.ijthermalsci.2010.05017.
20. Pereira S., Anand S.C., Rajendran S., Wood C., (2007) *A study of the structure and properties of novel fabrics for knee braces*, Journal of Industrial Textiles 36, 279-300. DOI: 10.1177/1528083707072357.
21. Hes L., Mangat M.M., (2010), *The effect of industrial washing on thermal comfort parameters of denim fabrics*, 7th International Conference-TEXSCI, September 6-8, Liberec, Czech Republic.
22. Hes L., (2008) *Heat, moisture and air transfer properties of selected woven fabrics in wet state*, Journal of Fiber Bioengineering and Informatics 1, 57. DOI:10.3993/jfbi2200901
23. Behera B.K., Mishra R., (2007) *Comfort properties of non-conventional light weight worsted suiting fabrics*, Indian Journal of Fibre&Textile Research 32, 72-79. ISSN: 0971-0426.
24. Oğlakçioğlu N., Marmaralı A., (2007) *Thermal comfort properties of some knitted structures*, Fibres&Textiles in Eastern Europe January/December, 94-96.
25. Frydrych I., Dziworska G., Bilska J., (2004) *Comparative analysis of the thermal insulation properties of fabrics made of natural and man-made cellulose fibres*, Fibres&Textiles in Eastern Europe October/December 40-44.