

# YENİ REJENERE SELÜLOZİK LİFİNDEN OLUŞAN ÖRME KUMAŞLARIN YIKAMA SONRASI KULLANIM DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

Sibel Şardağ<sup>1\*+</sup>

<sup>1</sup>Tekstil Mühendisliği Bölümü /Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, Turkey

\*Corresponding author: [sibels@uludag.edu.tr](mailto:sibels@uludag.edu.tr)

+Speaker: [sibels@uludag.edu.tr](mailto:sibels@uludag.edu.tr)

Presentation/Paper Type: Oral

**Abstract** – Tencel lifi sürdürülebilir hasat edilmiş okaliptüs ağaçlarından organik çözücü kullanılarak elde edilmekte ve sahip olduğu yüksek mukavemet ve konfor özellikleri sebebiyle günümüzde tekstil ürünlerinde kullanımı gittikçe artmaktadır. Tencel ile ilgili çalışmalar incelendiğinde çalışmaların çoğunun Tencel lif üretimi ve Tencel lifi kullanılarak elde edilen kumaşların terbiye işlemleri ile ilgili olduğu görülmüştür. Bu çalışmada ise diğer çalışmalardan farklı olarak %100 Tencel, % 100 karde pamuk, % 100 penye pamuk ve farklı karışım oranlarında Tencel-pamuk ipliklerden oluşan örme kumaşların yıkama sonrası boyutsal özelliklerinde meydana gelen değişimin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda öncelikle aynı büküm değerlerine, aynı lineer yoğunluğa ve farklı karışım oranlarına sahip ipliklerden örme kumaş numuneleri oluşturulmuş ve oluşturulan bu kumaşların yıkama öncesi ve sonrası patlama mukavemeti, boyutsal stabilite ve may dönmesi özellikleri standartlara uygun bir şekilde test edilmiştir. Gerçekleştirilen testler sonrasında elde edilen tüm sonuçlar SPSS istatistik programında değerlendirilmiş ve iplik karışımlarında kullanılan Tencel lif oranının artmasıyla kumaşların patlama mukavemet değerlerinin arttığı, yıkama sonrasında boyutsal değişim oranlarının ve may dönmesi değerleri belirgin bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir.

**Keywords** – Tencel, Lyocell, İplik, Kumaş, Patlama Mukavemeti, Boyutsal Stabilite

## I. GİRİŞ

### A. Rejenere Selülozik Lifler

Artan dünya nüfusuyla birlikte tekstil hammaddelerine olan ihtiyaç da artmaktadır. Tekstil hammaddeleri doğal, rejenere ve sentetik liflerden elde edilmekte olup günümüzde doğal lifler bu ihtiyacı karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Bu ihtiyaç doğrultusunda araştırmacılar insan ve çevre sağlığı açısından en uygun olan ve doğal liflere en çok benzeyen lifleri yapay yollarla çok miktarda elde etmek için çalışmakta olup bu tür lifler doğal kaynaklı polimerlerden veya sentetik polimerlerden elde edilebilmektedir. Doğal polimerlerden elde edilen liflere “rejenere lifler” sentetik polimerlerden elde edilenlere ise sentetik lifler denilmekte ve doğal polimerlerden elde edilen lifler sentetik polimerlerden elde edilen liflere göre yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi sebebiyle sağlık ve çevre açısından daha ekolojik özelliklere sahiptir. Ayrıca rejenere lifler kullanılmayacak hale geldiklerinde ise çürüterek ekolojik çevirime katılmaktadır [1].

Saf selülozdan oluşan pamuk gibi doğal liflerin yanı sıra en yaygın kullanılan selüloz kaynağı % 40-50 civarında selüloz içeren ağaçlardır. Ağaçlardan elde edilen lif doğal halde tekstil amaçlı eğirme işlemi için çok kısa olup tekstilde kullanılabilmesi için önce uygun bir çözücü ile çözülmesi ve sonraki aşamada rejenere edilerek düzelerden

çekilmesi gerekmektedir [2]. Tablo 1’de rejenere selülozik lif türleri gösterilmektedir.

Tablo 1. Rejenere selülozik lif türleri [3]

1. Nesil Rejenere Selülozik Lifler	2. Nesil Rejenere Selülozik Lifler	3. Nesil Rejenere Selülozik Lifler
Viskoz lifleri (Kesikli yada filament)	HWM lifleri (High Wet Modül)	Lyocell lifler (Tencel, Lenzing Lyocell, Newcell)
Asetat lifleri	Polinozik lifler	
Bakır ipeği	HT lifler (High Tenacity)	

Ticari olarak ilk rejenere selülozik lif 1885 yılında üretilmiş ve bunu 1901 yılında ticari olarak üretilmeye başlanan Cupro izlemiştir. Güncelliğini ve önemini halen koruyan bir rejenere selülozik lif de viskoz olup pamuğa göre düşük kopma mukavemeti dezavantajına sahiptir. Islak halde iken mukavemeti daha da azalmaktadır. Bu yüzden kuru ve yaş halde daha yüksek kopma mukavemetine sahip modifiye selülozik lif olan modal ve polinozik lifler geliştirilmiştir.

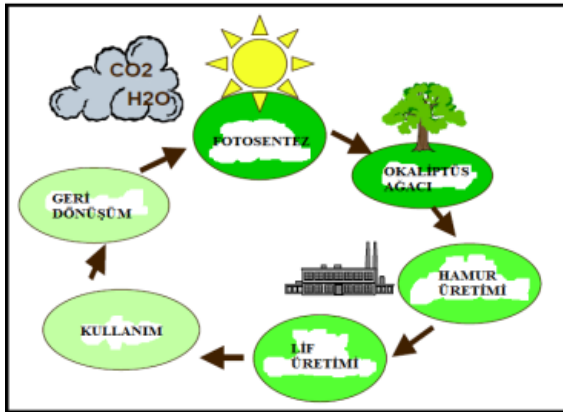
Klasik rejenere selülozik liflerin üretimi, selülozun karbon sülfür ile reaksiyonu sonucunda selüloz ksantata, bunun da sodyum hidroksitte çözünmesi ile viskoz çözeltisi denilen

şekle dönüşümüne dayanmaktadır. Viskoz çözeltilisinin sülfirik asit ve diğer tuzları içeren koagülasyon banyosuna püskürtülmesi selülozun rejenere olmasına neden olur [1, 3].

Avrupa ülkelerinin sülfür atıklarının çevreye verdiği zarardan dolayı viskoz üretimi ile ilgili kanuni tedbirlere yönelmeleri sebebiyle son yıllarda viskoz prosesine alternatif olacak çeşitli organik çözücüler kullanılarak rejenerasyonun gerçekleştirildiği prosesler gerçekleştirilmektedir. Bu tip proseslerle rejenere edilmiş selülozik liflere verilen genel isim ise "Lyocell"dir. "LYO: Lyein (Latince çözünen), Cell: Selüloz" kelimelerinin kısa birleşiminden dolayı Lyocell (CLY) lifleri ismini ve sembolünü almıştır [1, 2, 3]. Çeşitli çözücülerin içinde N-Metil-Morfolin-N-oksit'in (NMMO) çözücü olarak kullanıldığı "proses ise Tencel" elyaf prosesi adı verilmekte ve Lenzing firması lyocell kesikli lifleri için Tencel ticari ismini kullanmaktadır (en yaygın kullanımı 1,4-1,7 dtex) [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

### B. Tencel Lifi ve Özellikleri

Tencel lifinin elde etme sürecinde çözücü, asit içermediği ve doğanın önemli bir mekanizması ve yeryüzündeki yaşamın temel taşı olan fotosentezden faydalandığı için dermatolojik ve toksikoloji açıdan zararsız ve çevre dostu bir rejenere selülozik lif olduğu düşünülmektedir (Şekil 1) [5, 6, 7, 9, 12, 13, 14, 15].



Şekil 1. Tencel lifinin yaşam döngüsü [15]

Tencel lifi çoğunlukla sürdürülebilir hasat edilmiş okaliptüs ve meşe ağaçlarından üretilmektedir [10, 12, 13, 14, 16]. Tencel'in üretimi, odun hamurunun aminoksit çözeltilisi içinde çözünmesinden sonra çekilerek lif eldesi esasına dayanmaktadır. Elde edilişindeki en önemli özellik kullanılan organik çözücünün yaklaşık %99'unun geri kazanılması; koagülasyon banyosunda asit ve baz gibi hiçbir maddeye gerek duyulmayıp sadece su kullanılmasıdır.

Tencel ekolojik bir lif olmakla birlikte bu liften elde edilen kumaşların yüksek mukavemetli, yumuşak, dökümlü, parlak, nefes alabilen, antibakteriyel, yüksek buruşma direnci, gibi pek çok olumlu özelliklere sahip olduğu iddia edilmekte ve günümüzde spor giysilerinde, iç giysilerde, ev tekstilinde, çorap üretimlerinde, dөşemelik kumaşlar ve

teknik tekstil ürünleri gibi pek çok alanda kullanımı yaygınlaşmaktadır.

Tencel lifi ve bu liften elde edilen iplik ve kumaşlarla ilgili literatür araştırması yapıldığında ise Tencel ipliklerinden elde edilen kumaşların kullanım performansları ile ilgili çalışma sayısının oldukça az olduğu görülmüş ve bu çalışmada yıkama sonrasında farklı oranlarda Tencel ve pamuk lifi içeren örme kumaşların çekme, dönme ve patlama mukavemeti gibi kullanım sırasında performansı belirleyen davranışları incelenmiştir.

## II. MATERYAL VE METOD

### A. Materyal

Bu çalışmada, Ne 20 lineer yoğunluğa ve sabit 600 tur/m büküm değerine sahip, aynı üretim hattında özel olarak üretilmiş % 100 penye pamuk, % 100 karde pamuk ve farklı karışım oranlarında Tencel-pamuk ipliklerden elde edilen örme kumaşlar kullanılmıştır. Kullanılan ipliklerin büküm ve karışım oranları Tablo 2'de verilmiştir. Kullanılan pamuk lifine ait HVI değerleri ise Tablo 3' de verilmiştir [17].

Tablo 2. Kullanılan iplik özellikleri [17]

İplik Karışım Oranları
% 100 Penye pamuk
% 100 Karde pamuk
%25 Tencel , % 75 pamuk
% 50 Tencel , % 50 pamuk
%75 Tencel , %25 pamuk
% 100 Tencel

Tablo 3. Kullanılan pamuk lifinin özellikleri (HVI Değerleri) [17]

Özellik	Değerler
İplik eğirme indeksi (sc1)	138
Üst yarı Ortalama Uzunluğu (LEN)	29,08
Üniformite indeksi (unf)	83,3
Kısa lif indeksi (sfi)	7,9
Mukavemet (STR)	31,6 g/tex
Uzama (ELG)	6,7
Renk derecesi (c- grade)	31-41
Parlaklık (RD)	76
Sarıklık (+b)	8,1
Çeper sayısı (tr cnt)	37
Çeper alanı (tr area)	% 0,4
Neps Sayısı (NEP CNT/g)	190

### B. Metod

Tablo 2' de özellikleri verilen ipliklerden makine inceliği 20 olan numune örme makinasında örme kumaşlar oluşturulmuştur. Örme kumaşlara ait özellikler Tablo 4 ve Tablo 5' de verilmiştir.

Tablo 4. Farklı oranlarda Tencel pamuk lifi içeren örme kumaşların gramaj değerleri

Hammadde karışım oranı	Ham (gr/m <sup>2</sup> )	Yıkama sonrası (gr/m <sup>2</sup> )
% 100 Karde pamuk	155,34	206,2
% 100 Penye pamuk	144,06	183,54
% 75 Pamuk % 25 Tencel	142,5	179,74
% 50 Pamuk % 50 Tencel	138,92	176,26
% 75 Tencel % 25 Pamuk	136,08	175,68
% 100 Tencel	126,12	168,70

Tablo 5. Farklı oranlarda Tencel pamuk lifi içeren örme kumaşların sıklık değerleri

Hammadde karışım oranı	Ham kumaşların sıklık değerleri		Yıkama sonrası sıklık değerleri	
	Çubuk/cm	Sıra/cm	Çubuk/cm	Sıra/cm
% 100 Karde pamuk	12	15	13	17
% 100 Penye pamuk	12	14	12	16
% 75 Pamuk % 25 Tencel	12	13	12	14
% 50 Pamuk % 50 Tencel	12	14	12	15
% 75 Tencel % 25 Pamuk	12	14	13	16
% 100 Tencel	12	12	13	14

Oluşturulan bu kumaşlar TS EN ISO 6330' a göre, 50°C'de, ECE marka 20 gram non-fosfat deterjanla yıkanmış ve tüm test edilecek numuneler standart atmosfer koşullarında (20 °C±2 sıcaklık ve %65 ± 2 nem) 24 saat kondüsyonlanmıştır [18].

Örülen kumaşların, yıkama sonrası boyut değişimi testi TS EN ISO 5077 standardına [19] göre her bir kumaştan 3 defa tekrarlanacak şekilde, may dönmesi özellikleri ISO 16322-1 (2005) [20] standardına göre her bir kumaştan 10 ölçüm alınacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Kumaşların patlatma mukavemeti ise TS 393 EN ISO 13938-1 [21] standardına göre deney alanı 50cm<sup>2</sup> alınarak gerçekleştirilmiştir.

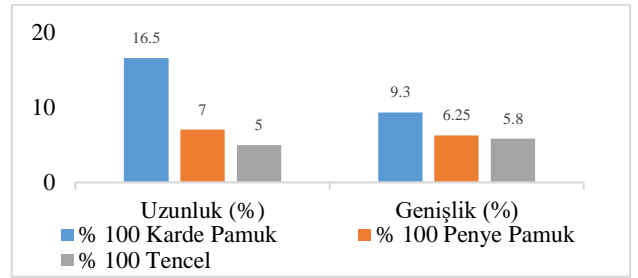
### III. SONUÇ

#### A. Örme Kumaşların Yıkama Sonrasında Boyutsal Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi

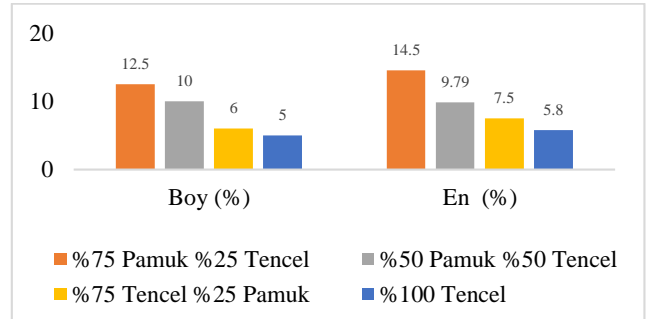
Tablo 6. Karışımda Tencel oranının örme kumaşların boyutsal özelliklerine etkisine ait SNK test sonuçları

Hammadde	Boyutsal Değişim (%)
% 100 Karde Pamuk	12,9(1)
% 100 Penye Pamuk	6,6(2)
% 100 Tencel	5,4(3)
Karışım Oranı	Boyutsal Değişim (%)
% 75 Pamuk -% 25 Tencel	13,5(1)
% 50 Pamuk-% 50 Tencel	9,9(2)
% 25 Pamuk-% 75 Tencel	6,75(3)
% 100 Tencel	5,4(4)

Parantez içindeki 1,2 ve 3 değerleri karışım oranının örme kumaşların boyutsal özelliklerine etkisine göstermektedir. (1 en yüksek değeri, 4 ise en düşük değeri ifade eder).



Şekil 2. Yıkama sonrası % 100 karde, % 100 penye ve % 100 Tencel örme kumaşlarda meydana gelen boyutsal değişim (%)



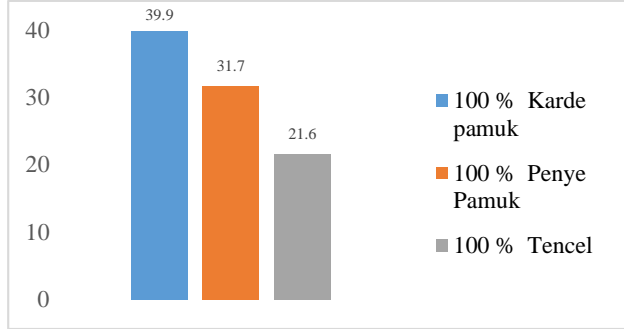
Şekil 3. Yıkama sonrası farklı oranlarda Tencel- pamuk lifi içeren örme kumaşlarda meydana gelen boyutsal değişim (%)

#### B. Örme Kumaşların Yıkama Sonrasında May Dönme Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi

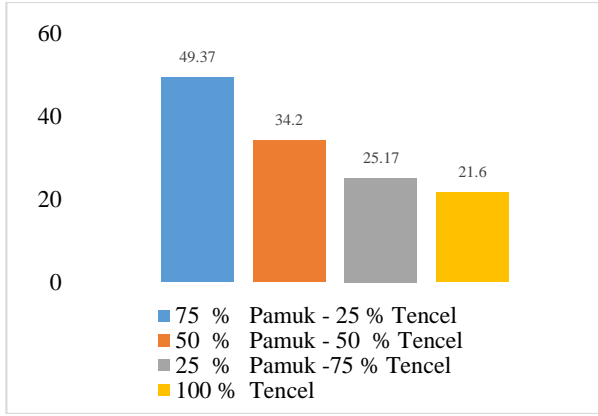
Tablo 7. Karışımda Tencel oranının örme kumaşların may dönme özelliklerine etkisine ait SNK test sonuçları

Hammadde	May Dönme Derecesi(°)
% 100 Karde Pamuk	29,5 (1)
% 100 Penye Pamuk	20,75(2)
% 100 Tencel	13,85(3)
Karışım Oranı	May Dönme Derecesi (°)
% 75 Pamuk-% 25 Tencel	19,7 (1)
% 50 Pamuk-% 50 Tencel	17,8 (2)
% 25 Pamuk-% 75 Tencel	16,55 (3)
% 100 Tencel	13,85 (4)

Parantez içindeki 1,2 ve 3 değerleri karışım oranının örme kumaşların boyutsal özelliklerine etkisini göstermektedir. (1 en yüksek değeri, 4 ise en düşük değeri ifade eder).



Şekil 4. Yıkama sonrası % 100 karde, % 100 penyeve ve % 100 Tencel örme kumaşların may dönme açısında meydana gelen değişim (%)



Şekil 5. Yıkama sonrası farklı oranlarda Tencel- pamuk lifi içeren örme kumaşların may dönme açısında meydana gelen değişim (%)

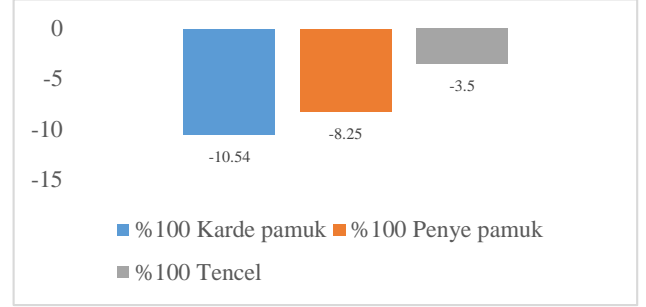
Tablo 6 ve 7 de verilen SNK test sonuçları incelendiğinde karışım oranının ve hammadde tipinin örme kumaşların yıkama sonrası boyutsal özelliklerine ve may dönme derecesine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ve karışımda Tencel oranı arttıkça yıkama sonrası boyut değişimlerinin ve may dönme derecelerinin azaldığı görülmüştür (Şekil 3 ve Şekil 5).

Aynı lineer yoğunlukta ve sabit bükümde üretilen % 100 karde, % 100 penye pamuk ve % 100 Tencel iplikleri ile sabit üretim parametrelerinde oluşturulan örme kumaşların yıkama sonrası boyutsal özelliklerinde ve may dönme derecelerinde meydana gelen değişim kıyaslandığında % 100 Tencel lifi içeren kumaşların boyutsal açıdan daha stabil oldukları tespit edilmiştir (Şekil 2 ve Şekil 4).

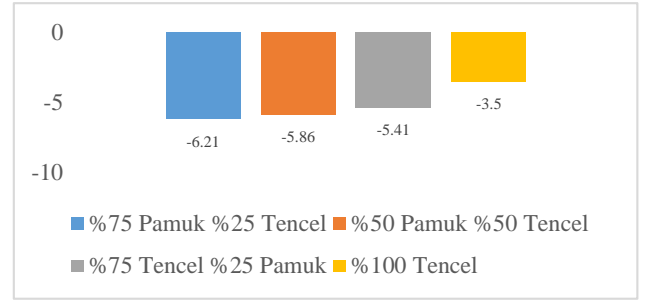
### C. Örme Kumaşların Yıkama Sonrasında Patlama Mukavemetinde Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi

Tablo 8. Karışımda Tencel oranının örme kumaşların patlama mukavemetine etkisine ait SNK test sonuçları

Hammadde	Patlama Mukavemeti (kPa)
% 100 Karde Pamuk	173,15 (3)
% 100 Penye Pamuk	188,2 (2)
% 100 Tencel	235,55(1)
Karışım Oranı	Patlama Mukavemeti (kPa)
% 75 Pamuk-%25 Tencel	192,4 (4)
% 50 Pamuk-% 50 Tencel	201,8 (3)
%25 Pamuk-% 75 Tencel	228,5 (2)
% 100 Tencel	235,55 (1)



Şekil 6. Yıkama sonrası % 100 karde, % 100 penye ve % 100 Tencel örme kumaşların patlama mukavemetinde meydana gelen değişim (%)



Şekil 7. Yıkama sonrası farklı oranlarda Tencel- pamuk lif içeren örme kumaşların patlama mukavemetinde meydana gelen değişim (%)

Karışım oranının ve hammadde tipinin ham ve mamul örme kumaşların patlama mukavemetine etkisi istatistiksel olarak önemli olup karışımda tencel oranı arttıkça patlama mukavemeti değerlerinin arttığı Tablo 8' de görülmüştür. % 100 karde, penye pamuk ve % 100 Tencel iplikleri ile oluşturulan örme kumaşların patlama mukavemet değerleri kıyaslandığında ise % 100 Tencel iplik ile oluşturulan kumaşların patlama mukavemet değerlerinin daha yüksek olduğu (Tablo 8) yıkama sonrası örme kumaşların patlama mukavemetinde meydana gelen değişimi incelediğimizde ise karışımda tencel oranının artışı ile mukavemet de meydana gelen düşüşün azaldığı görülmüştür (Şekil 6, Şekil7).

#### IV. TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında tüm hammadde ve üretim parametreleri sabit tutularak (lif özellikleri, lineer yoğunluk, büküm, iplik makine üretim parametreleri, örme makinası ayarları, makine inceliği) sadece iplikte Tencel ve pamuk liflerinin oranları değiştirilmiştir. Pamuk lifi dünyada en çok tüketilen ve talep edilen liflerden birisi olup tencel lifi, fiziksel özellikler açısından pamuğa alternatif liflerden birisi olarak düşünülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada tencel iplik içeren örme kumaşların yıkama sonrası kullanım özelliklerinde pamuk lifine göre avantajlarını ve dezavantajlarını tespit edebilmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle % 100 penye , % 100 karde pamuk iplikleri ile % 100 tencel ipliğinden elde edilen kumaşların yıkama sonrası dönme derecesi, boyutsal stabilite ve patlama mukavemeti incelenmiş ve % 100 tencel ipliğinden oluşan kumaşların gerek dönme ve boyutsal stabilite gerekse patlama mukavemeti açısından pamuk ipliklerine göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Çalışmanın sonraki kısmında 4 farklı oranda tencel ve pamuk lifi içeren tencel-pamuk karışımı ipliklerden elde edilen örme kumaşların yıkama sonrası dönme derecesi, boyutsal stabilite ve patlama mukavemet özellikleri incelenmiş ve karışımında tencel oranının artmasıyla tüm özelliklerin olumlu yönde geliştiği görülmüştür. Bunun sebebi ise Tencel (Lyocell) lifinin pamuk lifine göre yaş ve kuru mukavemet değerlerinin yüksek olmasıdır. Tencel lifi yüksek polimerizasyon derecesine ve % 90'na varan oranlarda kristalinite derecesine sahip olup kuru ve yaş mukavemeti pamuk lifine göre oldukça yüksektir. Dolayısıyla bu liften oluşan kumaşların mukavemetlerinin yüksek olması ve yaş prosesler sonrasında boyutsal değişim özelliklerinin düşük olması beklenmektedir [1, 2, 3, 5, 15, 16, 22, 23, 24, 25, 26]. Yaptığımız bu çalışmada bu sonucu doğrulamaktadır.

#### V. SONUÇ

Yapılan bu çalışma sonucunda,

- % 100 tencel kumaşların % 100 pamuk kumaşlara göre daha yüksek patlama mukavemetine sahip oldukları ve yıkama sonrası mukavemet kayıplarının ise % 100 pamuk kumaşlara göre daha az olduğu,
- % 100 tencel kumaşların yıkama sonrası boyutsal değişimleri ve dönme derecelerinin % 100 pamuk kumaşlara göre daha düşük olduğu,
- Dört farklı oranda tencel ve pamuk lifi içeren örme kumaşların patlama mukavemeti değerleri kıyaslandığında karışımında tencel oranının artmasıyla yıkama sonrası mukavemet kayıplarının azaldığı,
- Karışımında tencel oranının artmasıyla boyutsal stabilitenin arttığı ve dönme derecesinin azaldığı tespit edilmiştir.

#### KAYNAKLAR

- [1] E. Alp, "Tencel kumaşlarda farklı parametrelerde dikiş büzgülerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, MÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul, 4-10, 2010.
- [2] N. Onur, "Tencel kumaşlarda dikiş parametrelerinin dikiş mukavemetine etkilerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, MÜ

- Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul, 4-11, 2009.
- [3] H.B. Yıldırım, "Tencel kumaşların tutum özelliklerinin dikiş büzgüleri oluşumu açısından incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, MÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul, 3-19, 2005.
- [4] K. Kasahara, H. Sasaki, N. Donkai, T. Yoshihara and T. Takagishi, "Modification of tencel with treatment of ferric sodium tartrate complex solution I. effect of treatment condition", *Cellulose*, 8: 23-28, 2001.
- [5] J. X. Y. Debbie, "Tensile drawing behavior of rotor spun yarn", The Hong Kong Polytechnic University, *Institute of Textiles and Clothing*, 2003.
- [6] A. W. Kaimouz, R. H. Wardman, and R.M. Christie, "The inkjet printing process for lyocell and cotton fibres. Part 1: The significance of pre-treatment chemicals and their relationship with colour strength, absorbed dye fixation and ink penetration ", *Dyes and Pigments*, 84: 79-87, 2010.
- [7] J. Männer, D. Ivanoff, R.J. Morley and S. Jary, "Tencel® - newcellulose fibers for carpets", *Lenzinger Berichte*, 89: 60-71, 2011.
- [8] A.A. Badr, A. El-Nahrawy and A. Hassanin, "Comfort and protection properties of tencel/cotton blends", *Beltwide Cotton Conferences*, New Orleans, LA, 6-8 Ocak, 1009 – 1020, 2014.
- [9] G. Owen, "Innovation in the man-made fibres industry: corporate strategy and national institutions", *Paper prepared for seminar at SPRU*, 21 Ekim, 1-18, 2012.
- [10] P.W. Mbe, "Lyocell: the production process and market development: Regenerated cellulosic fibres", Ed.: *Calvin Wooding*, pp: 62-87, 2010.
- [11] R. N. Ibbett, D. Domvoglou and D. A. S Phillips, "The hydrolysis and recrystallisation of lyocell and comparative cellulosic fibres in solutions of mineral acid" *Cellulose*, 15: 241-254, 2008.
- [12] S. Leimer, M.A. Moore, and E. Goldsmith, "Effects of laundering and exposure to light on environmentally-improved fabrics". *Journal of Testing and Evaluation (JTEVA)*, 25(5): 497-502, 1997.
- [13] P. L Nostro, L. Fratoni, F. Ridi, and P. Baglioni, "Surface treatments on tencel fabric: grafting with  $\beta$ -Cyclodextrin" *Journal of Applied Polymer Science*, 88: 706-715, 2003.
- [14] C. W. Lou, C. W. Lin, Y.S. Chen, C.H. Yao, Z.S. Lin, C.Y. Chao, and J.H. Lin, "Properties evaluation of tencel/cotton nonwoven fabric coated with chitosan for wound dressing", *Textile Research Journal*, 78(3): 248-254, 2008.
- [15] K. Singha, "Importance of the phase diagram in lyocell fiber spinning", *International Journal of Materials Engineering*, 2(3): 10-16, 2012.
- [16] U. Syed, "The influence of woven fabric structures on the continuous dyeing of lyocell fabrics with reactive dyes", *Doctorate Thesis*, Heriot-Watt University, School of Textiles and Design, Scottish Border Campus, Galashiels, 1-40, 2010.
- [17] T. Bilir, "İplik kompozisyonundaki tencel oranının iplik ve kumaş özelliklerine etkilerinin incelenmesi", Yüksek lisans tezi, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, 2016.
- [18] Tekstil-Tekstil deneyleri için-Ev tipi çamaşır makinesi ile yıkama ve kurutma işlemleri, TS EN ISO 6330, 2012.
- [19] Tekstil- Yıkama ve kurutmada boyut değişiminin tayini, TS EN ISO 5077, 2008.
- [20] Textiles-Determination of spirality after laundering-Part 1: Percentage of wale spirality change in knitted garments, ISO 16322-1, 2005.
- [21] Tekstil-Kumaşların patlama özellikleri-Bölüm 1: Patlama mukavemetinin ve patlama gerilmesinin tayini için hidrolik metod, TS 393 EN ISO 13938-1, 1999.
- [22] T. Kreze and S. Malej, "Structural characteristics of new and conventional regenerated cellulosic fibers", *Textile Research Journals*, 73(8): 675-684, 2003.
- [23] S.M. Smole, Z. Persin, T. Kreze, K.S. Kleinschek, V. Ribitsch and S. Neumayer, "X-Ray study of pretreated regenerated cellulose fibres", *Mat Res Innovat*, 7: 275-282, 2003.
- [24] Y. Umur, "Selülozik esaslı liflerde fibrilleşmenin kopma yükü ve uzama oranı üzerine etkisi", *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 15(1): 121-133, 2010.
- [25] C.M. Mak, C.W.M. Yuen, S.K.A. and Ku, C.W. Kan, "Changes in surface morphology of tencel fabric during the fibrillation process", *The Journal of The Textile Institute*, 97(3): 241-246, 2005.

- [26] (2015) F.M. Haemmerle, Product improvements by blending cotton with tencel. Experience tencel goes Bursa. Available: [http : // experiencetencelbursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2\\_franz\\_haemmerle.pdf](http://experiencetencelbursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2_franz_haemmerle.pdf).