



## **Farklı Karışım Oranlarında Kenevir Lifi Kullanımının ve İplik Numarasının İplik ve Kumaş Özelliklerine Etkisi**

### **The Effects of Yarn Count and Hemp Fiber Blending Ratios on Yarn and Fabric Properties**

**Nuriye Kertmen<sup>1\*</sup>, Nida Yıldırım<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> İskur Denim İşletmeleri San. Ve Tic. A.Ş., Kahramanmaraş, TÜRKİYE

<sup>2</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon Meslek Yüksekokulu, Trabzon, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar / Corresponding Author \*: [nuriye.kertmen@iskurdenim.com](mailto:nuriye.kertmen@iskurdenim.com)

Geliş Tarihi / Received: 01.10.2021

Araştırma Makalesi/Research Article

Kabul Tarihi / Accepted: 01.03.2022

DOI:10.21205/deufmd.2022247207

Atıf şekli/How to cite: KERTMEN, N., YILDIRIM, N. (2022). Farklı Karışım Oranlarında Kenevir Lifi Kullanımının ve İplik Numarasının İplik ve Kumaş Özelliklerine Etkisi. DEÜ FMD 24(72), 763-772.

#### **Öz**

Bu çalışmada Ne 20/1 ve Ne 30/1 iplik numaralarında % 100 pamuk, % 95-5 pamuk/kenevir ve % 85-15 pamuk/kenevir oranlarına sahip 6 farklı karde iplik üretilmiş ve ipliklerin kalın-ince yer, neps, düzgünlük, tüylülük, kopma mukavemeti ve uzaması özellikleri incelenmiştir. Daha sonra kontrollü olarak üretilen bu iplikler kullanılarak aynı makinede örme (süprem) kumaş üretimleri gerçekleştirilmiştir. İplik numarasının ve kenevir oranının örme kumaşların patlama mukavemeti, boncuklanma dayanımı ve dökümlülük özelliklerinin yanı sıra ısı direnci ve su buharı geçirgenliği özelliklerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre tüm iplikler için iplik inceliği arttıkça hata değerleri ve düzgünlük artmış; tüylülük ve kopma mukavemeti azalmıştır. Kenevir oranı arttıkça hata değerleri, düzgünlük ve tüylülük artmış; kopma mukavemeti ve uzaması azalmıştır. Örme kumaşların ortalama dökümlülük katsayısı değerleri incelendiğinde, iplik kalınlıkla birlikte kumaş dökümlülüğü azalmıştır. Diğer yandan kumaştaki kenevir oranı arttıkça kumaş dökümlülüğü artmıştır ve kenevir lifleri, örme kumaşların dökümlülüğüne olumlu yönde etki etmiştir. Örme kumaşların patlama mukavemetleri ipliklerin kopma mukavemeti değerlerinden etkilenmiş olup, kenevir içeriği arttıkça patlama mukavemeti azalmıştır. % 100 pamuklu kumaşların boncuklanma derecesi en düşük bulunmuştur. İplikler incelendiğinde su buharı geçirgenliği değerleri artmıştır. Ayrıca kumaşlardaki kenevir oranı arttıkça su buharı geçirgenliği değerinin azaldığı, ısı direnci değerlerinin kısmen arttığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Kenevir Lifi, Boncuklanma, Dökümlülük, Patlama Mukavemeti, Isıl Konfor.

#### **Abstract**

In this study, 6 different carded yarns with 100% cotton, 95-5% cotton/hemp, and 85-15% cotton/hemp ratios were produced in Ne 20/1 and Ne 30/1 yarn counts and the thick-thin places, neps, unevenness, hairiness, breaking strength and elongation properties of the yarns were investigated. Later, knitted (single jersey) fabrics were produced on the same machine with these yarns. The effects of yarn count and hemp ratio on bursting strength, pilling resistance, and draping

properties of knitted fabrics, as well as thermal resistance and water vapor permeability were investigated. According to the test results, as the yarn count increased, IPI values, and unevenness increased, and the hairiness and breaking strength values decreased. As the hemp ratio increased, IPI values, unevenness and hairiness increased, and the breaking strength and elongation decreased. When the average drape coefficient values of the knitted fabrics were examined, it was observed that the fabric drape decreased as the yarn count decreased. In addition, as the hemp ratio increased, fabric drape increased and hemp fibers had a positive effect on the drape of knitted fabrics. The bursting strength of knitted fabrics was affected by the breaking strength values of the yarns, and the bursting strength decreased as the hemp content increased. The pilling degree of 100 % cotton fabrics was discovered to be the lowest. When the yarn count increased, the water vapor permeability values increased. In addition, it was observed that when the hemp content in the fabrics increased, thermal resistance values increased partially and the water vapor permeability value decreased.

**Keywords:** *Hemp Fiber, Pilling, Drape, Burst Strength, Thermal Comfort.*

## 1. Giriş

Yirminci yüzyılın sonlarından itibaren, küresel çevre kirliliğinin artmasıyla birlikte tüketiciler; geri dönüştürülebilir, “yeşil kaynaklar” olarak adlandırılan ve çevreyi kirliletmeyen hammaddelere yönelmişlerdir [1]. Ekolojik eğilimlerin yaygınlaşmasının bir sonucu olarak endüstriyel ürünlerin daha çevreci bir yaşam döngüsü ile tasarlanması ve üretim süreçlerinde kullanılan teknolojinin buna uygun belirlenmesi gerekmektedir [2]. Bu noktada, tekstil liflerinin en eskilerinden olan kenevir, tüketicilerin dikkatini yeniden çekmeyi başarmıştır [1]. Kenevir, bilinen en sürdürülebilir tekstil ürünlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Kenevir liflerinin karbon ve su ayak izi diğer doğal liflerden çok daha azdır. Kenevir, yetişmesi sırasında hektar başına 22-44 ton CO<sub>2</sub>' i bünyesine alarak havayı temizlemektedir. Aynı miktar pamuğun yetiştirilmesiyle kıyaslandığında 3'te 1 oranında daha az toprak ve 20'de 1 oranında daha az su gerektirmektedir. Yağış alan bölgelerde yetişen kenevir bitkisinin büyümesi sırasında yağmur suyu yeterli olmakta ve fazladan sulamaya ihtiyaç duyulmamaktadır. Endüstriyel kenevirin yetiştirilmesi sırasında liflere böcekler yaklaşmadığından tarım ilacı kullanımına da gerek kalmamaktadır. Kenevir bitkisi çok hızlı büyümekte ve belirli yüksekliğe geldiğinde (2-4 metre) saplar birbirine iyice yaklaştığından yabani otların da gelişimine izin vermemektedir. Böylece herbisit kullanımına ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu bakımdan, kenevir lifleri doğal yetiştirme şekli gereği organik özelliktedir ve biyolojik olarak % 100

parçalanabilir [3]. Önümüzdeki yirmi ila otuz yıl içerisinde dünya nüfusunun yaklaşık 2,5 milyar daha artacak olmasının, gıdada % 43' lük ve tekstil liflerinde % 80' den fazla ek bir talep artışıyla sonuçlanacağı tahmin edilmektedir. Artan taleple birlikte, emicilik ve nem yönetimi gibi belirli özellikler nedeniyle tüm tekstil liflerinin yaklaşık üçte birinin selülozik esaslı lifler olması gerektiği bildirilmektedir [4]. Kenevir, bitki sapından elde edilen tekstil lifleri ve kenevir tohumlarından elde edilen yağı için yetiştirilen, verimliliği yüksek, yıllık, endüstriyel bir mahsuldür. Binlerce yıldır kenevir, insanın en temel ihtiyaçları olan giysi, barınak ve gıda için dünya çapında kullanılan bir lif ve tohum kaynağı olmuştur [5]. Kenevir lifleri (Cannabis Sativa), lignoselüloz esaslı liflerdir ve kimyasal yapısında ~% 67 selüloz, ~% 16 hemiselüloz, ~% 0.8 pektin, ~% 3.3 lignin ve ~% 0.7 yağ ve mum içermektedirler [6]. Kenevir, yüksek nem emme, yüksek UV direnci, antibakteriyel özellik, boncuklanma dayanımı ve hipoalerjenik özelliklere sahiptir [7-9]. Sak liflerinin gözenekli yapısı nedeniyle, kenevir lifleri ısı yalıtımı için de uygundur [10]. Kenevir lifi iyi örtme kabiliyetine sahiptir ve kenevirde üretilen kumaşlar oldukça yüksek hava geçirgenliğine sahip kumaşlardır [11]. Biyo-kompozit malzemeler için takviye olarak da kullanılan kenevir lifleri düşük maliyet, hafiflik, yüksek özgül mukavemet ve yüksek gerilme mukavemetine sahiptir [12-13]. Pamuk liflerine kıyasla kenevir lifleri 3 kat daha dayanıklıdır [14]. Kenevir lifleri; örme, dokuma veya denim kumaş şeklinde üretilip hazır giyimde

kullanılmasının yanı sıra çanta ve çorap üretiminde de yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Teknik tekstillerde ise kordon, ağ, kanvas ve halı üretimi için tercih edilmektedir. Tekstil endüstrisinin yanı sıra plastik, otomotiv ve ambalaj endüstrilerinde de kullanılmaktadırlar [7, 15].

Giysiler, insan vücudu ile sürekli temas halinde ve insanın ısı konfor algısı için son derece önemli olan bir mikro-iklim ortamı oluştururlar. Bir tekstil malzemesinin termal açıdan konforlu olarak değerlendirilebilmesi için nemi ve ısıyı transfer etme yeteneğinin yüksek olması gerekmektedir. Buhar formundaki ter, tekstil malzemesindeki lifler aracılığıyla moleküler difüzyona uğramakta ve iletilmektedir. Liflerin kimyasal yapısına bağlı olarak nem emilimi değişmektedir [16]. Kenevir lifleri, çok miktarda polar hidrofilik grup içeren selüloz esaslı liflerdir. Bu yapılarından dolayı, mükemmel nem emme, hızlı kuruma, hava geçirgenliği ve serinlik hissi verme özelliklerine sahiptirler [1]. Kenevir liflerinin serin tutma özelliği yazlık kumaşlar için büyük bir avantaj oluşturmaktadır. Ayrıca kenevir lifleri vücuttaki teri hızlıca emerek ve serbest bırakarak vücut ile giysi arasındaki mikro-iklim ortamının düzenlenmesine yardımcı olmaktadır [7, 15].

Stankovic ve ark. (2008), çalışmalarında kullandıkları kenevir, pamuk, viskon ve karışımlarından oluşan örme kumaşların termal davranışlarını incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, kenevirden üretilen örme kumaşların en düşük; viskondan üretilen örme kumaşların ise en yüksek termal iletkenlik değerine sahip olduğunu bulmuşlardır. Bununla birlikte kenevir lifleri arasındaki ısı transferinin pamuğa göre daha iyi olmasından dolayı, pamuk-kenevir karışımı kumaşlarda kenevirin ısı transferine olumlu katkı sağladığını ifade etmişlerdir [17]. Chidambaram ve ark.(2012), süprem örme kumaş yapısında pamuk, rejenere bambu karışımı ipliklerden yapılmış kumaşların ısı konfor özelliklerini incelemişler ve kumaşlardaki bambu içeriği arttıkça ısı iletkenliğinin azaldığını tespit etmişlerdir. Aynı zamanda çalışma kapsamında incelenen hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenlik özelliklerinin de, bambu oranının artmasıyla arttığı sonucuna ulaşmışlardır [18]. Novakovic ve ark. (2015), çalışmalarında örme kumaşların nem yönetim kabiliyetini (su buharı ve ter sızıntısı açısından) lif, iplik ve kumaş düzeyinde

incelemeyi amaçlamışlardır. Bu kapsamda, kontrollü koşullar altında doğal ve rejenere selüloz liflerinden yapılan ipliklerden örme kumaşlar üretilmiş ve kumaşları, su buharı ve sıvı geçirgenlik testlerine tabi tutmuşlardır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, viskon liflerinden üretilen kumaşların tüylülük derecesi yüksek iken; kenevir liflerinden üretilen kumaşların tüylülük derecesi düşük çıkmıştır. Gözeneklilik miktarı en yüksek olan pamuklu örme kumaşlar, en düşük hava geçirgenliği değerini sergilemiştir. Bu durumun sebebi, pamuklu örme kumaşı oluşturan Open End ipliklerin kumaşın gözenekli bir yapı kazanmasına katkı sağlaması ancak gevşek iplik yapısı nedeniyle kumaştaki makro gözenekleri kapatması olarak yorumlanmıştır. Gözenekliliği en az olan kenevirli örme kumaşlar ise en yüksek hava geçirgenliği değerine sahip olmuştur. Bu durumun sebebi ise ring eğirme yöntemiyle üretilen kenevirli ipliklerin daha yoğun ve sıkı yapısının, örme kumaşta iplikler arasında daha fazla boşluk oluşmasını sağlayarak kumaşa daha gözenekli bir yapı kazandırması böylece de hava geçirgenliğini artırması şeklinde yorumlanmıştır [16]. Yıldız (2019) çalışmasında; pamuk, viskon, polyester, Umorfil (protein), Umorfil/pamuk karışımı liflerden üretilen ipliklerle süprem örme kumaşlar üretilmiş ve kumaşların performans özelliklerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Buna göre protein lifi içeren kumaşların patlama mukavemeti, pamuk ve polyestere göre daha düşük; rejenere selüloz lifine kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Öte yandan, protein lifi ve karışımı kumaşların su buharı direnci değerleri pamuk lifinden düşük, polyester ve viskon lifinden yüksek çıkmıştır. Selüloz esaslı kumaşların termal iletkenlik değerleri ise; protein esaslı kumaşlara göre daha yüksek bulunmuştur [19]. Novakovic ve ark. (2020), süprem örme kumaş yapısında ve aynı doğrusal yoğunluğa sahip kenevir, PAN (Poliakrilonitril) ipliklerden üretilen örme kumaşların termal davranışlarını incelemişlerdir. Bu çalışma kapsamında örme kumaş yapılarının yıkama sonrası boyutsal değişimlere ve aşınma dayanımına etkisini de araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, kenevir liflerinin kumaşların termal özellikleri üzerine olumlu etkiye sahip olmasıyla birlikte ısı iletkenliğinin diğer kumaşlara göre yüksek olduğu sonucuna varmışlardır. Aşınma test değerlerine göre geometrisinde en fazla

değişikliğe uğrayan kumaşların kenevir/PAN karışımı örme kumaşlar olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun sebebini ise aşınmadan sonra örme yapılarında artan iplik agregasyonundan etkilenmesi şeklinde yorumlamışlardır [20].

Kenevir lifleri en eski tekstil liflerinden biri olmasına rağmen bu liflerden üretilmiş kumaşların hem fiziksel hem de termal davranışlarının incelenmesi konusunda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Üstelik kenevir içeren kumaşların geliştirilmesi yeniden popüler bir konu haline gelmiştir. Literatür bilgisi incelendiğinde bu konuda yapılan çalışmaların az sayıda olduğu görülmüştür ve çalışmalarda çoğunlukla işlem görmemiş kenevir lifleri tercih edilmiştir. Bu çalışma kapsamında kullanılan kenevir lifleri kotonize edilmiş olmalarıyla ön plana çıkmaktadırlar. Bu amaçla, farklı iplik numaralarında kenevir ve pamuk karışımı iplikler ve bu iplikler kullanılarak örme (süprem) kumaşlar üretilmiştir. İplik numarasının yanı sıra kenevir karışım oranının örme kumaşların dökümlülük, boncuklanma, patlama mukavemeti, su buharı geçirgenliği ve ısı direnç özelliklerine etkisi açıklanmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar iki faktörlü varyans analizi (ANOVA) ile SPSS 22.0 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilip yorumlanmıştır. SNK (Student Newman-Keuls) çoklu karşılaştırma testi ile faktör seviyeleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olup olmadığı değerlendirilmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Çalışma kapsamında ilk olarak 2 farklı iplik numarası ile ağırlıkça % 100 pamuk (P), % 95 pamuk-% 5 kenevir ve % 85 pamuk-% 15 kenevir karışımı aynı büküm katsayısına sahip ( $\alpha_e=5.3$ ) karde iplikler üretilmiştir. İplik üretimlerinde Belçika menşeli ithal ve mekanik olarak kotonize edilmiş kenevir lifi (K) kullanılmıştır. Mekanik kotonize işleminde endüstriyel kenevir elyafı, kaba liflerinden arındırıldıktan sonra mekanik olarak inceltirilmiştir.

Kenevir lifinin özellikleri Tübitak BUTAL Test Laboratuvarı'nda ölçtürülmüş olup; tek lif uzunluğu (sak lifleri için) (TS 715 ISO 6989), 43 mm; tek lif mukavemeti (sak lifleri için) (TS EN

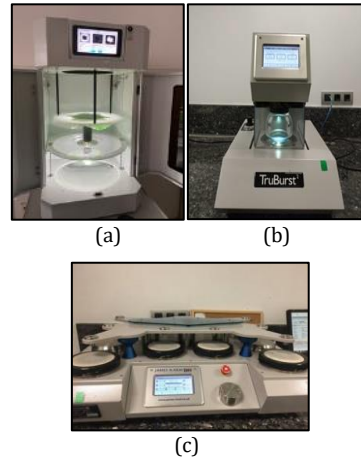
ISO 5079), 28.7 gr/tex ve elyaf inceliği (TS 2874 EN ISO 1973), 16.5 mikrondur. Pamuk (COT) liflerinin özellikleri Uster HVI (High Volume Instrument) cihazı ile belirlenmiştir. Pamuk

lifinin özellikleri 4.75  $\mu\text{g}/\text{in}$  mikroner, 33.5 gr/tex özgül gerilmesi, % 6.9 kopma uzaması, 29.91 mm UHML, % 85.1 üniformite indeksi, % 6.4 kısa lif indeksi, %72.8 parlaklık, 9.0 sarılık olarak ölçümlenmiştir. Daha sonra bu iplikler kullanılarak 28 iğne/inç incelikte, 60 inç çapındaki örme makinesinde süprem örgü yapısında 6 farklı örme kumaş üretilmiştir. Tablo 1'de örme kumaşlara ait özellikler, detaylı olarak sunulmuştur. Örme kumaşlar sırasıyla ön işlem (kasar), boyama, kurutma, apre ve sanfor işlemlerinden geçirilerek mamul kumaş haline getirilmişlerdir.

### 2.2. Metot

% 100 pamuk ve pamuk-kenevir karışımı ipliklerin kalite değerleri Uster Tester 4 ve mukavemet değerleri Uster Tensojet 4 ile ölçülmüştür.

Mamul haline getirilen örme kumaşların ise ilmek iplik uzunluğu (cm) (TS EN 14970), gramaj ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) (TS 251), çekmezlik (cm) (TS 5720 EN ISO6330), dökümlülük (TS 9693), patlama mukavemeti (kPa) (TSE EN ISO 13938-2), Martindale boncuklanma (TS EN ISO12945-2) ve ısıl konfor testleri yapılmıştır. Dökümlülük (Prowhite), patlama mukavemeti (Trubust) ve boncuklanma testleri (James Heal) için kullanılan cihaz resimleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Dökümlülük (a), patlama mukavemeti (b) ve Martindale boncuklanma (c) test cihazları

**Tablo 1.** Kumaşlara ait teknik detaylar.

İplik Karışım Oranı	İplik Numarası (Ne)	Kumaş Eni (cm)	Mamul (g/m <sup>2</sup> )	Gramaj	İlmeç İplik Uzunluğu (cm)	Çekmezlik	
						En (cm)	Boy (cm)
% 100 P	30/1	180	135		29,5	-5	-4
% 100 P	20/1	170	175		33	-6,5	-5
% 95 P-% 5 K	30/1	165	140		28	-2	-8
% 95 P-% 5 K	20/1	160	175		33,5	-2	-6,5
% 85 P-% 15 K	30/1	165	140		28	-1	-7
% 85 P-% 15 K	20/1	160	175		33,5	-3	-6

Isıl konfor özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Permetest cihazı (Şekil 2) kullanılarak, örme kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği (%) ve ısı direnci (m<sup>2</sup> K/W) özellikleri ölçülmüştür. Numune kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri TS EN ISO11092; ısı direnci özellikleri ise ALAMBETA-Sensora standartlarına göre ölçülmüştür.

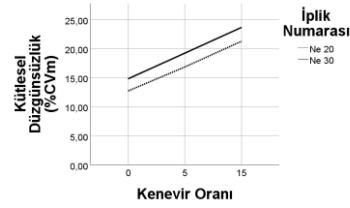
**Şekil 2.** Permetest ölçüm cihazı

Çalışmada iplik özelliklerinin belirlenmesi için yapılan ölçüm sonuçlarının verileri iki faktörlü varyans analizi yöntemi ile SPSS 22.0 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilip yorumlanmıştır. Varyans analizi (ANOVA) testi sonuçlarına göre faktör etkisi istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.05$ ) bulunduğu, SNK (Student Newman-Keuls) çoklu karşılaştırma testi ile faktör seviyeleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olup olmadığı değerlendirilmiştir. SNK sonuçlarının yorumlanmasında a, b, c, d ve e kısaltmaları faktör düzeyini belirtmekte; aynı harflere sahip faktör seviyeleri 0.05 anlamlılık düzeyinde birbirinden farklı olmadığını ifade etmektedir.

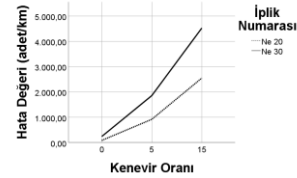
### 3. Bulgular

#### 3.1. İpliklere Uygulanan Test Sonuçları

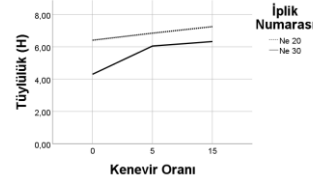
Çalışmada % 100 Pamuk ve Pamuk-Kenevir karışımı Ne 20/1 ve Ne 30/1 numara ipliklerin düzgünlük (CVm), tüylülük (H) ve hata değerlerine (IPI) ait grafikler Şekil 3'te verilmektedir. İpliklerin hata değerleri, 1000 metre iplikteki ince yer (-% 50), kalın yer (+% 50) ve neps (+% 200) sayısının toplamı olarak ifade edilmektedir.



(a)



(b)



(c)

**Şekil 3.** İplik numunelerinin ortalama kütesel düzgünlük (a), hata (b) ve tüylülük (c) değerleri

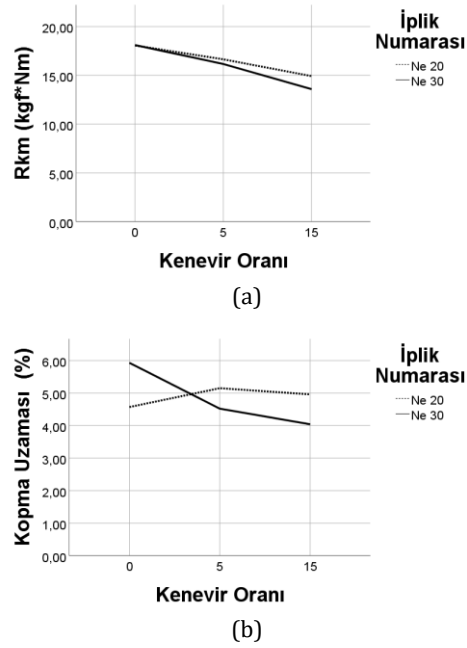
ANOVA sonuçlarına göre, kenevir oranı değişiminin ipliklerin ölçülen kalite değerleri üzerinde anlamlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). İplik numarası değişiminin kopma uzaması hariç, ölçülen kalite değerleri üzerinde anlamlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Ayrıca kenevir oranı\*iplik numarası değişiminin kütesel düzgünlük hariç ölçülen kalite değerleri üzerinde anlamlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). İplik numunelerinin ölçülen özellikleri için SNK test sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur.

**Tablo 2.** İplik özellikleri için SNK test sonuçları

Kenevir Oranı	N	CVm	H	IPI	Rkm	Kopma Uzama
%0	10	13.77a	5.36a	161.50a	18.08a	5.25a
%5	10	18.05b	6.45b	1385.10b	16.40b	4.84b
%15	10	22.48c	6.79c	3534.55c	14.25c	4.50c
İplik Numarası						
Ne 20	15	16.96a	6.84a	1182,73a	16.54a	4.89a
Ne 30	15	19.24b	5.56b	2204.70b	15.95b	4.83a

SNK test sonuçlarına göre, iplik numarası arttıkça yani iplikler incelidikçe kütleli düzgünlüğün de arttığı gözlenmiştir. Bu durum, ince ipliklerin kesitinde daha az sayıda lif bulunmasının liflerin düzenli yerleşimlerini zorlaştırması ve düzgünlük bir yapı oluşturmasıyla açıklanabilir. Aynı numaraya ait iplikler için, iplik yapısına kenevir liflerinin katılması ve kenevir oranının artmasıyla kütleli düzgünlük (%CVm) değerlerinin arttığı görülmüştür. Bu durum, kenevir liflerinin yapısal özelliklerinin sert olması nedeniyle pamuk lifleri ile oryantasyonun zorlaşması ve kenevir liflerinin iplik yapısına uniform olarak katılamaması ile açıklanmıştır. Ayrıca kenevir liflerinin sert yapısı ve iplik oluşurken bükülmeye karşı gösterdikleri direnç nedeniyle yapıya dâhil olamayan lif uçları iplik bünyesinden dışarı doğru hareket etmektedirler. Bu durum da, ipliğin düzgünlüğünü ve tüylülüğünü olumsuz etkilemektedir. SNK test sonuçlarına göre iplik numarası artıp iplik incelidikçe hata değerleri (IPI) artmıştır. İplikteki kenevir oranı arttıkça, IPI oranı artmıştır. İplik numarası, tüylülüğe etki eden en önemli parametrelerden biridir. İplik kalınlaştıkça birim iplik uzunluğundan dışarı doğru çıkan lif ve ilmeklerin sayısı artacağından iplik tüylülüğü de artar. Aynı zamanda % 100 pamuklu ipliklere kıyasla, iplik yapısındaki kenevir liflerinin artmasıyla tüylülük değerlerinde artış olmuştur. İplik üretimi sırasında yüksek sürtünme ve gerilmeye maruz kalan kısa kenevir lifleri, iplik yüzeyinden dışarı çıkarak pürüzlü bir yüzey oluşturmakta böylece ipliğin tüylülüğü

artmaktadır. İplik numunelerinin Rkm ve kopma uzaması grafikleri Şekil 4' te verilmiştir.

**Şekil 4.** İplik numunelerinin Rkm (a) ve kopma uzaması (b) değerleri

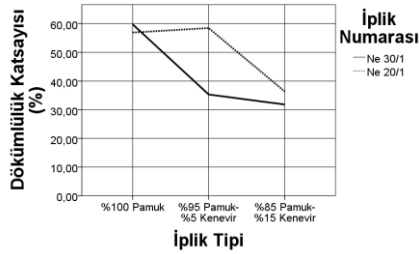
SNK test sonuçlarına göre, 20/1 ve 30/1 numaralı iplik numuneleri kıyaslandığında, iplik incelidikçe Rkm değeri daha düşük bulunmuştur. Bu durum, iplik incelidikçe kesitteki lif sayısının azalması ile birlikte lif mukavemetinden daha az miktarda faydalanılması ile açıklanabilir. Aynı iplik numaraları için % 100 pamuk ipliklerine

kıyasla, kenevir içeren iplik numunelerinin Rkm değeri daha düşük bulunmuştur. Ayrıca % 15 kenevir içeren ipliklerin Rkm değeri, % 5 kenevir içeren numunelere göre daha düşüktür. Literatüre ve önceki çalışmalara göre kenevir liflerinin pamuk liflerinden daha dayanıklı olduğu belirtilmektedir. Diğer yandan bu çalışma kapsamında üretilen ipliklerde karışımdaki kenevir miktarı arttıkça % 100 pamuk ipliklerine kıyasla Rkm değerlerinin düştüğü görülmektedir. Bu durum, kenevir liflerine uygulanan kotonizasyon işleminin liflerin mukavemetini düşürmesi şeklinde yorumlanmıştır. Bu nedenle iplik yapısındaki kenevir miktarı arttıkça Rkm değeri ve uzama değerleri azalmıştır. Lifin uzama değerinin, ipliğin uzama miktarını da büyük ölçüde etkilediği bilindiğinden, kenevir karışımı ipliklerin uzama oranlarının daha düşük olması, kenevir lifinin uzama değerinin düşük olması ile açıklanabilir [21]. Ayrıca iplik incelidikçe Rkm değerleri azalmaktadır.

### 3.2. Kumaşlara Uygulanan Test Sonuçları

#### 3.2.1. Dökümlülük Test Sonuçları

Örme kumaşlara ait ortalama dökümlülük katsayısı değerleri Şekil 5'te grafiksel olarak verilmiştir.



Şekil 5. Kumaşların ortalama dökümlülük katsayısı değerleri

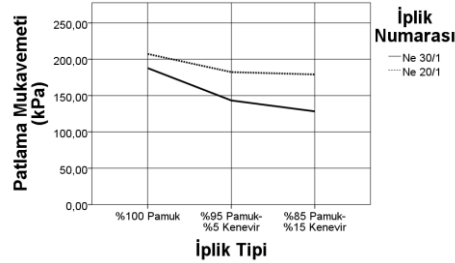
SNK test sonuçlarına göre, örme kumaşların ortalama dökümlülük katsayısı değerleri incelendiğinde, iplik numarası azaldıkça (iplik kalınlaştıkça) dökümlülük katsayısı artmıştır. Bu durumun sebebi, kalın ipliklerde kesitteki lif sayısı ve lifler arasındaki sürtünmenin daha fazla olması ile kumaşın daha sert bir hal alarak

dökümlülüğe daha dirençli olması şeklinde yorumlanmaktadır. Dökümlülük katsayısı değeri arttıkça kumaş dökümlülüğü ve yumuşaklığı azalmaktadır. Yani yumuşak dolayısıyla daha kolay şekil alan bir kumaşın dökümlülük katsayısı daha düşük, az dökümlü bir kumaşın dökümlülük katsayısı ise daha yüksek olmaktadır. Buna göre % 100 pamuk ve pamuk/kenevir karışımı örme kumaşlar için, Ne 30/1 iplik numarasıyla üretilen kumaşların dökümlülüğü Ne 20/1 iplik numarasıyla üretilenlere göre daha fazladır. Öte yandan kumaştaki kenevir içeriği arttıkça dökümlülük katsayısı azalmış, yani kumaş dökümlülüğü artmıştır. Dolayısıyla kenevir liflerinin örme kumaşların dökümlülüğüne olumlu yönde etki ettiği ifade edilebilir.

ANOVA sonuçlarına göre, iplik tipi, iplik numarası değişiminin ve kesişimlerinin kumaşların dökümlülük katsayısı değerleri üzerinde istatistiki olarak anlamlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Kumaş numunelerinin ölçülen özellikleri için SNK test sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur.

#### 3.2.2. Patlama Mukavemeti Test Sonuçları

Örme kumaşların patlama mukavemeti değerleri grafiksel olarak Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Kumaşların patlama mukavemeti test sonuçları

ANOVA sonuçlarına göre, iplik tipi, iplik numarası değişiminin ve kesişimlerinin kumaşların patlama mukavemeti değerleri üzerinde istatistiki olarak anlamlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ).

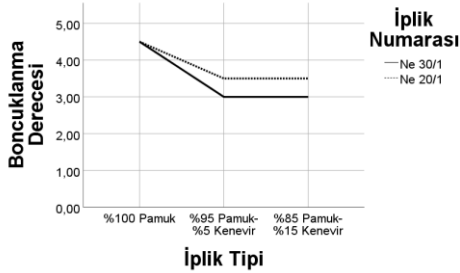
**Tablo 3.** Kumaş özellikleri için SNK test sonuçları.

İplik Tipi	N	Dökümlülük Katsayısı	Patlatma Mukavemeti	Boncuklanma Derecesi	Bağıl Su Buharı Geçirgenliği	Termal Direnç
% 100 P	10	58.36a	197.52a	4.50a	68.64a	0.0065072a
% 95 P-% 5 K	10	46.89b	162.79b	3.25b	64.13b	0.0221152b
% 85 P-% 15 K	10	34.08c	153.62c	3.25b	62.81b	0.0236462b
İplik Numarası						
Ne 20	15	50.58a	189.53a	3.83a	62.11a	0.0173440a
Ne 30	15	42.30b	153.09b	3.50a	68.28b	0.0175017a

SNK test sonuçlarına göre, kenevir içeriği arttıkça iplik mukavemetindeki azalmaya bağlı olarak patlama mukavemetinde de düşüşler gözlenmiştir (Tablo 3). İpliklerin kopma mukavemetleri arasında görülen farklılıkların aynı şekilde örme kumaşların patlama mukavemeti değerlerine de yansıdığı görülmektedir.

### 3.2.3. Boncuklanma Testi Sonuçları

6 farklı tipte üretilmiş olan örme kumaşlardan hazırlanmış olan numunelerin, boncuklanma testi sonrasındaki görünümüne ait subjektif değerlendirme sonuçları grafiksel olarak Şekil 7' de verilmektedir.



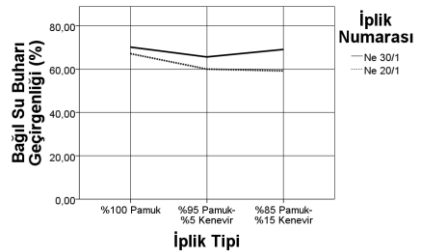
**Şekil 7.** Kumaşların boncuklanma testi sonuçları

Boncuklanma testi değerlendirilirken 1 en fazla boncuklanmayı, 5 ise en az boncuklanmayı temsil etmektedir. ANOVA sonuçlarına göre, iplik tipinin kumaşların boncuklanma değerleri üzerinde istatistik olarak anlamlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ).

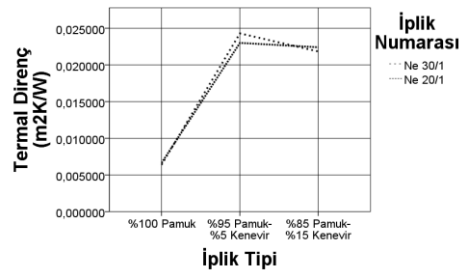
SNK test sonuçlarına göre (Tablo 3), % 100 pamuktan üretilen süprem örme kumaşların boncuklanma derecesi en düşük bulunmuştur.

### 3.2.4. Su Buharı Geçirgenliği ve Isıl Direnç Test Sonuçları

Örme kumaşların ısı konfor özelliklerinin araştırılması amacıyla uygulanan su buharı geçirgenliği ve ısı direnç testlerine ait değerler grafiksel olarak sırasıyla Şekil 8' de verilmiştir.



(a)



(b)

**Şekil 8.** Kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği (a) ve ısı direnç (b) değerleri



ANOVA sonuçlarına göre, iplik tipi, iplik numarası değişiminin ve kesişimlerinin kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği değerleri üzerinde istatistiki olarak anlamlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Ter buhar formunda vücuttan atıldığı için, su buharı geçirgenliği kumaş konfor özelliklerinin belirlenmesi için önemlidir. Su buharı geçirgenliği yüksek ise ısı konforu yüksek demektir.

SNK test sonuçlarına göre, örme kumaşların su buharı geçirgenlik testleri sonucunda, iplik numarası arttıkça (Ne cinsinden) bağıl su buharı geçirgenlik değerinin yükseldiği görülmüştür (Tablo 3). Bu durum, ince iplikler kullanılarak örülen kumaşların daha gözenekli bir yapıya sahip olması ve gözeneklilik arttıkça su buharı geçirgenliğinin de artmasıyla açıklanmaktadır. Gözeneklilik arttıkça, buharın hareket edebileceği boşluklar artmakta ve daha fazla su buharı geçişi olmaktadır. Kumaşın içeriğinde bulunan lif cinsinin değişmesine bağlı olarak su buharı geçirgenlik değeri de değişmektedir. Ayrıca kumaşın yoğunluğu arttıkça su buharı geçirgenliği azalmaktadır. SNK test sonuçlarına göre, kumaşlardaki kenevir oranı arttıkça su buharı geçirgenliği değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu durumun, kenevir lifinin nem çekme özelliğinin pamuk lifine göre oldukça fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir [22].

Isıl direnç değerleri incelendiğinde, iplik tipi değişiminin kumaşların ısı direnç değerleri üzerinde istatistiki olarak anlamlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). SNK test sonuçlarına göre, kenevir oranı arttıkça örme kumaşların ısı direnç değerlerinin arttığı görülmüştür. Bu durumun kenevir lifinin pamuk lifine kıyasla düşük ısı iletkenlik değerlerinden kaynaklandığı (pamuk lifinin ısı iletkenlik katsayısı 71 mW/mK, kenevir lifinin ısı iletkenlik katsayısı 42 mW/mK) düşünülmektedir [23].

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Kenevir liflerinin kullanımı eskilere dayanmasına rağmen son dönemlerde trendi yeniden yükselmiştir. Kenevirin üstün özelliklerinin yanı sıra yetiştirilmesi ve tarımı bakımından pamuk liflerinden daha sürdürülebilir olması da bu durumu tetikleyen faktörlerin başında gelmektedir. Bu çalışma kapsamında kenevir lifleri pamukla

karıştırılarak iplik ve örme kumaş üretimleri gerçekleştirilmiştir. Diğer yandan kullanılan kenevir lifleri kotonize edilmiş olduğundan mukavemet değeri, pamuk liflerine kıyasla daha düşük bulunmuştur. Mukavemetteki bu azalma iplik ve kumaş mukavemetlerini de etkileyen bir faktör olmuştur. İplik tipi ve numarasındaki değişimin kumaşların dökümlülük özelliklerine etkisi anlamlı olmuştur. Bu bağlamda kenevir lifleri kumaş dökümlülüğüne olumlu yönde katkı sağlamıştır. İpliklerin kopma mukavemeti değerleri düştükçe patlama mukavemetinde de azalmalar olduğu görülmüştür. Kumaşların boncuklanma özelliklerine iplik tipinin etkisi anlamlıdır ve boncuklanma derecesi en düşük kumaşlar, % 100 pamuktan üretilen örme kumaşlar olmuştur. Kenevir liflerinin nem çekme özelliklerinin pamuktan yüksek olması sebebiyle kenevirli kumaşlarda su buharı geçirgenlik değerleri daha düşük bulunmuştur ve kenevir lifleri örme kumaşlara ısı direnç özellikleri bakımından olumlu katkı sağlamıştır.

#### Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesine olan katkılarından dolayı İskur Tekstil Enerji San. ve Tic. A.Ş. Ar-Ge ve Ür-Ge ekibine teşekkürlerimizi sunarız.

#### Kaynakça

- [1] Zhang, H., Zhong, Z., Feng, L., 2016. Advances in the Performance and Application of Hemp Fiber, *International Journal of Simulations, Systems, Science and Technology*, 18, s.1-5. DOI: 10.5013/IJSSST.a.17.09.18.
- [2] İşmal, Ö.E., Yıldırım, L., 2011. Tekstil Tasarımında Çevre Dostu Yaklaşımlar, *Akdeniz Sanat*, 4(8), s. 9-13.
- [3] Hemp Textile, 2020. Sustainable Fabrics for Fashion and Interior-Hemp Textiles, [https://www.ecologicaltextiles.nl/contents/en-uk/d7\\_Hemp.html](https://www.ecologicaltextiles.nl/contents/en-uk/d7_Hemp.html) (Erişim Tarihi:01.03.2021).
- [4] Paulitz, J., Sigmund, I., Kosan, B., Meister, F., 2017. Lyocell Fibers for Textile Processing Derived from Organically Grown Hemp, *Procedia Engineering*, 200, s. 260-268. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.07.037.
- [5] Misnon, M.I., Islam, M.M., Epaarachchi, A.J., Chen, H., Goda, K., Khan, I.T.M., 2018, Flammability Characteristics of Chemical Treated Woven Hemp Fabric, *Materials Science and Engineering*, 30(3), s. 1-16. DOI: 10.1016/j.stmat.2018.06.001 2603-6363.
- [6] Merdan, N., 2017. Effects of Environmental Surface Modification Methods on Physical Properties of Hemp Fibers, *Materials Science*, s. 416-421.
- [7] Buschle-Diller, G., Fanter, C., Loth, F., 1999. Structural Changes in Hemp Fibers as a Result of Enzymatic Hydrolysis with Mixed Enzyme Systems, *Text. Res. J.* 69 (4), s. 244-251.
- [8] Hwang, M.S., Ji, D.S., 2012. The effects of Yarn Number and Liquid Ammonia Treatment on The

- Physical Properties of Hemp woven Fabrics, *Fibers Polymers* 13, 1335. DOI: 10.1007/s12221-012-1335-x.
- [9] Zeng, P.X., Liu, F. J., 2014. Alkali Pre-Treatment Dyeing Technology for Hemp/Cotton/Polyester Knitted Fabric, *Advanced Materials Research Vols.915-916*, s. 871-874. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.915-916.871.
- [10] Kymalainen, H.R., Sjöberg, A.M., 2008. Flax and Hemp Fibres as Raw Materials for Thermal Insulations, *Building and Environment*, 43, s. 1261-1269. DOI: 10.1016/j.buildenv.2007.03.006.
- [11] Tama, D., Isler, M., Abreu M.J., 2020. Evaluating the Thermal Comfort Properties of Rize's Traditional Hemp Fabric (Feretiko) Using a Thermal Manikin, *Materials Today: Proceedings*, 31, s. 197-200. DOI: 10.1016/j.matpr.2019.10.063.
- [12] Hill, C., Hughes, M., 2010. Natural Fibre Reinforced Composites Opportunities and Challenges, *J. Biobased Mater. Bioenergy*, 4(2), s. 148-158. DOI: 10.1166/jbmb.2010.1079.
- [13] Fazio, D.D., Boccarusso L., Durante, M., 2020. Tribological Behaviour of Hemp, Glass and Carbon Fibre Composites, *Biotribology*, 21, s. 1-10. DOI: 10.1016/j.biotri.2019.100113.
- [14] Hemp Science, 2020. Hemp Textile - Scientific documentation, <https://hemp-copenhagen.com/shop/cms-hemp-science.html>. (Erişim Tarihi: 10.03. 2021).
- [15] Frederick, T., Norman, W., 2004. *Natural Fibers Plastics and Composites*, Kluwer Academic Publishers, New York, 385s.
- [16] Novaković, M.S., Putić, L.S., Bizjak, M., Stanković S.B., 2015. Sposobnost Upravljanja Vlagom Glatkih Pletenina Izrađenih od Prirodnih i Regenerisanih Celuloznih Vlakan, *Hemijska industrija*, 69, s. 193-200. DOI: 10.2298/HEMIND140201034N.
- [17] Stankovic, S.B., Popovic, D.M., Poparic, G.B., 2008. Thermal properties of textile fabrics made of natural and regenerated cellulose fibers, *Polymer Testing*, s. 41-48. DOI: 10.1016/j.polymertesting.2007.08.003.
- [18] Chidambaram, P., Govindan, R., Venkatraman, K.C., 2012. Study of Thermal Comfort Properties of Cotton/Regenerated Bamboo Knitted Fabrics, *African Journal of Basic & Applied Sciences* 4 (2): s. 60-66. DOI: 10.5829/idosi.ajbas.2012.4.2.1032.
- [19] Yıldız, G., 2019, Protein, Pamuk, Viskon ve Polyester Esaslı Örme Kumaş Özelliklerinin Karşılaştırılması, *Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 74s, Bursa.
- [20] Novakovic, M. S., Popovic, D., Poparic, G.B., Mladenović, N., 2020. Development of Comfortable and Eco-friendly Cellulose Based Textiles with Improved Sustainability, *Journal of Cleaner Production*, 267. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.122154.
- [21] Ayan, M. Ç., 2019. Pamuk Elyaf Takviyeli Biyo Kompozit Malzemelerin Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi, *İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 54s, İskenderun.
- [22] Kaya, S., Öner E., 2020. Kenevir Liflerinin Eldesi, Karakteristik Özellikleri ve Tekstil Endüstrisindeki Uygulamaları, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 11(1), s. 108-123. DOI: 10.29048/makufebd.693406.
- [23] Marmaralı, A., Özdi, N., Dönmez, Kretschmar, S., Gülsevin, Oğlakcıoğlu, N., 2006, Giysilerde Isıl Konforu Etkileyen Parametreler", *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4, s. 241-246.