



<http://dx.doi.org/10.7240/201332049>

KONVANSİYONEL VE KOMPAKT RİNG İPLİK EĞİRME YÖNTEMLERİNİN DOKUMA KUMAŞ MUKAVEMET VE TERMAL ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Muhammet UZUN^{1,2,*}

¹University of Bolton, Institute for Materials Research and Innovation BL3 5AB-Bolton, UK

²Marmara Üniversitesi, Tekstil Eğitimi Bölümü 34722-Göztepe, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada, konvansiyonel ve kompakt ring eğirme yöntemleri ile elde edilen karışım iplikler (%65/35 polyester/pamuk) kullanılarak üretilmiş dokuma kumaşların, fiziksel ve termal konfor özellikleri incelenmiştir. Kompakt ring eğirme yönteminin termal konfor özelliklerini nasıl etkilediğinin incelenmesi bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Alambeta ve Permetest cihazları kullanılarak iplik eğirme yöntemlerinin kumaşların termal özelliklerine (kuru ve nemli halde) etkisi karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Elde edilen test sonuçları kumaşların termal konfor ve mukavemet özelliklerinin ring eğirme yöntemine göre değiştiğini göstermektedir. Etkileşim istatistiki olarak önemli seviyede bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Termal konfor, mukavemet, kompakt ring, konvansiyonel ring

AN INVESTIGATION OF CONVENTIONAL AND COMPACT RING SPINNING TECHNIQUES EFFECT ON TENSILE AND THERMAL COMFORT PROPERTIES OF WOVEN FABRICS

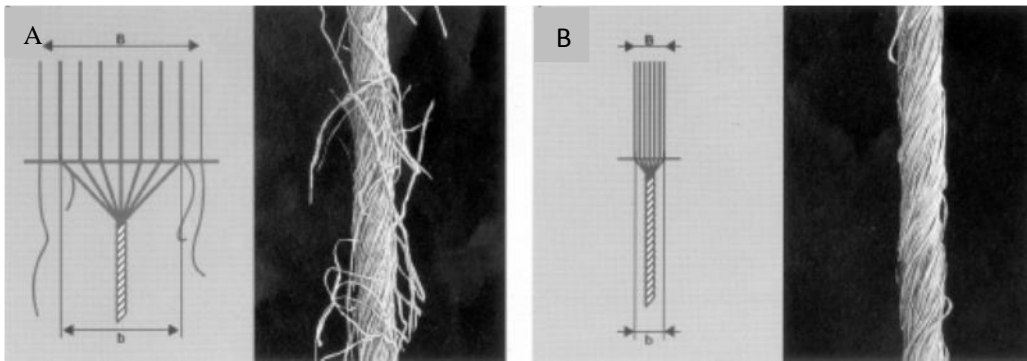
ABSTRACT

In this study, 65/35% polyester/cotton woven fabrics, which were produced by making use of conventional and compact ring spun yarns, were tested and analysed in terms of tensile and thermal comfort properties. The main purpose of this study is to highlight the effects of compact ring spinning on thermal comfort properties of woven fabrics. Investigation of comfort properties were carried out by using Alambeta and Permetest instruments. It is concluded from the results that spinning techniques have a significant impact on the thermal comfort and tensile properties of the tested fabrics.

Keywords: Thermal comfort, tensile properties, compact ring, conventional ring

1. GİRİŞ

Yeni geliştirilmiş iplik üretim yöntemlerine rağmen ring iplik eğirme yöntemi iplik üretim yöntemleri içerisindeki baskın konumunu devam ettirmektedir. Ring eğirme yöntemini diğer eğirme yöntemlerinden üstün tutan temel özellikler daha ince, daha düzgün ve daha mukavim iplik elde edilmesi olarak sıralanabilir. Ring eğirme yöntemi, kesikli iplik üretiminde en iyi özellikler sunan iplik eğirme yöntemidir [1-3]. Genel olarak iplik eğirmedeki gelişmelere bakıldığında ring eğirme yönteminin kendi kendisiyle rekabet ettiği görülecektir. Buna örnek olarak konvansiyonel ring eğirmenin gelişmiş hali kompakt ring eğirme verilebilir [1,4]. Kompakt ring eğirmenin temel prensibi, eğirme üçgeninin minimum seviyeye indirilmesi hatta ortadan kaldırılması ve buna bağlı olarak eğirme sırasında boşta kalan kenar liflerinin büküme dahil edilmesidir (Şekil 1). Bu sayede iplik çapındaki büküme dahil olan lif sayısı artırılır ve ipliğin genel özellikleri olumlu yönde geliştirilir; örnek olarak yüksek mukavemet ve iyileştirilmiş düzgünsüzlük verilebilir [5-7]. En belirgin iyileştirme, boşta kalan liflerin azalması ile daha düşük tüylülük değerlerine sahip iplik üretilmesine olanak sağlanmasıdır. Kompakt iplik eğirme sisteminden elde edilen diğer üstünlükler; iplik makinesindeki büküm seviyesinin azaltılması, eğirme limitlerinin ve çekimin artırılabilmesi, daha parlak ve daha düzgün kumaş yüzey yapısı olarak sıralanabilir [8].



Şekil 1. Konvansiyonel (A) ve kompakt (B) ring eğirme üçgenleri ve üretilmiş ipliklerin mikroskopik görüntüleri

Konfor çok farklı şekillerde tanımlanmaktadır. En yaygın tanımlamalar “memnuniyetsizliğin 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 [9-16].

Literatürde [17-18] kompakt eğirme ile üretilmiş kumaşların çeşitli özellikleri incelenmiş olmakla birlikte bu eğirme yönteminin dokuma kumaş termal özelliklerini tartışan yayın bulunmamaktadır. Bu çalışmanın temel amacı eğirme yöntemlerinin dokuma kumaş termal özelliklerine etkisinin incelenmesidir. Termal özelliklerin yanı sıra eğirme yöntemlerinin kumaş mukavemet özelliklerine etkilerinin incelenmesinde çalışma kapsamında ele alınmıştır. Elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile $p=0.05$ önlem seviyesinde incelenmiştir. p değerinin 0.05'ten büyük olması durumunda gruplar arası farklılığın önemsiz olduğu kabul edilmektedir. p 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

Konvansiyonel ve kompakt %65/35 polyester (PES)/pamuk karışımı iplikler ile üretilmiş dokuma kumaş tedarik edilip, standart test metotlarına göre, gramaj (BS EN 12127:1998), incelik (BS EN ISO 9073-2:1997) ve atkı-çözümlü sıklıkları tespit edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 1 de verilmiştir. Kumaşların temel fiziksel özelliklerinin tespitinden sonra termofizyolojik analiz için 25cm×25cm'lik test numuneleri hazırlanmıştır. Kumaşların termofizyolojik 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 [19].

Mukavemet analizi için 30cm uzunluk x 5cm genişlikte test numuneleri hazırlanmıştır. Test numuneleri kumaşın çözgü, atkı ve 45° derecelik acılarından alınmıştır. Mukavemet testi Instron® 4303 model cihaz kullanılarak yapılmıştır. Test parametreleri 200mm çene aralığı ve 300mm/dakika test hızı olarak ayarlanmıştır. Kumaşların su emicilik özellikleri 10cm×10cm kumaşların kuru ve yaş ağırlıklarına göre hesaplanmıştır. Kumaşların yaş ağırlıkları 20 dakika su içerisinde bekletilip, 5 dakika oda sıcaklığında bekletilmesi esasına dayanmaktadır. Su emicilik değerleri aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\text{Su emme kapasitesi} = \frac{(Y-K)}{K} \times 100 \quad \text{Eşitlik (1)}$$

Y = yaş ağırlık, K = kuru ağırlık

Tüm testler kumaşların standart atmosfer şartlarında kondisyonlandırılmasından sonra yapılmıştır ve her bir ölçüm on kez tekrarlanarak ortalamaları alınmıştır.

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.

Tablo 1. Kumaşların fiziksel özellikleri

	Gramaj (gm ⁻²)	İncelik (mm)	Hacimsel yoğunluk (gm ⁻³)	Çözümlü sıklık (cm)	Atkı sıklık (cm)
Konvansiyonel	124.9	0.3	0.416	59	28
Kompakt	124.7	0.3	0.415	59	28

3.1 Termal test sonuçları

Termal iletkenlik yapıların ısı akış yeteneğini tanımlar ve bir saniyede 1 milimetre kalınlığındaki kumaşın ısı iletimini ve sıcaklık değişimini ifade eder. Termal iletkenlik aşağıdaki eşitlikle belirlenir [20,21].

$$\lambda = Q / F\tau \times \Delta T / \sigma, \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1} \quad \text{Eşitlik (2)}$$

Burada,

Q = ısı akış miktarı,

F = ısının iletildiği alan,

τ = ısı geçiş süresi,

ΔT = sıcaklık değişimi,

σ = kumaş kalınlığı.

Tablo 2 ve 3'de kumaşlara ait Alambeta ve Permetest analizlerinden elde edilen veriler görülmektedir. Bu çalışmada test edilen kumaşların termal iletkenlik değerleri 21,6 ile 47,8 W/mK $\times 10^{-3}$ arasında değişmektedir. Her iki ring iplik eğirme yöntemi ile elde edilen kumaşların yaklaşık aynı oranda termal iletkenlik değerine sahip olduğu görülmektedir. Kuru halde termal iletkenlik değerleri arasında istatistikî açıdan fark bulunmamaktadır. Nemli halde konvansiyonel kumaş kompakt kumaşa nazaran daha fazla iletkenlik değerine sahiptir. Bu farklılık kumaşların su emicilik özelliklerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Tablo 3). Bilindiği gibi su ileri derecede iletkenlik özelliğine sahiptir. 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 anlamlıdır (p = 5.91 E-18). Yazarın önceki çalışmalarında da benzer sonuçlar gözlenmiştir [9,10]. Diğer yandan Hes' in yaptığı çalışmalar da bu sonucu desteklemektedir [20, 21].

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

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

Burada:

h = kumaş inceliği

λ = termal iletkenlik

Konvansiyonel iplik ile üretilmiş kumaşlar hem kuru hem de nemli halde kompakt iplik ile üretilmiş kumaşlardan daha fazla termal direnç değerine sahip olduğu gözlenmiştir. 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. Konvansiyonel iplik ile üretilmiş kumaşların daha yüksek termal direnç göstermesinin nedeni iplik yapısındaki düzgünsüzlük olduğu düşünülmektedir. Yazar tarafından yapılan bir çalışmada, ultrasonik enerji ile yıkanan pamuk/PES karışımı kumaşın, klasik yöntemle yıkanan kumaşlara kıyasla kuru halde daha düşük 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 etkilediği düşünülmektedir [9]. Benzer varsayımın kompakt kumaş için de geçerli olduğu düşünülmektedir. Diğer bir değişle kompakt iplik düzgünsüzlük değerinin iyi olması kumaş termal direnç özelliklerini olumlu etkilediği düşünülmektedir. Düşük termal direncin kumaşa serinlik hissi verdiği göz önüne alınacak olursa kompakt ring eğirme yönteminin konvansiyonel ring eğirme yöntemine nazaran daha üstün olduğu söylenebilir.

Kumaşların ıslatıldıktan sonra tekrar kuruma özellikleri yani % geri kazanımları (0,2 ml su ıslatılıp 4 dakika bekletildikten sonra) aşağıda ki gibi hesaplanmıştır.

$$\% \text{ geri kazanım (kuruma)} = (1 - (R \text{ kuru} - R \text{ nemli} / R \text{ kuru}) \times 100) \quad \text{Eşitlik (4)}$$

Değerin %75 ve üstü olması, kumaşların daha hızlı kuruma özelliğine sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada her iki kumaşın da düşük kuruma yüzdelerine sahip olduğu gözlenmiştir. Bu bulgular önceki çalışma ile aynı yöndedir [9]. Konvansiyonel kumaş daha yüksek kuruma değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedenin kompakt iplik yapısının konvansiyonel iplik yapısına göre daha kapalı (uniform) olduğu söylenebilir. Daha düzgün büküm ve düşük düzgünsüzlük değerleri kuruma özelliklerini doğrudan etkileyen parametrelerdir.

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.

$$b = \sqrt{\lambda \times \rho \times c}, \text{ WsI}^{1/2} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1} \quad \text{Eşitlik (5)}$$

Burada:

λ = termal iletkenlik

ρ = yoğunluk

c = özgül ısı

Termal iletkenlik değerlerinde de gözlemlendiği gibi kuru halde eğirme yöntemleri arasında termal soğurganlık değerleri açısından önemli fark bulunmamakla birlikte nemli halde test edilen numunelerde konvansiyonel eğrilmiş ipliklerden oluşan kumaş oldukça yüksek termal soğurganlık değerine sahiptir. Nemli halde test edilen bütün kumaşların termal soğurma değerleri artmıştır. Buna termal iletkenliğin nemli ortamda artması neden olmaktadır.

Tablo 2. Kumaşların kuru ve nemli haldeki termal konfor özellikleri

Özellik	Kuru Hal			Nemli Hal		
	Termal İletkenlik (W/mK×10 ⁻³)	Termal Direnç (W ⁻¹ K m ² ×10 ⁻³)	Termal Soğurganlık (Ws ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹)	Termal İletkenlik (W/mK×10 ⁻³)	Termal Direnç (W ⁻¹ K m ² ×10 ⁻³)	Termal Soğurganlık (Ws ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹)
Konvansiyonel	21.6	11.1	116	47.8	6.8	391
Kompakt	22.3	9.3	121	45.2	5.2	308

3.1.1 Bağlı su buharı geçirgenliği ve buharlaşıcı 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 direncin yüksek olması, terin ve vücut tarafından oluşan ısının dışarı atılışını zorlaştırır. Bu durum giyene rahatsızlık hissi verir.

$$BSBG = Q_s (Wm^{-2}) / Q_0 (Wm^{-2}) \times 100, \% \quad \text{Eşitlik (6)}$$

Burada;

Q_s = kumaşlı ısı akışı

Q_0 = kumaşsız ısı akışı

Tablo 3'te görüldüğü gibi iplik eğirme yöntemleri BSBG değerlerini bir miktar etkilemektedir. Kompakt eğrilmiş iplikten oluşan dokuma kumaş daha yüksek BSBG değerine sahip olmakla birlikte iki eğirme yönteminde de benzer BSBG değerleri elde edilmiştir. Kompakt kumaşlar daha yüksek BSBG değerine sahip olurken daha düşük uçucu ısı kaybı direnci göstermektedirler. Bu değerler yine Tablo 3'te verilen su emicilik özellikleri ile açıklanabilir. Konvansiyonel kumaş daha yüksek su emicilik değerine sahip olması BSBG özelliğini doğrudan etkilemiştir. Bu kumaşlar su buharını absorbe edip daha geç salarken, kompakt kumaşlar su buharını daha az absorbe edip daha hızlı su buharı transfer gerçekleştirdikleri düşünülmektedir. Bu çalışmada ki önemli bulgulardan biri kumaşların su emiciliğinin kumaş termal özelliklerine etkisinin açık bir şekilde bulunmasıdır.

Tablo 3. Kumaşların % geri kuruma ve Permetest analiz sonuçları

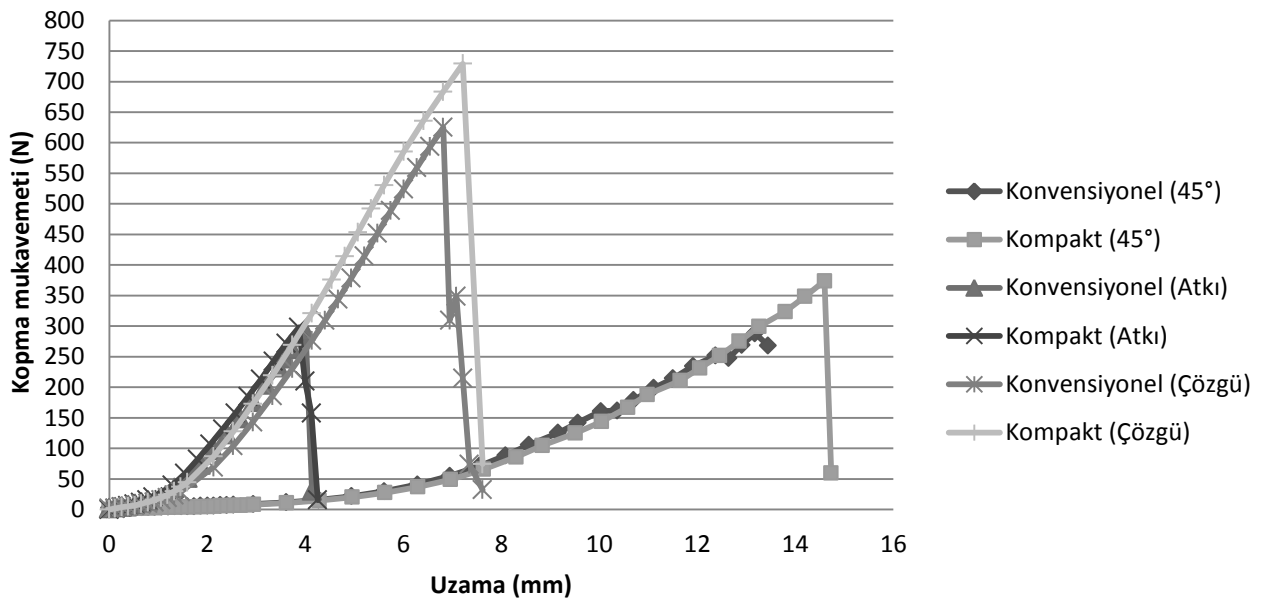
Özellik	Alambeta	Permetest		Su emicilik (gg ⁻¹)
	% Geri kuruma	Bağlı su buharı geçirgenliği (%)	Buharlaşıcı ısı kaybı direnci (m ² Pa W ⁻¹)	
Konvansiyonel	61.3	71.3	2.1	1.13
Kompakt	55.9	73.1	1.9	0.99

3.2 Kumaşların kopma mukavemeti ve uzaması

İplik üretim yöntemlerinin kumaş mukavemet özelliklerini nasıl etkilediği çalışma kapsamında ele alınmıştır ve kumaşların kopma mukavemeti ve kopma uzama değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Beklendiği gibi çözgü yönündeki kopma mukavemeti atkı yönündekinden önemli seviyede yüksek bulunmuştur. Bu farklılık çözgü ve atkı yönündeki iplik sayısının sıklık farklılığından kaynaklanmıştır. Mukavemet sonuçlarından görüldüğü üzere iplik eğirme yönteminin kumaş parametrelerini doğrudan etkilediği söylenebilir. Test edilen üç yönde de - çözgü, atkı ve 45° açı- kompakt iplik içeren kumaşın daha yüksek mukavemet değerine sahip olduğu bulunmuştur. Farklılık istatistikî açıdan önemlidir. Kompakt iplik ile üretilmiş kumaşların mukavemet değerleri çözgü ve 45° test yönünde konvansiyonel iplik ile üretilmiş ipliklere nazaran oldukça yüksektir. Atkı yönündeki mukavemet değerleri arasında istatistikî açıdan önemli bir farklılık bulunmamıştır. Bu durum atkı yönündeki iplik sıklığının çözgü yönündeki iplik sıklığından daha az olması göz önüne alınarak değerlendirilmelidir. Bu çalışmada iplik üretim yöntemlerinin kumaş mukavemet özelliklerini etkilediği görülmektedir. Önceki çalışmalarda da tartışıldığı gibi kompakt iplik yapısının daha paralel ve bükümlerin daha düzenli olmasından dolayı konvansiyonel ipliklere nazaran üstün mukavemet özellikleri sergilemektedir [17]. Kopma mukavemet değerlerinin aksine kopma uzamaları arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Tablo 4. Kumaşları mukavemet, uzama ve tenacity değerleri

Mukavemet Özellikleri	Konvansiyonel	Kompakt
Çözgü kopma mukavemeti (N)	625	729
Atkı kopma mukavemeti (N)	291	298
45° kopma mukavemeti (N)	288	373
Çözgü kopma uzaması (mm)	7.6	7.6
Atkı kopma uzaması (mm)	4.2	4.2
45° kopma uzaması (mm)	13.4	14.7



Şekil 1. Kumaşları mukavemet ve uzama değerleri

4.SONUÇ

Bu çalışmada iplik eğirme yöntemlerinin kumaşların termal konfor ve mukavemet özelliklerini ne yönde etkilediği incelenmiştir. Yapılan testler sonunda iplik eğirme yöntemlerinin kumaşların termal ve mukavemet özelliklerini önemli seviyede etkilediği tespit edilmiştir. Dikkate değer bulgulardan bir tanesi konvansiyonel iplik ile üretilen kumaşların daha yüksek su emicilik değerine sahip olmasıdır. Genel termal özelliklerin kumaşların su emicilik özelliği ile doğrudan ilişkili olduğu gözlenmiştir.

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.

Kompakt ipliklerin daha düzgün yapısından dolayı bu ipliklerle üretilen kumaşların mukavemet değerleri konvansiyonel iplikle üretilen kumaşlara nazaran dikkate değer oranda fazla olduğu bulunmuştur. Diğer bir deyişle kompakt iplik eğirmede büküme giren lif sayısının artması iplik mukavemetini attırmakta ve doğru orantılı olarak kumaş mukavemeti de artmaktadır.

KAYNAKLAR

- 1- Krifa M., Ethridge M.D., (2006), *Compact Spinning Effect on Cotton Yarn Quality: Interactions with Fiber Characteristics*, Textile Research Journal, 76(5), 388-399.
- 2- Wulfhorst, B.: (Çev. Demir A. ve Torun A), (2003), *Tekstil Üretim Yöntemleri*, İ.T.Ü., 75-92.
- 3- Mourad K., Ethridge D., (2004), *A Qualitative Approach to Estimating Cotton Spinnability Limits*, Textile Research Journal, 74(7), 611-616.
- 4- Madran T., (1999), *İplikte Tüylülük*, Tekstil Maraton, 46-47.
- 5- Artz P. (1999) *Short staple spinning on the way to new yarn structures and better raw material utilisation*, International Textile Bulletin, 4:16-23.
- 6- Wu T., Xie C., Su X., et al. (2011) *A Modified Ring Spinning System with Various Diagonal Yarn Path Offsets*, Procedia Engineering 18, 1-6.
- 7- Altas S., Kadoglu H., (2012) *Comparison of Conventional Ring, Mechanical Compact and Pneumatic Compact Yarn Spinning Systems*, Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 7(1), 87-100.
- 8- Egbers G., (1999), *ITMA 1999 light at the end of the tunnel*, International Textile Bulletin, 4:11-15.
- 9- Uzun M., (2012), *An investigation of the effects of ultrasonic and traditional washing methods on thermal comfort properties of woven fabrics*, Journal of Textiles and Engineer, 19(86):1-6.
- 10- Uzun M., (2013), *Ultrasonic washing effect on thermophysiological properties of natural fabrics*, Journal of Engineered Fibres and Fabrics, 8 (1).

- 11- 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.
- 12- Kawabata S., (2000), *A guide line for manufacturing ideal fabrics*, International Journal of Clothing Sciences and Technology 12, 134-140.
- 13- Lee C.V., Ly N.G, (1995) *Heat and moisture transfer in textile assemblies*, Textile Research Journal-Part 1 65(4), 203. DOI: 10.1177/00405175950650040
- 14- Milenkovic M., Skundric P., Sokolovic R., Nikolicl T., (1999) *Comfort properties of defence protective clothing*, The Scientific Journal Facta Universitatis 1(4), 101-106.
- 15- Li Y., (2001), *The science of clothing comfort*, Textile Progress 31 (1/2), 1-135.
- 16- 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.
- 17- Omeroglu S., (2005), *An investigation about bursting strength and pilling performance of knitted fabrics made from ring and compact yarns*, Pamukkale University Engineering College, Journal of Engineering Sciences, 11(3): 357-360.
- 18- Dönmez Kretzschmar S., Özgüney A.T., Özçelik G., et.al, (2007), *The comparison of cotton knitted fabric properties made of compact and conventional ring yarns before and after the dyeing process*, Textile Research Journal, 77: 233-241.
- 19- 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.
- 20- 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.
- 21- 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/jfbi12200901.