

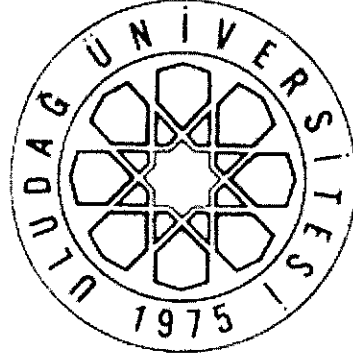
**İPLİK KOMPOZİSYONUNDAKİ TENCEL  
ORANININ İPLİK VE KUMAŞ  
ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN  
İNCELENMESİ**

**Tuğçe Begüm BİLİR**

Yüksek Lisans Tezi

**İPLİK KOMPOZİSYONUNDAKİ TENCEL  
ORANININ İPLİK VE KUMAŞ  
ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN  
İNCELENMESİ**

**Tuğçe Begüm BİLİR**



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İPLİK KOMPOZİSYONUNDAKİ TENCEL ORANININ İPLİK VE KUMAŞ  
ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**Tuğçe Begüm BİLİR**

Yrd. Doç. Dr. Sibel ŞARDAĞ

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

BURSA – 2016

## TEZ ONAYI

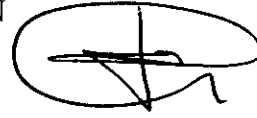
Tuğçe Begüm BİLİR tarafından hazırlanan “Tencel ve Karışımı İpliklerin Dokuma Kumaş Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Yrd. Doç. Dr. Sibel ŞARDAĞ


**Başkan:** Yrd. Doç. Dr. Sibel ŞARDAĞ  
Uludağ Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Tekstil Teknolojisi Anabilim Dalı



**Üye:** Doç. Dr. Erhan Kenan ÇEVEN  
Uludağ Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Tekstil Teknolojisi Anabilim Dalı




**Üye:** Doç. Dr. Kenan YILDIRIM  
Bursa Teknik Üniversitesi  
Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi  
Doğa Bilimleri  
Lif ve Polimer Mühendisliği Bölümü



**Yedek Üye:** Prof. Dr. Özcan ÖZDEMİR  
Uludağ Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Tekstil Teknolojisi Anabilim Dalı

**Yedek Üye:** Prof. Dr. Şule ALTUN  
Bursa Teknik Üniversitesi  
Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi  
Doğa Bilimleri  
Lif ve Polimer Mühendisliği Bölümü

  
Yukarıdaki sonuç onaylarım  
Prof. Dr. Ali Osman DEMİR  
Enstitü Müdürü  
24.10.2016 (Tarih)

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  - başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
  - atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
  - kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
  - ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı
- beyan ederim.**

.././....

Tuğçe Begüm BİLİR

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### İPLİK KOMPOZİSYONUNDAKİ TENCEL ORANININ İPLİK VE KUMAŞ ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

**Tuğçe Begüm BİLİR**

Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Yrd. Doç. Dr. Sibel ŞARDAĞ

Bu çalışmada iplik kompozisyonundaki tencel oranının iplik ve kumaş özelliklerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmış olup bu amaçla öncelik tencel lifi ve yapılan çalışmalarla ilgili ayrıntılı bir literatür araştırması yapılmıştır. Daha sonra “Tencel ve Karışımı İpliklerin Dokuma Kumaş Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi” başlıklı HDP(MH)-2014/62 numaralı Hızlı Destek Projesi kapsamında beş farklı karışım oranına sahip (% 25 tencel - % 75 pamuk, % 50 tencel - % 50 pamuk, % 75 tencel - % 25 pamuk, % 100 tencel, %100 pamuk penye ) iplikler kontrollü bir şekilde üretilmiş ve üretilen bu iplikler atkı ipliği olarak kullanılarak beş farklı karışım oranında dokuma kumaşlar elde edilmiştir.

Üretim aşamaları tamamlandıktan sonra atkı ipliklerinin fiziksel ve mukavemet özellikleri standartlara uygun bir şekilde test edilmiştir. Bir sonraki aşamada ise kumaşların (ham ve mamul) fiziksel, mukavemet ve konfor özellikleri standartlara uygun bir şekilde test edilmiştir. Son olarak ipliklere ve kumaşlara ait elde edilen ölçüm sonuçları SPSS programında 0,05 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak değerlendirilerek analiz edilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda iplik kompozisyonundaki tencel oranının ipliklerin ve kumaşların özelliklerine etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve karışımındaki tencel oranı arttıkça ipliklerin kopma mukavemeti değerlerinin ve rutubet değerlerinin arttığı, düzgünlük değerlerinin azaldığı görülmüştür. Karışımındaki tencel oranının kumaş özelliklerine etkileri değerlendirildiğinde ise tencel oranının artması kumaşların kopma, yırtılma mukavemeti ve hava geçirgenliği değerlerinin artmasına neden olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Tencel, lyocell, iplik, dokuma kumaş, pamuk, mukavemet, hava geçirgenliği, nem geçirgenliği, ısı geçirgenlik

2016, xviii + 121 sayfa.

## ABSTRACT

MSc Thesis

### INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF TENCEL FIBRE RATIO IN THE YARN COMPOSITION ON THE PROPERTIES OF THE YARN AND FABRIC

**Tuğçe Begüm BİLİR**

Uludağ University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Textile Engineering

**Supervisor:** Yrd. Doç. Dr. Sibel ŞARDAĞ

In this study, it is purposed to investigate the effects of tencel fibre ratio in the yarn composition on the properties of the yarns and fabrics made from this weft yarns. Firstly, it was made a detailed literature research about tencel fiber and earlier studies. After it was produced five different blending ratio yarns (% 25 tencel - % 75 cotton, % 50 tencel - % 50 cotton, % 75 tencel-% 25 cotton, % 100 tencel and % 100 cotton combed) in a controlled way within Rapid Assistance Project, numbered HDP(MH)-2014/62, headed 'Investigation of the effects on properties of weaving fabric of tencel and blending yarns'. It was used the produced yarns as the weft yarn and was produced five different blending ratio fabrics.

After it was complete the production stages, it has been tested the physical and strength properties of these yarns in accordance with standard. In the next step, it has been tested the physical, strength and comfort properties of these raw – finished weaving fabrics in accordance with standard. Finally, the obtained measurement results was analyzed statistically on SPSS programme in 0,05 level of significance.

As a results of studies, the effects of tencel fiberatioin the yarn composition on the properties of the yarns and fabrics made from this yarns was significant. It was increased of breaking strength and moisture values of yarns and; decreased evenness values of yarns depending on increasing tencel ratio in blending. It was increased breaking and shearing strength and air permeability values of weaving fabrics depending on increasing tencel ratio in blending.

**Keywords:** Tencel, lyocell, yarn, weaving fabric, cotton, strength, air permeability, moisture permeability, thermal conductivity

2016, xviii + 121 pages.

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim süresince bana başından sonuna kadar büyük emeği geçen, bu tezin gerçekleştirilmesi sırasında çalışmalarımı yönlendiren, değerli fikirlerini esirgemeyen ve sabırla destek olan danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Sibel ŞARDAĞ'a teşekkür ederim.

Lisans ve Yüksek Lisans eğitimime başladığım üniversite olan Süleyman Demirel Üniversitesi'nde bana desteklerini esirgemeyen, hayatımda emeği olan öncelikle Isparta'daki değerli danışmanım Sayın GabilABDULLA'ya, bana inanan değerli öğretmenlerim Sayın Doç. Dr. Sibel KAPLAN'a ve Sayın Doç. Dr. İbrahim ÜÇGÜL'e ve diğer değerli öğretmenlerime teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca bana emeği geçen bütün saygıdeğer öğretmenlerime, yüksek lisans tezimin deneysel kısmında ve kritik birçok aşamada desteklerinden dolayı değerli öğretmenlerim Kimya Mühendisi Sayın Haluk YÜCE'ye, Tekstil Mühendisi Sayın Mehmet TİRİTOĞLU'na ve güler yüzlü laboratuvar çalışanımız Sayın Oya Hanım'a teşekkür ederim.

Çalışma kapsamında ipliklerin test edilmesi aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Sunay Ömeroğlu'na ve İnegöl Özdilek Fabrikası'na teşekkür ederim.

Çalışma kapsamında kumaşların üretiminde yardımcı olan BATMAZ TEKSTİL'e ve çalışmama yardımcı olan çalışanlarına teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca benim yanımda dimdik duran ve teze başlama sebebim, kıymetlim, baba yadigârım, anacığım Semiha BİLİR'e teşekkür ederim. Tez çalışmam sırasında desteği ve sabrıyla yanımda olan bitanecik ablama Ebru BİLİR'e teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca bana sabırla dayanan ve destek olan kıymetli eşim Mustafa YILMAZ'a teşekkür ederim.

Tuğçe Begüm BİLİR

./././....



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	iii
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	x
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	xiv
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	3
2. 1. Rejenere Selülozik Lifler ve Tencel.....	3
2. 2. Tencel Lifinin Tarihçesi ve Önemi.....	4
2. 3. Tencel Lifinin Yapısı.....	7
2. 4. Tencel Lifinin Üretimi.....	10
2. 5. Tencel Lifinin Fibrilasyonu.....	13
2. 6. Tencel Lifinin Fiziksel Özellikleri.....	20
2. 7. Tencel Lifinin Kimyasal Özellikleri.....	21
2. 8. Tencel Lifinin Kullanım Alanları.....	24
2. 9. Tencel Lifinin Avantajları.....	27
2. 10. Konfor Kavramı ve Tencel İplikleriyle Oluşturulan Kumaşların Konfor Davranışları.....	28
2. 10. 1. Konfor kavramı.....	28
2. 10. 2. Giysi konforunun sınıflandırılması.....	30
2. 10. 2. 1. Psikolojik konfor.....	31
2. 10. 2. 2. Fiziksel konfor.....	31
2. 10. 2. 3. Termofizyolojik (Isıl) konfor.....	32

2. 10. 3. Konforun ölçümü.....	32
2. 10. 3. 1. Subjektif konfor değerlendirmeleri.....	32
2. 10. 3. 2. Objektif konfor ölçümleri.....	33
2. 10. 3. 2. 1. Isıl geçirgenlik ölçümü (Alambeta).....	33
2. 10. 3. 2. 2. Nem geçirgenliği ölçümü (MMT).....	35
2. 10. 3. 2. 3. Hava geçirgenliği ölçümü.....	36
2. 10. 4. Tencel iplikleriyle oluşturulan kumaşların konfor davranışları.....	37
2. 11. Tencel ile İlgili Yapılmış Deneysel Çalışmalar.....	38
2. 11. 1. Tencel yapısı ve eğrilmesi ile ilgili yapılmış çalışmalar.....	38
2. 11. 2. Tencelin özellikleri ile ilgili yapılan çalışmalar.....	40
2. 11. 3. Tencelin fibrilasyonu ile ilgili yapılan çalışmalar.....	41
2. 11. 4. Tencelin boyanması ve baskısı ile ilgili yapılan çalışmalar.....	44
2. 11. 5. Tencel kumaşlarda dikiş işlemi ile ilgili yapılan çalışmalar.....	46
2. 11. 6. Tencel ile ilgili diğer konularda yapılan çalışmalar.....	47
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>49</b>
3. 1. Materyal.....	49
3. 2. Yöntem.....	50
3. 2. 1. İplik özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan testler.....	51
3. 2. 1. 1. Doğrusal yoğunluk testleri.....	51
3. 2. 1. 2. Büküm testleri.....	51
3. 2. 1. 3. Mukavemet testleri.....	52
3. 2. 1. 4. Düzensüzlük ve tüylülük testleri.....	52
3. 2. 1. 5. Rutubet testleri.....	52

	<b>Sayfa</b>
3. 2. 1. 6. Büküm canlılığı testleri.....	52
3. 2. 1. 7. Bobin sertliği testleri.....	54
3. 2. 2. Kumaş özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan testler.....	54
3. 2. 2. 1. Kumaşların mukavemet özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan testler.....	54
3. 2. 2. 1. 1. Kopma mukavemeti testleri.....	54
3. 2. 2. 1. 2. Yırtılma mukavemeti testleri.....	55
3. 2. 2. 1. 3. Aşınma dayanımı testleri.....	55
3. 2. 2. 1. 4. Yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı (pilling) testleri.....	55
3. 2. 2. 2. Kumaşların konfor özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan testler.....	55
3. 2. 2. 2. 1. Hava geçirgenliği testleri.....	56
3. 2. 2. 2. 2. Nem geçirgenliği (MMT) testleri.....	56
3. 2. 2. 2. 3. Isıl geçirgenlik (Alambeta) testleri.....	57
3. 2. 2. 3. Kumaşların diğer önemli özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan testler.....	58
3. 2. 2. 3. 1. Gramaj testleri.....	58
3. 2. 2. 3. 2. Eğilme dayanımı (sertlik) testleri.....	58
3. 2. 2. 3. 3. Dökümlülük testleri.....	59
3. 2. 2. 3. 4. Buruşmazlık (kırışma) açısı testleri.....	59
3. 2. 3. Test sonuçlarını değerlendirme yöntemleri.....	60
3. 2. 3. 1. İplik kompozisyonundaki tencel oranının iplik özelliklerine etkisi.....	60
3. 2. 3. 2. İplik kompozisyonundaki tencel oranının kumaş özelliklerine etkisi.....	61
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>63</b>

4. 1. İplik Kompozisyonundaki Tencel Oranının İplik Özelliklerine Etkisi.....	63
4. 1. 1. Farklı karışım oranındaki tencel-Pamuk ipliklerine ait numara (Nm) ve büküm (T/m) ölçüm sonuçları.....	63
4. 1. 2. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kopma yükü (N), kopma uzaması (%), mukavemet (cN/tex) ve kopma işi (N.cm) ölçüm sonuçları.....	63
4. 1. 3. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait düzgünsüzlük (%) ve tüylülük ölçüm sonuçları.....	64
4. 1. 4. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait ince yer, kalın yer ve neps ölçüm sonuçları.....	64
4. 1. 5. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait rutubet (%), büküm canlılığı (Kr) ve bobin sertliği (N) ölçüm sonuçları.....	65
4. 3. İplik Kompozisyonundaki Tencel Oranının Kumaş Özelliklerine Etkisi.....	65
4. 3. 1. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların mukavemet özelliklerinin ölçüm sonuçları.....	65
4. 3. 1. 1. Kopma mukavemeti ölçüm sonuçları.....	65
4. 3. 1. 2. Yırtılma mukavemeti ölçüm sonuçları.....	66
4. 3. 1. 3. Aşınma dayanımı ölçüm sonuçları.....	67
4. 3. 1. 4. Yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı (pilling) testleri ölçüm sonuçları.....	67
4. 3. 2. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların konfor özelliklerinin ölçüm sonuçları.....	67
4. 3. 2. 1. Hava geçirgenliği ölçüm sonuçları.....	67
4. 3. 2. 2. Nem geçirgenliği (MMT) ölçüm sonuçları.....	68
4. 3. 2. 3. Isıl geçirgenlik (Alambeta) ölçüm sonuçları.....	70
4. 3. 3. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların diğer özelliklerinin ölçüm sonuçları.....	72

4. 3. 3. 1. Gramaj ölçüm sonuçları.....	72
4. 3. 3. 2. Eğilme uzunluğu ve dayanımı ölçüm sonuçları.....	72
4. 3. 3. 3. Dökümlülük ölçüm sonuçları.....	73
4. 3. 3. 4. Kırışma açısı ölçüm sonuçları.....	73
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....</b>	<b>74</b>
5. 1. İplik Kompozisyonundaki Tencel Oranının İplik Özelliklerine Etkisi.....	74
5. 1. 1. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait mukavemet ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	74
5. 1. 2. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait düzgünsüzlük, tüylülük ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	77
5. 1. 3. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait ince yer, kalın yer ve neps ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	79
5. 1. 4. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait rutubet, büküm canlılığı ve bobin sertliği ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	83
5. 3. İplik Kompozisyonundaki Tencel Oranının Kumaş Özelliklerine Etkisi.....	85
5. 3. 1. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşın mukavemet özelliklerinin ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	86
5. 3. 1. 1. Kopma mukavemeti ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	86
5. 3. 1. 2. Yırtılma mukavemeti ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	90
5. 3. 1. 3. Aşınma dayanımı ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	91
5. 3. 1. 4. Yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	93
5. 3. 2. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşın konfor özelliklerinin ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	94
5. 3. 2. 1. Hava geçirgenliği ( $l/m^2/s$ ) ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	94
5. 3. 2. 2. Nem geçirgenliği (MMT) ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	96

5. 3. 2. 3. Isıl geçirgenlik (Alambeta) ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	99
5. 3. 3. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşın diğer önemli özelliklerinin ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	103
5. 3. 3. 1. Eğilme dayanımı ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	103
5. 3. 3. 2. Dökümlülük katsayısı ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	104
5. 3. 3. 3. Kırışma açısı ölçüm sonuçlarının tartışılması.....	106
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>110</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>116</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>120</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2. 1. Tencelin lif yapısı.....	8
Şekil 2. 2. Tencel lifinin mikroskopik görüntüleri; a) Tencel lifinin enine kesiti, b) Tencel lifinin boyuna kesiti c) Fibrillenmiş tencel lifi d) Lekeleme yöntemiyle tencel lifinin boyuna görüntüsü.....	8
Şekil 2. 3. Sırasıyla tencel, yün, pamuk yüzeyleri.....	8
Şekil 2. 4. Tencel lifinin iç yapısı.....	9
Şekil 2. 5. Tencel lifinin yaşam döngüsü.....	10
Şekil 2. 6. Tencel lif çekme prosesi; 1. Karıştırma ve yoğurma aleti, 2. Çift burgulu çekme, 3. Granuler filtreli eğirme aleti, Ölçüm pompası, Spinneret, 4. İlk yıkama, 5. İkinci ve üçüncü yıkamalar.....	12
Şekil 2. 7. Tencel lifinin işlem prosesi.....	12
Şekil 2. 8. Tencel lifinin fibrilasyonu.....	14
Şekil 2. 9. Fibrillenmiş tencel kumaş.....	14
Şekil 2. 10. Büyütülmüş boncuk düğümleriyle boncuklanmış kumaş yüzeyi.....	15
Şekil 2. 11. Tencel kumaşta fibrilasyon aşamalarının mikro fotoğrafları; 1.Tencel kumaş, 2.Primer fibrilasyon, 3.Defibrilasyon (Enzimatik işlem), 4.Sekonder fibrilasyon.....	16
Şekil 2. 12. Enzimatik defibrilasyon işlemi görmüş tencel.....	17
Şekil 2. 13. Şeftali tüyü efekti(peatch skin) verilmiş tencel kumaşın fibrilasyon.....	18
Şekil 2. 14. Tencel Standart, Tencel LF ve Tencel A100 lifinin mikroskopik görüntüsü.....	19
Şekil 2. 15. Yıkamalardan sonra kumaş rengi (Renk haslığı).....	22
Şekil 2. 16. Sırasıyla tencel, polyester, pamuk nem emiliminin kesitsel gösterimi.....	23

Şekil 2. 17. Çeşitli liflerin su buharı emilimlerinin grafiksel gösterimi.....	23
Şekil 2. 18. Kumaş üzerindeki Staphylococcus Aureus bakterilerinin üremesi.....	24
Şekil 2. 19. Tencel kumaşı üzerinde elektrostatik yüklenme oluşmaması.....	26
Şekil 3. 1. Kringel Factor Meter test aleti.....	52
Şekil 3. 2. Kringel Factor Meter test aletinin önden ve yandan görünüşleri.....	53
Şekil 3. 3. Bobin sertliği test aleti.....	54
Şekil 5. 1. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kopma yükü (N) ölçüm sonuçları.....	74
Şekil 5. 2. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kopma uzaması (%) ölçüm sonuçları.....	75
Şekil 5. 3. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait mukavemet (cN/tex) ölçüm sonuçları.....	75
Şekil 5. 4. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kopma işi (N.cm) ölçüm sonuçları.....	76
Şekil 5. 5. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait düzensizlik (Um:%) ölçüm sonuçları.....	77
Şekil 5. 6. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait varyasyon katsayısı (Cvm:%) ölçüm sonuçları.....	78
Şekil 5. 7. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait tüylülük (H) ölçüm sonuçları.....	78
Şekil 5. 8. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait ince yer (%30) ölçüm sonuçları.....	80
Şekil 5. 9. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait ince yer (%40) ölçüm sonuçları.....	80
Şekil 5. 10. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kalın yer(%35) ölçüm sonuçları.....	81



Şekil 5. 11. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kalın yer (%50) ölçüm sonuçları.....	81
Şekil 5. 12. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait neps (+140) ölçüm sonuçları.....	82
Şekil 5. 13. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait neps (+200) ölçüm sonuçları.....	82
Şekil 5. 14. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait rutubet (%) ölçüm sonuçları.....	83
Şekil 5. 15. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait büküm canlılığı (Kr) ölçüm sonuçları.....	84
Şekil 5. 16. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait bobin sertliği (N) ölçüm sonuçları.....	85
Şekil 5. 17. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı yönlü kopma yükü (kN) ölçüm sonuçları.....	86
Şekil 5. 18. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı yönlü kopma mukavemeti (MPa) ölçüm sonuçları.....	87
Şekil 5. 19. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı yönlü kopma uzaması (%) ölçüm sonuçları.....	88
Şekil 5. 20. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı yönlü kopma işi (J) ölçüm sonuçları.....	88
Şekil 5. 21. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların çözüğüye dik yırtılma mukavemeti (N) ölçüm sonuçları.....	90
Şekil 5. 22. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların 20.000 devir sonundaki aşınma dayanımı – kütle kaybı (%) ölçüm sonuçları.....	92
Şekil 5. 23. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan ham ve mamul kumaşlar için hava geçirgenliği ( $l/m^2/s$ ) ölçüm sonuçları.....	94

Şekil 5.24. Farklı karışım oranındaki tencel-Pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların tek yöne toplanmış transfer indeksi (OWTC: %) ölçüm sonuçları.....	96
Şekil 5. 25. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların kapsamlı nem ölçüm kapasitesi (OMMC) ölçüm sonuçları.....	97
Şekil 5. 26. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ : $W \cdot 10^3/m \cdot K$ ) ölçüm sonuçları.....	99
Şekil 5. 27. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ( $b$ : $W \cdot s^{1/2}/K \cdot m^2$ ) ölçüm sonuçları.....	100
Şekil 5. 28. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların ısı direnç ( $r$ : $K \cdot m^2/W \cdot 10^3$ ) ölçüm sonuçları.....	100
Şekil 5. 29. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı eğilme dayanımı ( $G=mg \cdot cm$ ) ölçüm sonuçları.....	104
Şekil 5. 30. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların dökümlülük katsayısı (%) ölçüm sonuçları.....	105
Şekil 5. 31. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı kırılma açısı ( $^\circ$ ) ölçüm sonuçları.....	106

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2. 1. Rejenere selülozik lif türleri.....	3
Çizelge 2. 2. Tencel lifinin tarihsel gelişimi.....	5
Çizelge 2. 3. Lyocell üreticisi firmalar, ticari adları ve üretim kapasiteleri.....	6
Çizelge 2. 4. Selülozik liflerin fibrilasyona eğilim dereceleri.....	18
Çizelge 2. 5. Tencel LF ve Tencel Standart'ın mekaniksel özelliklerinin karşılaştırılması.....	20
Çizelge 2. 6. Diğer selülozik liflerle tencelin fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması.....	20
Çizelge 2. 7. Reaktif boyanmış siyah renk tonunda karşılaştırmalı renk haslığı.....	22
Çizelge 2. 8. Tencelin kimyasal özellikleri.....	24
Çizelge 2. 9. Liflerin ısı iletkenlik katsayıları.....	34
Çizelge 3. 1. Kullanılan atkı ipliklerinin özellikleri.....	49
Çizelge 3. 2. Kullanılan pamuk lifinin özellikleri (HVI Değerleri).....	49
Çizelge 3. 3. Ham kumaşlara uygulanan işlemler.....	50
Çizelge 3. 4. MMT ölçüm sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri.....	56
Çizelge 4. 1. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait numara ve büküm ölçüm sonuçları.....	63
Çizelge 4. 2. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kopma yükü, kopma uzaması, mukavemet ve kopma işi ölçüm sonuçları.....	63
Çizelge 4. 3. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait düzgünsüzlük, varyasyon katsayısı ve tüylülük ölçüm sonuçları.....	64
Çizelge 4. 4. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait ince yer (%30 – %40) ölçüm sonuçları.....	64

Çizelge 4. 5. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kalın yer (%35 – %50) ölçüm sonuçları.....	64
Çizelge 4. 6. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait neps (+140 - +200) ölçüm sonuçları.....	64
Çizelge 4. 7. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait rutubet (%), büküm canlılığı (Kr) ve bobin sertliği (N) ölçüm sonuçları.....	65
Çizelge 4. 8. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı ve çözgü yönlü kopma yükü (kN) ölçüm sonuçları.....	65
Çizelge 4. 9. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı ve çözgü yönlü kopma mukavemeti (MPa) ölçüm sonuçları.....	66
Çizelge 4. 10. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı ve çözgü yönlü kopma uzaması (%) ölçüm sonuçları.....	66
Çizelge 4. 11. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı ve çözgü yönlü kopma işi (J) ölçüm sonuçları.....	66
Çizelge 4. 12. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı ve çözgü yırtılma mukavemeti (N) ölçüm sonuçları.....	66
Çizelge 4. 13. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan ham ve mamul kumaşlar için 20000 devir sonundaki kütle kaybı (%) ölçüm sonuçları.....	67
Çizelge 4. 14. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan ham ve mamul kumaşların atkı yönlü pilling ölçüm sonuçları.....	67
Çizelge 4. 15. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların 100 kPa basınçta ve 20 cm <sup>2</sup> yüzey alanında hava geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s) ölçüm sonuçları.....	67
Çizelge 4. 16. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların üst yüzey ıslanma süresi (s) ölçüm sonuçları.....	68

Çizelge 4. 17. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların alt yüzey ıslanma süresi (s) ölçüm sonuçları.....	68
Çizelge 4. 18. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların üst yüzey absorpsiyon oranı (%/s) ölçüm sonuçları.....	68
Çizelge 4. 19. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların alt yüzey absorpsiyon oranı (%/s) ölçüm sonuçları.....	68
Çizelge 4. 20. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların üst yüzey maksimum ıslanma yarıçapı (mm) ölçüm sonuçları.....	69
Çizelge 4. 21. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların alt yüzey maksimum ıslanma yarıçapı (mm) ölçüm sonuçları.....	69
Çizelge 4. 22. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların üst yüzey yayılma hızı (mm/s) ölçüm sonuçları.....	69
Çizelge 4. 23. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların alt yüzey yayılma hızı (mm/s) ölçüm sonuçları.....	69
Çizelge 4. 24. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların tek yöne toplanmış transfer kapasitesi (OWTC) (%) ölçüm sonuçları.....	70
Çizelge 4. 25. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların kapsamlı nem ölçüm kapasitesi (OMMC) ölçüm sonuçları.....	70
Çizelge 4. 26. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda: W \cdot 10^3/m \cdot K$ ) ölçüm sonuçları.....	70
Çizelge 4. 27. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların ısı yayılım katsayısı ( $a: m^2 \cdot 10^6/s$ ) ölçüm sonuçları.....	70

Çizelge 4. 28. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların ısıl etkinlik katsayısı (b: $W.s^{1/2}/K.m^2$ ) ölçüm sonuçları.....	71
Çizelge 4. 29. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların ısıl direnç ( $r: Km^2/W.10^3$ ) ölçüm sonuçları.....	71
Çizelge 4. 30. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların numune kalınlığı (h:mm) ölçüm sonuçları.....	71
Çizelge 4. 31. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların maksimum ve kararlı ısı akış yoğunluk oranı (p:l) ölçüm sonuçları.....	71
Çizelge 4. 32. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların maksimum ısı akış yoğunluğu ( $q_{max}: W.10^3/m^2$ ) ölçüm sonuçları.....	72
Çizelge 4. 33. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların gramaj (g) ölçüm sonuçları.....	72
Çizelge 4. 34. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların eğilme uzunluğu (C:cm) ölçüm sonuçları.....	72
Çizelge 4. 35. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların eğilme dayanımı ( $G=mg.cm$ ) ölçüm sonuçları.....	73
Çizelge 4. 36. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların genel eğilme dayanımı ( $G_o=mg.cm$ ) ölçüm sonuçları.....	73
Çizelge 4. 37. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların dökümlülük katsayısı (%) ölçüm sonuçları.....	73
Çizelge 4. 38. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların kırışma açısı ( $^{\circ}$ ) ölçüm sonuçları.....	73
Çizelge 5. 1. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (1).....	74-76

Çizelge 5. 2. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (2).....	77-78
Çizelge 5. 3. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (3).....	79-81
Çizelge 5. 4. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (4).....	83-85
Çizelge 5. 5. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (5).....	86-88
Çizelge 5. 6. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (6).....	90
Çizelge 5. 7. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (7).....	91
Çizelge 5. 8. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (8).....	94
Çizelge 5. 9. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (9).....	96
Çizelge 5. 10. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların tek yöne toplanmış transfer indeksi (OWTC) ve kapsamlı nem ölçüm kapasitesi (OMMC) <i>MMT skalasına göre</i> ölçüm sonuçları.....	97
Çizelge 5. 11. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (11).....	99-100
Çizelge 5. 12. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (12).....	103
Çizelge 5. 13. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (13).....	104
Çizelge 5. 14. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (14).....	106
Çizelge 5. 15. İplik ölçüm sonuçlarının genel değerlendirilmesi.....	107
Çizelge 5. 16. Ham ve mamul kumaş ölçüm sonuçlarının genel değerlendirilmesi.....	108

## 1. GİRİŞ

Artan dünya nüfusuyla birlikte tekstil hammaddelerine olan ihtiyaç da artmaktadır. Doğal, rejenere ve sentetik liflerden oluşan tekstil hammaddelerinden doğal liflerin üretim miktarının az oluşu ve maliyetinin yüksek oluşu nedeniyle günümüzde sentetik ve rejenere liflere olan talep artmıştır. Sentetik liflerin mukavemet özellikleri doğal liflere göre daha yüksek olmasına rağmen kullanım sırasında gösterdikleri konfor davranışları yetersizdir. 1. Nesil rejenere liflerin mukavemet özellikleri doğal liflere göre düşük olduğundan dolayı yeni nesil rejenere lifler geliştirilmeye başlanmıştır. Yeni nesil rejenere lifler mukavemet, düzgünsüzlük özellikleri bakımından sentetik liflerle rekabet ederken, konfor davranışları bakımından da doğal liflerle benzerlik göstermektedir. 3. nesil rejenere selülozik liflerden ticari ismi Tencel olan Lyocell lifleri okalıptüs ağacından elde edilmekte ve koagülasyon banyosunda asit, baz gibi hiçbir sağlığa zararlı maddeye gerek duyulmayıp sadece su kullanılması sebebiyle ekolojik bir lifdir. Aynı zamanda diğer rejenere selülozik liflere göre mukavemet ve konfor özellikleri yüksektir. Bu özelliklerinden dolayı da günümüzde ev tekstilden denim üretimine kadar birçok alanda kullanılmaktadır.

Tencel lifinin fibrilasyon özelliği (Mak ve ark. 2005, Mak ve ark. 2006, Udomkichdech ve Chiarakorn 2001, Kasahara ve ark. 2001, Umur 2010), boyama davranışı (Syed 2010, Kaimouz ve ark. 2010) ve tencelden üretilen kumaşların dikiş işlemi (Alp 2010, Onur 2009, Yıldırım 2005) birçok araştırmanın konusu olmuşken ipliklerin fiziksel ve mukavemet özelliklerine (Kılıç ve Okur 2011) ve bu ipliklerden oluşturulan kumaşların fiziksel, mukavemet ve konfor özelliklerine etkisi üzerine (Badr ve ark. 2014) yapılan çalışma sayısı daha az olup çoğu tencel lif üretici firmaların desteğiyle gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla yapılan bu çalışmanın konu ile ilgili literatüre bilimsel anlamda katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada ise diğer çalışmalardan farklı olarak iplik kompozisyonundaki tencel oranının ipliklerin doğrusal yoğunluk, büküm, mukavemet özelliklerine (kopma yükü, kopma uzaması, kopma mukavemeti ve kopma işi), düzgünsüzlük özelliklerine (düzgünsüzlük, varyasyon katsayısı, ince-kalın yer, neps ve tüylülük), rutubet, büküm canlılığı ve bobin sertliği özelliklerine ve bu ipliklerden dokunan ham ve mamul kumaşların mukavemet özelliklerine (kopma yükü, kopma uzaması, kopma mukavemeti, kopma işi, yırtılma mukavemeti, aşınma dayanımı ve pilling), konfor



özelliklerine (hava geçirgenliği, nem geçirgenliği ve ısı geçirgenlik) ve diğer özelliklerine (eğilme dayanımı, dökümlülük, kırılma açısı) etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla beş farklı karışım oranına sahip (% 25 tencel - % 75 pamuk, % 50 tencel - % 50 pamuk, % 75 tencel - % 25 pamuk, % 100 tencel ve % 100 pamuk penye) iplikler ‘‘Tencel ve Karışımı İpliklerin Dokuma Kumaş Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi’’ başlıklı HDP(MH)-2014/62 numaralı Hızlı Destek Projesi kapsamında üretilmiştir. Kontrollü bir şekilde üretilen bu ipliklerin öncelikle fiziksel ve mukavemet özellikleri standartlara uygun bir şekilde test edilmiş ve sonrasında atkı ipliği olarak kullanılarak (çözgü ipliği sabit tutulup) dokuma kumaşlar elde edilmiştir. İpliklere ve dokunan kumaşlara uygulanan testler sonucunda elde edilen ölçüm sonuçları SPSS programında 0,05 anlamlılık seviyesinde (% 95 güven aralığında) istatistiki olarak değerlendirilerek iplik kompozisyonundaki tencel oranının iplik ve ham-mamul kumaş özelliklerine etkisi ayrıntılı bir şekilde analiz edilerek tencel ipliğini kullanan iplik ve kumaş üreticilerine ve tencel ile ilgili çalışmalar yapan bilimsel literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Rejenere Selülozik Lifler ve Tencel

Artan dünya nüfusuyla birlikte tekstil ürünlerine ve dolayısıyla tekstil hammaddelerine olan ihtiyaç da artmaktadır. Buna karşılık doğal liflerin ekim, dikim alanlarında bir artış yoktur. Bu bağlamda doğal liflerin dünyanın ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalması araştırmacıları bir takım çalışmalara itmiştir (Onur 2009). Bu çalışmalarda insan ve çevre sağlığı açısından en uygun olan ve doğal liflere en çok benzeyen lifleri yapay yollarla çok miktarda elde etmek amaçlanmaktadır. Bu tür lifler doğal kaynaklı polimerlerden veya sentetik polimerlerden elde edilebilmektedir. Doğal polimerlerden elde edilen liflere “rejenere lifler”denilmektedir. Lif haline dönüştürülebilen doğal polimerler, genellikle selüloz veya protein esaslı olduklarından rejenere lifler de “rejenere selüloz lifleri” ve “rejenere protein lifleri” olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadırlar. Doğal polimerlerden elde edilen lifler, yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi sebebiyle özellikle sağlık ve çevre açısından daha ekolojik özelliklere sahiptir. Bu lifler kullanılmayacak hale geldiklerinde çürüyerek ekolojik çevirime katılmaktadır (Alp 2010). Çalışmalar rejenere selülozik liflerin 1. neslinin (viskoz) ardından 2. neslinin (modal) ve 3. nesli olan lyocell lifinin keşfedilmesiyle sonuçlanmıştır (Onur 2009). Çizelge 2. 1.’de yapay rejenere selülozik lif türleri gösterilmektedir.

**Çizelge 2. 1.** Rejenere selülozik lif türleri (Yıldırım 2005)

1. Nesil Selülozik Lifler	2. Nesil Selülozik Lifler	3. Nesil 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)	

Saf selülozdan oluşan pamuk gibi doğal liflerin yanı sıra en yaygın kullanılan selüloz kaynakları ağaçlardır. Yaklaşık olarak % 40-50 civarında selüloz içerirler. Odun lifi doğal halde tekstil amaçlı eğirme işlemi için çok kısadır. Odun lifinin tekstilde kullanılabilmesi için önce uygun bir çözücü ile çözülmesi ve sonraki aşamada rejenere edilerek düzelerden püskürtülmek suretiyle filament olarak çekilmesi gerekmektedir. Klasik yapay liflerin üretimi, selülozun karbon sülfür ile reaksiyonu sonucunda selüloz ksantata, bunun da sodyum hidroksitte çözünmesi ile viskoz çözeltisi denilen şekle dönüşümüne dayanmaktadır. Viskoz çözeltisinin sülfirik asit ve diğer tuzları içeren

koagülasyon banyosuna püskürtülmesi selülozun rejenere olmasına neden olur (Yıldırım 2005, Alp 2010).

Ticari olarak ilk rejenere selülozik lif 1885 yılında Chardonnet tarafından üretilmiştir. Bunu 1901 yılında ticari olarak üretilmeye başlanan Cupro izlemiştir. Güncelliğini ve önemini halen koruyan bir rejenere selülozik lif de viskozdur. Viskoz pamuğa göre düşük kopma mukavemeti dezavantajına sahiptir. Islak halde iken mukavemeti daha da azalmaktadır. Bu yüzden modal ve polinozik lifler geliştirilmiştir. Modal lifler kuru ve yaş halde daha yüksek kopma mukavemetine sahip modifiye selülozik liflerdir. Son yıllarda viskoz prosesine alternatif olarak çıkan ve rejenere selülozik elyaf teknolojisindeki en önemli gelişme, *organik* bir çözücü kullanarak rejenerasyonun başarıyla yapılabildiğinin gösterilmesidir. Çeşitli çözücülerin içinde en başarılı olan N-Metil-Morfolin-N-oksidi (NMMO) çözücü olarak kullanan ve Courtaulds PLC firmasının geliştirdiği “Tencel” elyaf prosesidir. Bu tip proseslerle rejenere edilmiş selülozik liflere verilen genel isim ise “Lyocell”dir (Yıldırım 2005, Alp 2010).

“LYO: Lyein (Latince çözünen), Cell: Selüloz” kelimelerinin kısa birleşiminden dolayı Lyocell (CLY) lifleri ismini ve sembolünü almıştır. Lyocell ismi BISFA (Uluslararası Viskoz ve Sentetik Lifleri Standardizasyon Bürosu) Brüksel ve Federal Marka Komisyonu (ABD) tarafından bir elyaf türü olarak resmi olarak tanınmıştır. Bu arada AB komisyonu, Lyocell’i Tekstil Terimleri Yasasına (TKG) da dahil etmiştir. Lifin sembolü CLY olarak belirlenmiştir (Yıldırım 2005, Onur 2009, Alp 2010).

## 2.2. Tencel Lifinin Tarihçesi ve Önemi

Tencel lifiyle ilgili çalışmaların kökeninde, Avrupa ülkelerinin sülfür atıklarının çevreye verdiği zarardan dolayı viskoz üretimini engelleyecek kanuni tedbirlere yönelmeleri yatmaktadır. 1980’li yılların başında Courtaulds firmasının kimya mühendisleri, bir çeşit odun hamurundan elde edilen selülozun çözülmesi ile ilgili “Genesis” isimli bir proje üzerinde çalışmaya başlamışlardır. Birçok deneyden sonra zehirsiz bir aminoksit kullanarak kapalı bir çevrim içerisinde sürekli yenilenecek kullanıma hazır hale gelen bir eritme yöntemi geliştirmişlerdir. Atık maddeler ise en az tehlike üretecek biçimde tahliye edilebilmiştir. Böylece yenilenebilir kaynaklar açısından birtakım avantajlara sahip olan yeni bir selülozik lifin varlığı ortaya çıkmıştır. Lyocell kimyasal yollarla elde edilmiş bir selülozik elyafır. Eriyik halindeki selülozun organik bir çözelti içinde

rejenere edilmesiyle elyaf haline dönüştürülmektedir (Yıldırım 2005, Onur 2009, Alp 2010). Çizelge 2. 2’de tencel lifinin tarihsel gelişimi gösterilmektedir (Yıldırım 2005).

**Çizelge 2. 2.** Tencel lifinin tarihsel gelişimi (Yıldırım 2005, Onur 2009)

Yıl	Firma ve Araştırma Enstitüsünün Adı	Gelişim Aşamaları
1939	Graennacher.C: Sallman.R	Çözücü madde olarak aminoksitin selüloz çözeltisi elde etme prosesinin patentleştirilmesi
1969	Eastman Kodak	N-Metil-Morfinin amin olarak selülozu çözmeye yarayan aminositin elde edilmesi patenti
1976	AKZO	Selülozdan NMMO yolu ile elyaf çekilmesi için Amerikan ENKA (ABD) ve Oberburg (D) Araştırma Enstitüsünün temel geliştirme çabaları
1976	Lenzing AG	NMMO ile selülozun çözündürülmesi aşamaları
1979	AKZO	Üretim metodu ve ürün patenti
1980	AKZO	Stabilizatör patenti
1981	TITK	Selüloz elde edilmesinde alternatif düşük zararlı üretim şekline geçiş
1982	AKZO	Proseste gelişmeler
1982	Courtaulds	Bir çözücü eğirme metodu için AR-GE çalışmaları
1983	AKZO	Selüloz kesik elyaf işleminin durdurulması
1985	Lenzing AG	Lyocell’in geliştirilmeye başlanması
1986	Courtaulds	İngiltere’de bir pilot tesisin devreye alınması
1987	AKZO	Lenzing AG’ye lisans verilmesi
1989	AKZO	Filament fizibilite gösterimi
1990	AKZO	Courtaulds’a patent verilmesi
1990	Courtaulds	Mobile’de (ABD) NMMO bazında ilk büyük ştapel lif üretim tesisinin kuruluşu
1990	Lenzing AG	Lenzing’de bir pilot tesisin satın alınması
1992	Courtaulds	Mobile’de ilk (ABD) lyocell liflerinin üretilmesi için geniş çaplı bir tesisin inşaatına başlanması
1993	Courtaulds	Mobile’de ilk (ABD) lyocell liflerinin üretilmesi için ilk geniş çaplı bir tesisin satın alınması
1994	AKZO	Obernburg’da filament ipliklerin işlem geliştirmesi için pilot tesisin satın alınması
1997	Rus Polimer Lif Bilim ve Arş. Ens.	NMMO metodu ile üretim yapabilecek tesislerin sunulması
1997	TITK ve ZIMMER	Ştapel lif ve filament ipliklerin işlem geliştirmesi için pilot tesis temelini atılması

Lyocell liflerinin ilk bulunduğu 90’lı yıllarda Lenzing (Avusturya) kendi lyocell liflerini “Lyocell by Lenzing” markası altında pazarlamıştır. Tencel; Acordis/Courtaulds (İngiltere) firmasının kuruluşu olan Tencel Ltd.nin lyocell lifleri için kullandığı bir ticari isimdir (Kasahara ve ark. 2001, Debbie 2003, Kaimouz ve ark. 2010, Manner ve ark. 2011, Badr ve ark. 2014). Her iki lif üreticisi Lenzing AG ve eski İngiliz Courtaulds plc 90’lı yıllarda başarıyla lyocell ştapel lif üretimine başlamışlardır. Patent hakları beyanına göre Lenzing ve Courtaulds 1998’de bir anlaşma imzalamışlar ve bu suretle sınırlı bir know-how değişimi gerçekleşmiştir. 2004 yılında Courtaulds

firmasının Lenzing firması tarafından satın alınması sonucu Lenzing; lyocell kesikli lif üretimini “Tencel” markası ile piyasaya sürmüştür (Owen 2012). Her ne kadar bu liflerden yapılan tekstil ürünlerinde ilk yıllarda özellikle terbiyede ciddi problemler yaşanmışsa da devam edilen çalışmalar sonucunda bu problemlerin tamamı aşılmıştır (Yıldırım 2005, Abu-Rous ve ark. 2007, Günaydın 2009, Onur 2009, Alp 2010). Çizelge 2. 3’de lyocell üreticisi firmalar, ticari adları ve yıllık üretim kapasiteleri verilmektedir (Yıldırım 2005, Alp 2010). Günümüzde sadece bir şirket -Lenzing- tencel lif üretimini gerçekleştirmektedir (Syed 2010).

**Çizelge 2. 3.** Lyocell üreticisi firmalar, ticari adları ve üretim kapasiteleri (Yıldırım 2005, Alp 2010, Syed 2010).

Üretici firma	Ülke	Ticari İsim	Kapasite (1000t/yıl)	Lif Türü
Courtaulds Fibers	Grimsby (İngiltere) Mobile (ABD)	Tencel	100 (2003)	Kesikli
Lenzing AG	Heiligenkreuz (Avusturya)	Lyocell by Lenzing	40 (2003)	Kesikli
Akzo Nobel Fibers	Obenburg (Almanya)	Newcell	5 (2002)	Filament
Thuringian Textile and Plastic Research Institute (TITK)	Rudolstadt (Almanya)	Alceru	0,5 (2002)	Kesikli ve filament
Russian Res. Inst.	Rusya	Orcel		

Elde edilmişinde kullanılan hammadde ve proses nedeniyle maliyeti çok düşüktür. Tencel eldesindeki çözücü, asit içermediği için dermatolojik ve toksikoloji testlerinde zararsız olduğu kanıtlanmıştır. Dolayısıyla tencel çevre dostu (ekolojik) rejenere selülozik lifdir (Leimer ve ark. 1997, Debbie 2003, Nostro ve ark. 2003, Lou ve ark. 2008, Kaimouz ve ark. 2010, Manner ve ark. 2011, Singha 2012, Owen 2012). Bir yaşam döngüsü analizi (Lenzing elyafın yaşam döngüsü analizi: M. Patel, L. Shen, Utrecht Üniversitesi, Hollanda, 2008) pamuk, polyester ve polipropilen ile karşılaştırılmasında tencelin çevre dostu özelliğini belgelemektedir. Bu araştırma elyaf üretiminin neden olduğu çevresel etkileri değerlendirmektedir ve varılan sonuç, pamuk kazanımının suya ve toprağa olan toksik etkisi tencele oranla çok fazla olduğudur. Bir başka ekolojik avantaj ise, hammaddesi olan ahşabın sürdürülebilir plantasyonlardan elde edilmesidir. Ekimi için tarımsal açıdan farklı bir şekilde kullanılmayan tarım arazileri kullanılmaktadır. Pamuğun ise tarımsal araziye ihtiyacı vardır ve gıda ekimi ile rekabet içindedir. Ayrıca su tüketimi de pamuk ile karşılaştırıldığında 10 – 20 kat daha azdır. Bunlara ek olarak

tencel kumaşlarda kumaş yumuşatıcısı veya beyazlatıcı maddelere ihtiyaç duyulmaz ve enerji- su kullanımını ve yıkama makinesi çevrimini azaltmaktadır.

Tencel lifinin yüksek mukavemeti çok güçlü iplik ve kumaş yapımına sebebiyet verir ve takip eden işlemlerde önemli bir rol oynar. Dolayısıyla çok düşük karışım oranlarında bile çok güçlü iplik oluşturmak için diğer liflerle karışım halinde kullanılacak ideal bir liftir (Debbie 2003, [http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2\\_franz\\_haemmerle.pdf](http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2_franz_haemmerle.pdf), 2015).

Tencel lifinin yüksek şişme ve yüksek modül özellikleri, bu liflerden yapılmış kumaşlara özel bir tutum ve görünüm sağlamaktadır (Günaydın 2009, Badr ve ark. 2014).

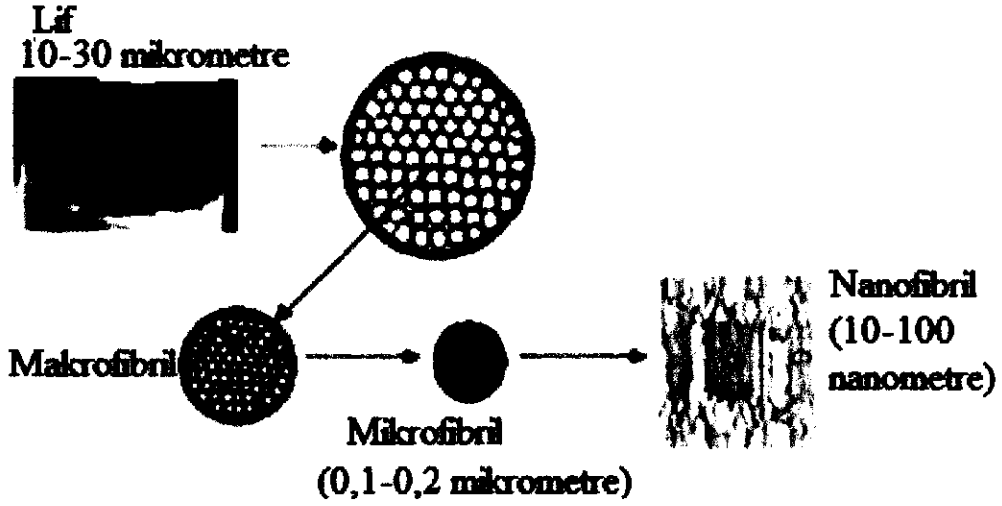
Mükemmel nem yönetimi sayesinde bakterilerin büyümemesi sonucu; tencelden yapılmış giysilerde birkaç kullanımda ve pamuktan daha uzun süre koku oluşmaz. Bu daha az yıkama ve su ve enerji tasarrufunun yanı sıra, yıkama ve kurutma işlemleri sonucu kumaşta oluşabilecek aşınma ve yıpranmanın daha az olmasını sağlamaktadır.

Tencelin pamuğa tüm selülozik liflerden daha yakın olması, tencelli karışımların iplik ve kumaş kalitesinin tencel kullanımıyla gelişmesi, elde edilen kumaşın yumuşak, nefes alabilir, emici, güçlü kuru ve yaş mukavemetli olması, buruşmaya dirençli ve daha iyi dökümlülüğe sahip olması, tencel üretiminin kapalı bir döngüye sahip olması ve çözücüsünün %99.5'inin geri kazanılabilirliği ve dolayısıyla tencelli karışımların daha çevreci üretime sahip olması sonucu tencelin çeşitli ekolojik sertifikalara sahip olması, tencelin biyolojik olarak bozunabilir oluşu tencelin tercih edilme nedenlerinden sadece birkaçıdır ([http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2\\_franz\\_haemmerle.pdf](http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2_franz_haemmerle.pdf), 2015).

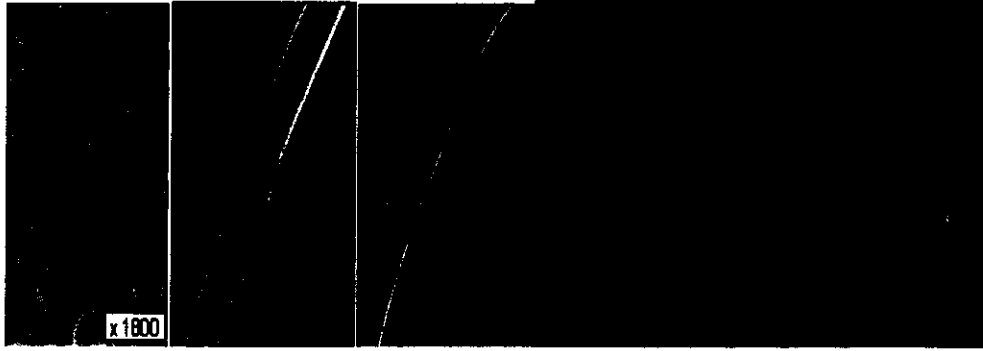
### **2.3.Tencel Lifinin Yapısı**

Tencel lifleri, lif eksenine paralel olarak yerleşmiş fibrillerden oluşmuştur (Nostro ve ark. 2003). Fibriller (küçük lifçikler) elyafı oluşturan mikro temel parçalardır (Şekil 2. 1). Pürüzsüz düzgün yüzeyi ve yuvarlak enine kesiti nedeniyle, tencel yumuşak ve parlaktır (Şekil 2.2) (Yıldırım 2005, Borbely 2008, Onur 2009, Alp 2010, Umur 2010, Mak ve ark. 2010, Syed 2010, Kılıç ve Okur 2011, Mbe 2000). Pamuk ve yünün lif yüzeylerinin tencele oranla cilt üzerinde daha pürüzlü oldukları görülmektedir (Şekil 2. 3) (<http://www.lenzing.com/>, 2014b). Fiziksel olarak yüne benzediklerinden dolayı ise

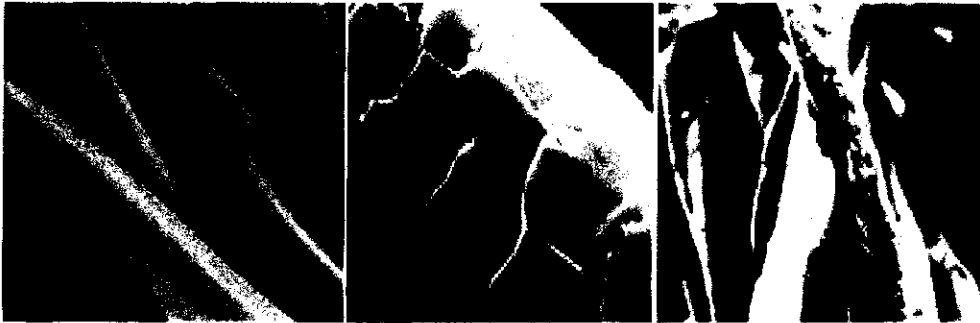
yün benzeri özellik kazandırılmaktadır (Günaydın 2009, Manner ve ark. 2011, Singha 2012).



Şekil 2. 1. Tencelin lif yapısı (Manner ve ark. 2011, Singha 2012)



Şekil 2. 2. Tencel lifinin mikroskopik görüntüleri; a) Tencel lifinin enine kesiti, b) Tencel lifinin boyuna kesiti c) Fibrillenmiş tencel lifi d) Lekeleme yöntemiyle tencel lifinin boyuna görünüşü (Yıldırım 2005, Onur 2009, Manner 2011)



Şekil 2. 3. Sırasıyla tencel, yün, pamuk yüzeyleri (Manner ve ark. 2011, <http://www.lenzing.com/>, 2014b, <http://docplayer.biz.tr/5818971-Nevresim-takimlari-icin-tencel-elyaf-portfoyu-cenk-durakcay-2-haziran-2015-bursa.html>, 2015.)

Tencel lifinin iç yapısı analiz edildiğinde merkezde daha düşük gözeneklilik olacak şekilde yaklaşık 150nm inceliğinde ince ve nano boyutta gözeneklere(por) sahip olduğu görülmektedir (Şekil 2. 4). Bu yapısındaki gözeneklilik boyamada, nem emiliminde direkt etkilidir. Merkezdeki daha karışık ve küçük porlar lifin içine difüzyonu önler ve lifi daha kristalin yaparak boyama sürecini zorlaştırır. Düşük yüzey enerjisine sahip olması da boya alımını güçleştirmektedir . Bununla birlikte boya absorpsyonu dokumanın tipi ve yapısına da bağlıdır (Abu-Rous ve ark. 2007, Syed 2010, Singha 2012). Tencel diğer selüloz esaslı liflere tavsiye edilen boyarmadde tipleri ile boyanabilmektedir (Syed 2010).



Şekil 2. 4. Tencel lifinin iç yapısı (Abu-Rous ve ark. 2007, Syed 2010)

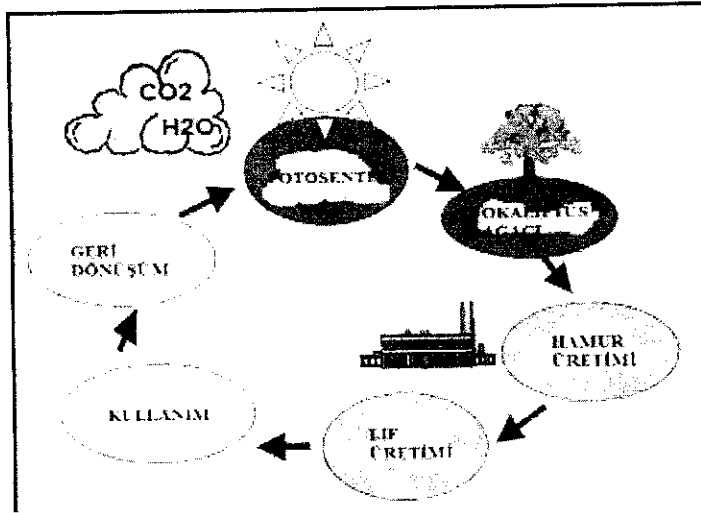
Tencelin oryantasyonu ve kristalliği yüksektir (Shin ve ark. 2000, Kasahara ve ark. 2001, Udomkichdecha ve Chiarakorn 2001, Lou ve ark. 2008, Ibbett ve ark. 2008, Manner ve ark. 2011, Badr ve ark. 2014). Odun hamurunun polimerizasyon derecesi 400-1000 iken, tencel lifinin polimerizasyon derecesi 550-600'dür (Mbe 2000, Yıldırım 2005, Onur 2009, Alp 2010). Lyocell lifleri uzun molekül zincirlerinden dolayı modal ve viskoz lifleri ile karşılaştırıldıklarında yüksek polimerizasyon derecesine sahiptirler. Lif oluşumu sırasında kullanılan çözeltiler ve çekim şartları liflerin kristalinite derecesini doğrudan etkiler. Buna bağlı olarak lyocell lifinin kristalinite derecesi, modal lifinden % 16 ve viskoz lifinden % 43 oranında fazladır (Kreze ve Malej 2003, Smole ve ark. 2003, Umur 2010). Lyocell lifleri modal ve viskoz liflerinininkinden daha zayıf kristalitler arası yanal bağlara sahiptirler çünkü lif oluşumunun bir aşaması olan çekim prosesi, yüksek oryante olmuş kristalin bölgelerde büyük kırılmalar oluşumuna neden olmaktadır (Nicolai ve ark. 1996, Umur 2010). Lyocell liflerinde moleküler oryantasyon faktörü modal lifinden %3, viskoz lifinden ise %18 fazladır (Smole ve ark. 2003, Umur



2010). Moleküler oryantasyon ile liflerin uzama oranı ters orantılı olduğundan, liflerin uzama oranları arttıkça modül ve dayanımları azalmaktadır (Umur 2010).

#### 2.4. Tencel Lifinin Üretimi

Tencel doğanın önemli bir mekanizması ve yeryüzündeki yaşamın temel taşı olan fotosentezden faydalanmaktadır. Fotosentezde ışık enerjisi çeşitli renk verici maddeler, özellikle yeşil klorofil tarafından emilir ve kimyasal enerjiye dönüştürülmektedir. Burada çıkış maddeleri olan karbondioksit ve su, glikoz ve oksijene dönüştürülmektedir (<http://www.lenzing.com/>, 2014b). Tencelin kapalı döngüsü (Şekil 2.5), Avrupa Birliği tarafından "European Award for the Environment" ödülünü almıştır (Mbe 2000, Shin ve ark. 2000, Udomkitchdecha ve Chiarakorn 2001, Syed 2010, Manner ve ark. 2011, Owen 2012, Singha 2012, Badr ve ark. 2014, <http://www.lenzing.com/>, 2014b).



Şekil 2. 5. Tencel lifinin yaşam döngüsü (Singha 2012)

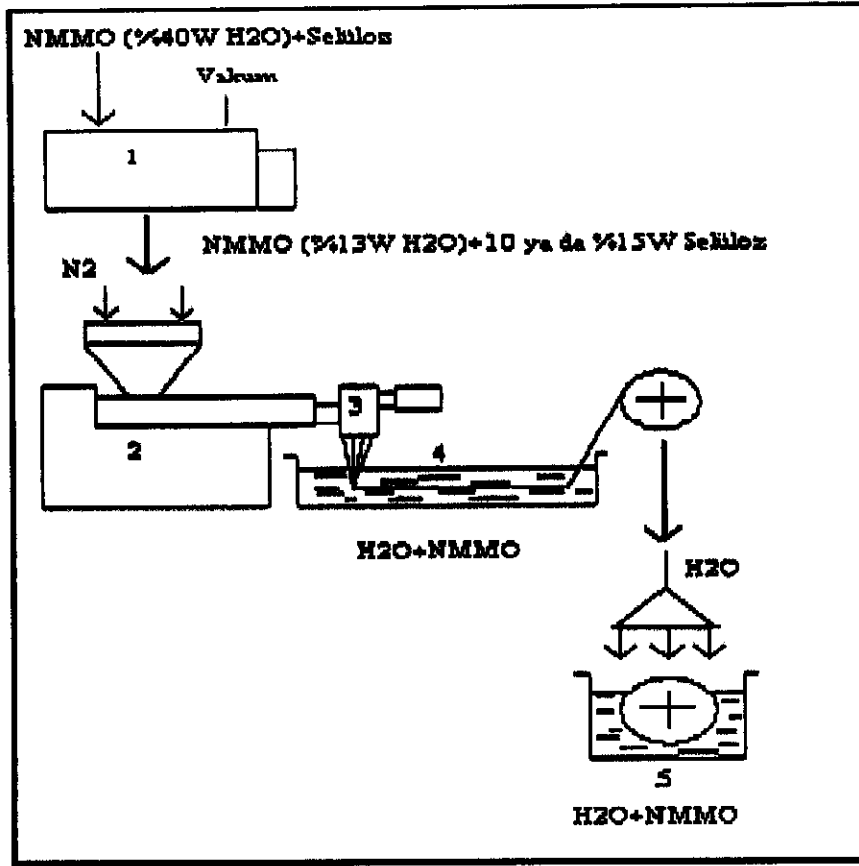
Sürdürülebilir hasat edilmiş okaliptüs ağaçlarından tencel üretilmektedir (Leimer ve ark. 1997, Nostro ve ark. 2003, Lou ve ark. 2008, Syed 2010, Mbe 2000). Okaliptüs hızlı bir şekilde ve sulama, tarım ilaçları, gübre veya genetik manipülasyon olmadan büyür; aynı zamanda gıda bitkileri için kullanılmayan marjinal arazi üzerinde yetiştirilebilmektedir. Okaliptüs ağaçlarından başka meşe ağacından da tencel elde edilebilmektedir (Syed 2010).

Lyocell'in üretimi, odun hamurunun aminoksit çözeltisi içinde çözünmesinden sonra seyreltik aminoksit çözeltisi içinde çekilerek lif eldesi esasına dayanmaktadır. Elde

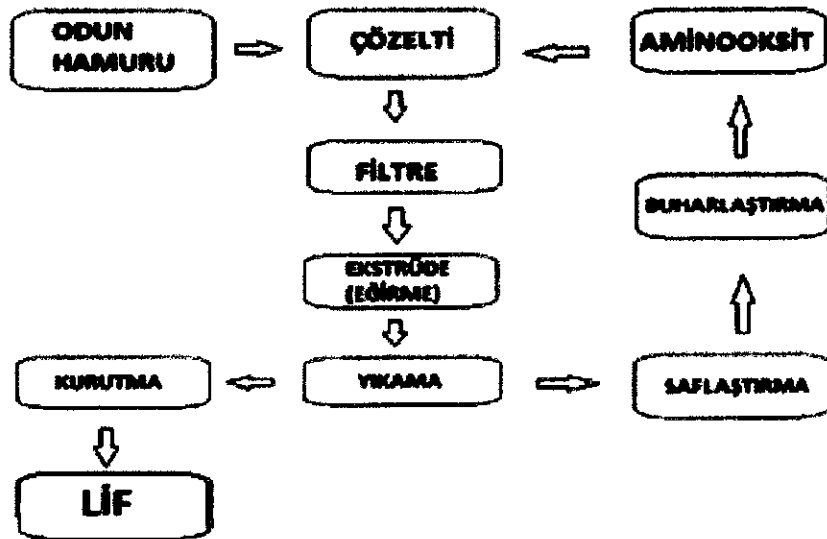
edilişindeki en önemli özellik kullanılan organik çözücünün yaklaşık %99'unun geri kazanılması; koagülasyon banyosunda asit, baz gibi hiçbir maddeye gerek duyulmayıp sadece su kullanılmasıdır. Çözücü madde olarak Courtaulds firması tarafından geliştirilmiş bir aminoksit olan N-Metil Morfolin n-Oksit kullanılmaktadır. Yeni bulunan bu organik çözücü toksik olmayıp açılımı:



“ NMMO: N-metilmorfolinoksit” tir. Selüloz hammaddesi (odun hamuru), su ve NMMO beraber ısıtılır. Kademeli olarak içinden su ve hava kabarcıkları alınarak içinde % 10-12 selüloz, % 5-12 su, % 75-80 NMMO karışımından 100g 'de yüksek viskozitede selüloz çözeltisi elde edilmektedir (Şekil 2. 6). Bu çözelti düzelerden önce bir hava aralığından geçirilir; sonra koagülasyon banyosuna (asit ve tuz içermez) gönderilmektedir. Tamamen sudur. Bu nedenle çekme ve büzülme etkileri görülmez. Doğrudan düze çıkışından itibaren moleküllerde oryantasyon başlar. % 90 kristal derecesine ulaşır. Bu da mukavemet artmasını sağlar; kırılabilirlik artar. Viskoz eldesinde kullanılan karbon sülfür tencel eldesinde yoktur. Sonraki aşamada lifler yıkanmakta ve kurutulmaktadır. Koagülasyon banyosunda kullanılan NMMO maddesi banyodan ayrılır; tekrar kullanılmak üzere toplanır (Shin ve ark. 2000, Udomkichdecha ve Chiarakorn 2001, Debbie 2003, Nostro ve ark. 2003, Mak ve ark. 2005, Yıldırım 2005, Abdullah ve ark. 2006, Mak ve ark. 2006, Abu-Rous ve ark. 2007, Lou ve ark. 2008, Borbely 2008, Ibbett ve ark. 2008, Günaydın 2009, Öztürk ve ark. 2009, Mak ve ark. 2010, Syed 2010, Alp 2010, Umur 2010, Silva ve ark. 2011, Manner ve ark. 2011, Owen 2012, Mbe 2000, Badr ve ark. 2014).Tencel lifinin işlem prosesi Şekil 2. 7'de gösterilmiştir (Debbie 2003, Mak ve ark. 2005, Mak ve ark. 2010).



Şekil 2. 6. Tencel lif çekme prosesi; 1. Karıştırma ve yoğurma aleti, 2. Çift burgulu çekme, 3. Granüler filtrelü eğirme aleti, Ölçüm pompası, Spinneret, 4. İlk yıkama, 5. İkinci ve üçüncü yıkamalar (Mbe 2000, Yıldırım 2005, Singha 2012)



Şekil 2. 7. Tencel lifinin işlem prosesi (Debbie 2003, Mak ve ark. 2005, Yıldırım 2005, Borbely 2008, Mak ve ark. 2010, Syed 2010, Silva ve ark. 2011, Singha 2012, Mbe 2000'den değiştirilerek alınmıştır.)

Tencel lifi kesikli (en yaygın kullanımı 1,4-1,7 dtex) halde üretilmektedir (Mbe 2000, Ibbet ve ark. 2008, Owen 2012, Badr ve ark. 2014).

Lif üretimi esnasında lif eksenini doğrultusunda molekül oryantasyonunun yüksek olması kristalizasyon derecesinin de yüksek olmasını sağlamaktadır. Lyocell liflerinde kristalin alanın amorf alana oranı 9:1 iken bu oran viskozda 6:1 dir. % 90'a ulaşan kristalizasyon derecesi ve lif boyunca artan kristalin bölgeler, kuru ve yaş lif mukavemetinin artmasını sağlamakta ancak kırılabilirlik de aynı şekilde artış gösterdiğinden dolayı yoğun fibrilasyon eğilimi ortaya çıkmaktadır (Yıldırım 2005, Alp 2010).

### **2.5. Tencel Lifinin Fibrilasyonu**

Tencelin en önemli karakteristik özelliği fibrilasyon davranışıdır (Kasahara ve ark. 2001, Yıldırım 2005, Mak ve ark. 2005, Onur 2009, Badr ve ark. 2014). İlk üretilenlerinde yüksek fibrilasyon görülmüştür. Yapılan iyileştirme çalışmaları ve geliştirmelerle bu dezavantaj önemli ölçüde giderilmiş; kullanım amacına uygun olarak fibrilleşme özelliği olan veya olmayan alternatifli türleri üretilmiştir (Günaydın 2009).

Fibrilasyon, yüksek kristaliniteye sahip elyafın uzunlamasına ayrılması ve sakal yapmasıdır (Mak ve ark. 2005, Yıldırım 2005, Onur 2009). Günaydın (2009), fibrilasyon lifin mikro-life çevrilmiş halidir (Şekil 2. 8).

Tencel lifleri ıslatıldığında çapı boyunca % 40 oranında şişer. Bu esnada lif boyunda bir değişiklik meydana gelmez. Lifin şişmesi sonucunda lif üzerinde çatlaklar oluşur ve bu çatlaklardan küçük fibriller çıkar. Lifin fibrilasyonu bu şekilde oluşurken kumaş halindeki mamulde fibrilasyon ise; ıslak ve şişmiş halde kumaşa uygulanan sürtünme ve mekanik işlemler kumaş yüzeyinde boyları 1-4 micron olan boncuklanmaya (küçük fibriller) neden olmaktadır (Mak ve ark. 2005, Yıldırım 2005, Onur 2009). Kumaş kuru halde mekanik işlemlerden geçirilse veya yaş haline mekanik işlem uygulanmayacak olursa lifler fibrilleşmeyecektir (Singha 2012). Kumaş yüzeyindeki mikro-lifler, şeftali yüzeyindeki tüy görünümündedir ve ten ile temasında yumuşak, ipeksi ve süet veya deri benzeri hissi vermektedir (peatch skin) (Shin ve ark. 2000, Kasahara ve ark. 2001, Udomkichdech ve Chiarakorn 2001, Günaydın 2009, Mak ve ark. 2010, Badr ve ark. 2014). Bu yüzey, birçok yıkamadan sonra görünümünü korur. Diğer taraftan lifin bu fibrilleşme eğilimi, mamul üst yüzeyinde çok değişik modifikasyonlar yapılmasına olanak sağlamaktadır. Yıkamaya dayanıklı kir iticilik ile yıkamaya dayanıklı güç

tutuşurluk bitim işlemleri Tencel liflere fonksiyonel özellik kazandırmaktadır (Mak ve ark. 2005, Yıldırım 2005, Günaydın 2009).



**Şekil 2. 8.**Tencel lifinin fibrilasyonu (Yıldırım 2005, Onur 2009)

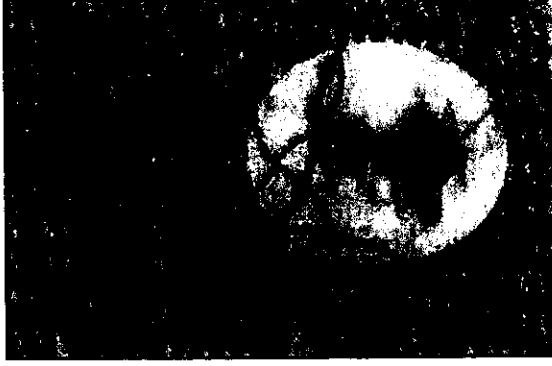
Yapılan araştırmalarda, buhar uygulanan yüzeylerde aşırı fibrilasyon olduğu tespit edilmiştir. Bu, dokusuz yüzeylerde bağlanmayı daha da artıracığı için bir avantaj sayılabilirken normal dokunmuş ya da örülmüş kumaş yüzeyindeki fibrilasyon yüzey görünümünü etkilemektedir (Şekil 2. 9) (Yıldırım 2005, Onur 2009).



**Şekil 2. 9.** Fibrillenmiş Tencel kumaş (Mak ve ark. 2005, Yıldırım 2005)

Tencel mamüllerde iplik fibrilasyonunun nedeni, lif pürüzsüzlüğü ve yaş haldeki sertliğin birlikte bulunmasıdır. İplik fibrilasyonu olarak iplikte bağlanmamış stapel lif uçlarının dışarıya çözülmesi anlaşılır ve küçük lif uçlu mamül görünümüne sebep olur. Kumaşın bağlantı noktalarında dışarıya çıkıntı yapan lifler kuvvetli mekanik etkiye maruz kaldıkları için bu liflerde yoğun lif fibrilasyonu meydana gelir. Fibrilasyon kontrol edilmezse kumaş yüzeyindeki mikrolifler birleşerek 'pilling' gibi ciddi bir probleme yol açabilmekte ve düğümcüklenmiş istenmeyen bir kumaş yüzeyine (Şekil 2.

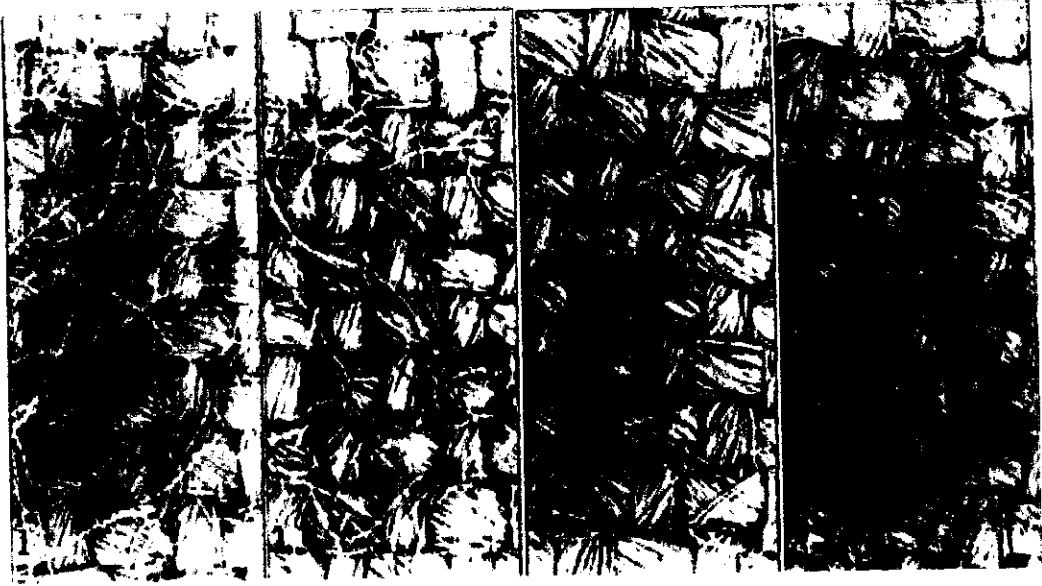
10) yol açmaktadır. Kesikli liflerden oluşmuş ipliklerden elde edilen tencel kumaşlar bu şekilde bir iplik fibrilasyonuna eğilim gösterirler (Yıldırım 2005, Ibbett ve ark. 2008, Onur 2009).



**Şekil 2. 10.** Büyütülmüş boncuk düğümleriyle boncuklanmış kumaş yüzeyi (Yıldırım 2005)

Fibrilasyon, kristalin bölge içindeki molekül oryantasyonundan, fibriller arasındaki düşük amorf bölgelerden, lif yüzeyinin şeklinden ve fibrilleşmede kullanılan akışkanın viskozitesinden etkilenir (Umur 2010).

Fibrilasyonu primer ve sekonder fibrilasyon olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. Primer fibrilasyon, uzun tüylü ve pürüzlü fibriller oluşturmakta ve bunlar uzaklaştırılmazsa boncuklaşmaya sebep olmaktadır. Sekonder fibrilasyonda ise elyaf yüzeyinde kısa ve pürüzsüz fibriller oluşmakta ve bu şekilde şeftali tüyü efekti elde edilmektedir. Primer fibrilasyon tam olarak yapılmazsa daha sonraki işlemlerde, özellikle yıkamalar sonunda kumaşa büyük boncuklaşma problemleri ortaya çıkmaktadır. Büyük fibriller birbirlerini tutarak kumaşın tuşesini bozmakta ve sertleştirmekte, sertlik ise kırıkların oluşmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla, bütün tencel mamüllerinin *üretiminde* primer fibrilasyon, defibrilasyon ve sekonder fibrilasyon aşamaları bulunmaktadır (Şekil 10) (Mak ve ark. 2005, Yıldırım 2005).



Şekil 2. 11. Tencel kumaşta fibrilasyon aşamalarının mikro fotoğrafları; 1. Tencel kumaş, 2. Primer fibrilasyon, 3. Defibrilasyon (Enzimatik işlem), 4. Sekonder fibrilasyon (Mak ve ark. 2005, Yıldırım 2005)

Islak terbiye işlemlerinde (yıkama, kasar, boyama vb.) lyocell lifinde yan etki olarak primer fibrilasyon aniden görülmekte ve yüzeysel tüylülük meydana gelmektedir. Oluşan tüycükler aşınmaya başlamakta ve primer fibrilasyon da baskın olarak bu bölgelerde oluşmaktadır. Dikenli tele benzeyen fibrillenmiş lif uçlarının pürüzlü noktaları düğümçüklenmekte ve tahammül edilemez kumaş yüzeyine yol açmaktadır. Primer fibrilasyon adımının başlıca hedefi; optimal bir iplik fibrilasyonu elde etmek için iplik içerisinde bir yere tutunmayan lif uçlarının enzimatik olarak uzaklaştırılmak üzere mümkün derecede dışarıya çıkmasını sağlamaktır. Mekanik enerji etkisi ile açıktaki lif uçlarında kuvvetli bir fibrilasyon meydana gelir. Bu başarıldığında mamülün üst yüzeyinin liflenmesine karşı sürekli bir koruma sağlanır. İplik örgüsündeki sıkı bağlanmış lifler de şişme ve mekanik etki altında fibrillenmeye başlar. Bu lif fibrilasyonu nispeten daha incedir ve etkiye maruz kalan kumaş bölgelerinde meydana gelir (Yıldırım 2005). Tekstil mamüllerinin terbiyesi esnasında stapel liflerden yapılmış mamüllerin fibrilasyonu enzimatik defibrilasyonla kontrol edilmektedir (Şekil 2. 12). Enzimler, çeşitli bakterilerin ve diğer canlıların ürettiği doğal, yüksek moleküler yapıları kompleks proteinlerden ibarettir. Enzimler, biyokatalizör olarak etkilerini ancak kendilerine uygun pH ve sıcaklık değerlerinin optimal olarak ayarlanması durumunda göstermektedir. Lyocell lifinin defibrilasyonu için en ideal enzim selülazdır. Bunun sebebi, büyük moleküler yapısı nedeniyle elyafın içerisine girebilme yeteneğinin sınırlı

olması ve reaksiyonun genelde kumaşın yüzeyinde gerçekleşmesidir. Böylelikle fibrilasyona uğramış tüycükler kumaş yüzeyinden temizlenir. Enzimatik fibrilasyonda mamul ağırlığının % 4'ünü kaybetmektedir (Mak ve ark. 2005). Enzimatik işlemin sonunda sıcaklık ve pH değerinin yükseltilmesi ve enzimin durdurulması sağlanmaktadır. Böylece selülazın kontrolsüz bir enzimatik hidroliz neticesinde zarar görmesinin önüne geçilmektedir. Ayrıca, enzimatik defibrilasyon işleminden sonra oluşan lif döküntülerinin uzaklaştırılabilmesi için iyi bir durulama gerekmektedir (Yıldırım 2005).



**Şekil 2. 12.**Enzimatik defibrilasyon işlemi görmüş tencel (Yıldırım 2005)

Sekonder fibrilasyon enzimatik işlemlerin ardından kumaş ıslakken yapılacak diğer mekanik işlemlerin tekrar fibrilasyona yol açmaları nedeniyle mikro düzeyde ortaya çıkar. Fibriller merkezden dışarıya itilirler. Bu lifler çok kısa olduklarından bir daha dolaşamaz ve boncuklaşma olmaz. Sekonder fibrilasyonun en önemli efekti kumaş yüzeyinde ufak birikimler oluşturmasıdır ki, bu birikimler kumaşa “Şeftali tüyü” diye anılan yumuşak dokunma hissini verir. Şeftali tüyü efekti (Şekil 2. 13) tencelde yaş ve kuru mekanik etkilerin enzim işleminden sonra kombinasyonuyla elde edilir. Lif havları, kumaş yüzeyinde simetrik fibrillenmiş liflerden ve selüloz işlemiyle kumaşa kısaltılmış olan fırça benzeri lif uçlarından oluşur. Bu fibriller, liflerin küçükleri olup çok daha hafif ve açık renktedirler (Mak ve ark. 2005, Yıldırım 2005).





**Şekil 2. 13.** Şeftali tüyüefekti (peatch skin) verilmiş tencel kumaşın fibrilasyonu (Yıldırım 2005)

Yaş işlemler sırasında kolaylıkla fibrilasyona uğrayan lyocell liflerinin terbiyesi kolay değildir. Fibrilasyonun azaltılması için imkânlar makromoleküller arasında çapraz bağlar oluşturmaktadır. Bundan dolayı ya reaktif boyarmaddelerle boyama yapılır ya da buruşmazlık apresinde reaktif bileşikler kullanılır (Yıldırım 2005).

Ayrıca fibrilasyon eğilimini minimize etmek için çeşitli eğirme teknikleri de geliştirilmiştir. 2003 yılında Mengkuie Luo ve arkadaşları bir merkezkaç (a centrifugal) ve 'Melt Blown' eğirme tekniği geliştirmişlerdir. İki yöntem karşılaştırıldığında, Melt Blown tekniğine göre üretilen liflerde çap varyasyonunun daha az olduğu görülmüştür. Bu eğirme metodundan üretilmiş liflerin ayrıntılı içyapısı incelendiğinde daha az fibrilasyonlu esnek ve ince ipliklerden oluştuğu gözlemlenmiştir (Syed 2010).

Her selüloz esaslı lif prensip olarak belli bir miktar fibrillenmeye meyillidir. Çizelge 2. 4'de bazı selüloz esaslı liflerin fibrilasyona eğilim dereceleri verilmektedir (Yıldırım 2005).

**Çizelge 2. 4.** Selülozik liflerin fibrilasyona eğilim dereceleri (Yıldırım 2005)

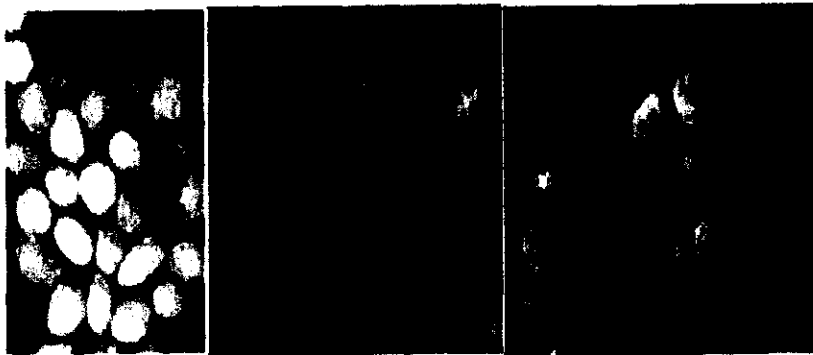
Lif	Fibrilasyon Eğilimi
Pamuk	2
Viskoz	1
Modal	1
Kupro	2-3
Polinozik	3
Lyocell (Kesikli lif)	4-6
Lyocell (Çapraz bağlı)	2

Liflerin fibrilasyona eğilimlerinin ifadesi için 1-6 arasındaki değerlerden 1 en düşük, 6 ise en yüksek fibrilasyon eğilimi oranını göstermektedir. Fibrilasyon derecesinin belirlenebilmesi için kullanılan yöntemlerden biri çalkalama testidir. Bu testin

gerçekleştirilebilmesi için 8 adet tek lif 20 mm uzunluğunda kesilerek 4 mL destile su koyulmuş 20 mL'lik numune şişesinde 9 saat süreyle kuvvetlice çalkalanır. Bu işlem sonrasında lifler, fibrillerin sayısı ve kıvrılma durumları incelendikten sonra standartlı bir not skalası ile karşılaştırmak suretiyle değerlendirilir (Yıldırım 2005).

Kısaca tencel liflerinden optimum kaliteyi elde edebilmek için, sadece odun hamurunun kaliteli olması yeterli değil, üretim işleminin kontrolü de gereklidir (Syed 2010).

Tencelin *Tencel Standart*, *Tencel A100* ve *Tencel LF (Low Fibrillation)* olmak üzere üç farklı tipi vardır (Şekil 2. 14). Tencel jet prosesinde çok fibrile edilmekte, Tencel LF az fibrile edilmekte ve Tencel A100 derin ve parlak renler için çok az fibrile edilmektedir ([http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/4\\_niyazi\\_bahar.pdf](http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/4_niyazi_bahar.pdf) , 2015). Tencel Standartın fibrilasyon özelliği, kumaşın görünümüne ve tutumuna katkıda bulunmakta olup tekstil piyasasında fibrillenmenin kumaş üzerinde oluşturduğu yumuşak tuşeden dolayı şeftali tüyü efekti ile tanınmıştır (Mak ve ark. 2006). Tencel A100 ve Tencel LF, Tencelin parlaklık, doğallık, yüksek yaş ve kuru mukavemet gibi üstün özelliklerini ürünlerinde görmek isteyen fakat şeftali tüyü efektinin ürünleri için uygun olmadığını düşünen müşteriler için geliştirilmiş tipidir. Mukavemeti ve modülü Tencel Standarta göre daha düşüktür (Çizelge 2. 5). Bunun yanında daha açık bir yapıya sahip olması nedeniyle su emiciliği daha fazladır (Yıldırım 2005, Syed 2010, Kaimouz ve ark. 2010, <http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/tencel-ve-karisimleri.php>, 2014a).



**Tencel Standart, Tencel LF, Tencel A100**

**Şekil 2. 14.** Tencel Standart, Tencel LF ve Tencel A100 lifinin mikroskopik görünüşü ([http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/4\\_niyazi\\_bahar.pdf](http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/4_niyazi_bahar.pdf), 2015)

**Çizelge 2. 5.** Tencel LF ve Tencel Standart'ın mekaniksel özelliklerinin karşılaştırılması (Syed 2010)

Mekaniksel Özellik / Lif Çeşidi	Tencel LF	Tencel Standart
Mukavemet (cN/tex)	35-37	40-42
Uzama (%)	9-11	15-17
Islak Mukavemet (cN/tex)	27-29	34-36
Islak Uzama (%)	11-13	17-19

## 2.6. Tencel Lifinin Fiziksel Özellikleri

Pamuk inceliği değerleri 3–8 mikroner( $\mu$ )dir. Tencel için lif inceliği ise 38 mmlik uzunluktaki Standart Tencelli karışımlarda 1.3 - 1.4 dtex iken 34 mmlik uzunluktaki Mikrotencellerde 0.9 dtex'dir ([http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2\\_franz\\_haemmerle.pdf](http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2_franz_haemmerle.pdf), 2015).

Tencelin kuru mukavemet değeri poliestere yaklaşırken, diğer selüloziklerden önemli ölçüde daha yüksek mukavemet göstermektedir (Owen 2012). Tüm yapay selülozik lifler ıslandığında mukavemet ve modülleri düşerken tencel liflerinin yaş mukavemetlerindeki düşüş, viskoz ve modala göre -sadece % 15 kayıp- daha azdır. Tencel ıslakken pamuktan daha güçlü olan tek insan yapımı selülozik elyafıdır. Bu özellik yaş terbiyede kolaylık, yıkamada az çekmezlik sağlar, boyama ve bitim işlemlerinde oldukça önemlidir (Debbie 2003, Yıldırım 2005, Onur 2009, Alp 2010, Mbe 2000). Tencel lifleri yüksek ıslak modülleri sebebiyle polinozik ve pamuklu kumaşlar kadar iyi bir boyutsal stabiliteye sahiptir (Yıldırım 2005, Onur 2009, Alp 2010).

Tencel kesikli lifin Elastite modülü tencel filamente göre % 50 daha düşüktür (Syed 2010). Farklı liflerin karşılaştırması Çizelge 2. 6'da gösterilmiştir.

**Çizelge 2. 6.** Diğer selülozik liflerle tencel'in fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması (Debbie 2003, Mak ve ark. 2005, Yıldırım 2005, Onur 2009, Alp 2010, Syed 2010, Singha 2012, [http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2\\_franz\\_haemmerle.pdf](http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2_franz_haemmerle.pdf), 2015)

Fiziksel Özellik/ Lif çeşidi	Tencel	Viskoz	Pamuk	Poliester	Polinozik	Modal	Kupro
Lineer Yoğunluk (dtex)	1,7	1,7	1,4	1,7	1,7	1,7	
Kuru Mukavemet (cN/tex)	38-42	22-26	20-24	55-60	35-40	24-30	15-20
Kuru Uzama (%)	14-16	20-25	7-9	25-30	10-15	20-25	7-23
Yaş Mukavemet (cN/tex)	34-38	10-15	26-30	54-58	27-30	12-16	9-12
Yaş Uzama (%)	16-18	25-30	12-14	25-30	10-15	13-16	16-43
Nem Emilimi (su tutma kapasitesi) (%)	65-75	80-90	35-50	0-3	55-70	65-75	100
Islak Başlangıç Modülü (cN/tex)	270	50	100	210	200-500	40-60	30-50
Nem Geri Kazanımı (%)	11,5	13	8	0,5	12,5	12,5	
PD (Polimerizasyon Derecesi)	550-600	290-320	2-3000	115-140	450-500	400-450	450-550

Tencel lifi viskozdan daha yüksek eğilme mukavemetine sahip olduğu için viskozdan daha az pamuktan daha fazla esneyebilmektedir. Ayrıca özellikle ıslak durumda ise daha yüksek lif sertliğine (stiffness) sahiptir (Shin ve ark. 2000, Syed 2010, Manner ve ark. 2011).

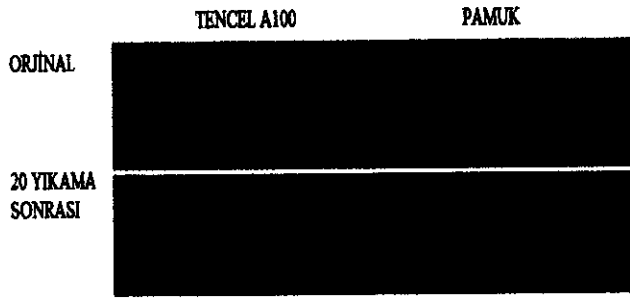
Pamuk ile karşılaştırıldığında, tencel düşük ısı geçiş direncine ve daha yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olduğu için tencel giysileri serin tutmaktadır (Nostro ve ark. 2003, Mak ve ark. 2005, Abdullah ve ark. 2006, Borbely 2008, Öztürk ve ark. 2009, Syed 2010, Mbe 2000). Tencel çekme ve buruşmaya karşı dayanıklıdır (Badr ve ark. 2014).

### **2.7. Tencel Lifinin Kimyasal Özellikleri**

Tencelin kimyasal özellikleri diğer selülozik ve rejenere selülozik liflere benzerdir; yüzeyi suda negatif yükle yüklenir, alkaliye ve zayıf asitlere dayanıklıdır, yandığında gri kül bırakır, diğer selülozik liflerden örneğin viskozla karşılaştırıldığında yüksek ısılabiliteye sahiptir, kostik soda (%8'den daha fazla NaOH) onu şişirir ve diğer fiziksel özelliklerine etki eder (Syed 2010).

Tencel elyafı diğer liflerle karışım halinde kullanılabilen ve boyanabilmektedir. Bununla birlikte pamuklu karışımlarda tencel, aynı boyamada pamuğa göre daha koyu boyandığından kumaşta homojen bir renk yerine açık-koyu şeklinde efekt oluşur (<http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/tencel-ve-karisimleri.php>, 2014a).

Tencel birçok yıkamadan sonra bile parlaklığını ve rengini muhafaza eder dolayısıyla yüksek renk haslığına sahiptir (Leimer ve ark. 1997). Tencel A100 ve Pamuk kumaş numuneleri üzerinde yapılan bir çalışmanın sonuçları aşağıda görülmektedir (Çizelge 2. 7). Buna göre 20 yıkamadan sonra Tencel A100'ün renk haslığının pamuğunkine göre daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 2. 15). Özellikle dış giyimde büyük önem taşıyan yüksek renk haslığı ve parlaklık tencel lifinde bulunmaktadır (Owen 2012, <http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/tencel-ve-karisimleri.php>, 2014a, Badr ve ark. 2014).



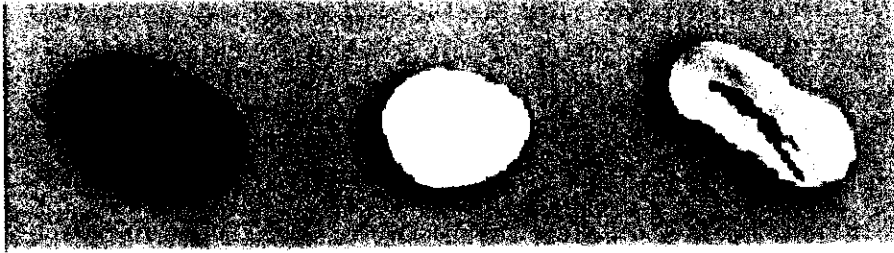
**Şekil 2. 15.** Yıkamalardan sonra kumaş rengi (Renk haslığı) (<http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/tencel-ve-karisimleri.php>, 2014a)

**Çizelge 2. 7.** Reaktif boyanmış siyah renk tonunda karşılaştırmalı renk haslığı (<http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/tencel-ve-karisimleri.php>, 2014a)

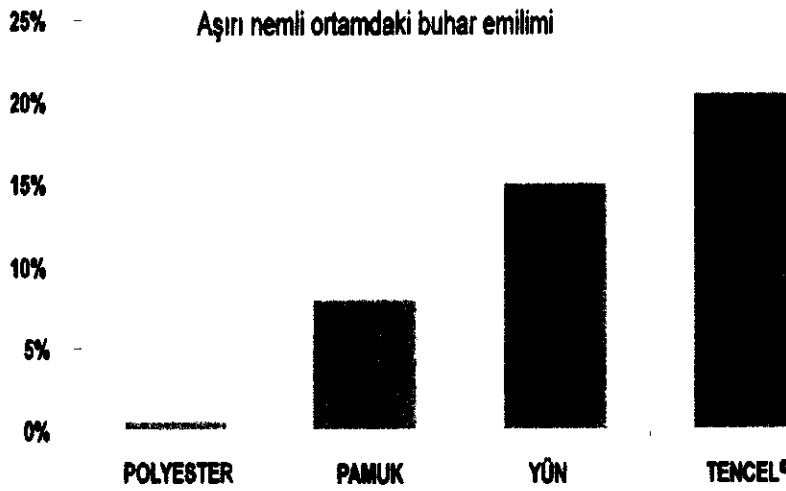
Kumaş Çeşidi	20 Yıkamadan Sonra Renk Değişim Değeri (DE)
Tencel A100	1,1
Pamuk	6,4

Selüloz liflerinin su tutabilme özelliği lifin, amorf ve kristalin yapısına bağlıdır. Su moleküler oryantasyonu güçlü olan bölgelere giremediğinden ve zayıf olan hidrojen bağlarını koparttığından, su ve alkali tutma özelliği (liflerin su veya alkali alarak şişmesi) tencel’de modal ve viskoz liflerinden daha fazladır. Tencel elyafı tamamen doğal bir şekilde fazla nemi emer ve dışarıya aktarır. Tencel lifi, küçük fibrillerden oluşur. Her bir fibril arasından geçen submikroskobik kanallar nem emilimini ve nem aktarımını düzenleyerek optimum vücut ısıyı sağlamayı desteklemektedir. Sentetik liflerden (sentetik lifler nem emmez) farklı olarak küçük fibriller bu şekilde optimal nem aktarımını sağlamaktadır. Tencel hidrofilik ve hidroskopik olup yaklaşık %70 su emebilme özelliğine sahiptir. Su emilip elyaf içerisine taşınır. Polyester elyafları hidroskopik değildir ve suyu elyaf içine ememez. Sadece %2-3 oranındaki suyu yüzeyinde taşır. Tencel’de %50’ye varan fazla (pamuk ve poliestere göre) nem emilimi (Şekil 2. 16-17) ölçülmüştür (Elektromikroskobik incelemeler: M. Abu Rous ve ark., Autex Textile World Conference, Slovenya, 2005.) (Mbe 2000, Nostro ve ark. 2003, Kreze ve Malej 2003, Borbely 2008, Öztürk ve ark. 2009, Mak ve ark. 2010, Syed 2010, Umur 2010, Kılıç ve Okur 2011, Manner ve ark. 2011, Singha 2012, <http://www.lenzing.com/>, 2014b, Badr ve ark. 2014, <http://docplayer.biz.tr/5818971-Nevresim-takimleri-icin-tencel-elyaf-portfoyu-cenk-durakcay-2-haziran-2015-bursa.html>, 2015). Ayrıca oda sıcaklığında, bağıl nemin %65’den %100’e yükseltilmesi

sonucunda, liflerin su buharı tutma kapasitelerindeki artış tencelde daha fazladır (<http://docplayer.biz.tr/5818971-Nevresim-takimlari-icin-tencel-elyaf-portfoyu-cenk-durakcay-2-haziran-2015-bursa.html>, 2015.).



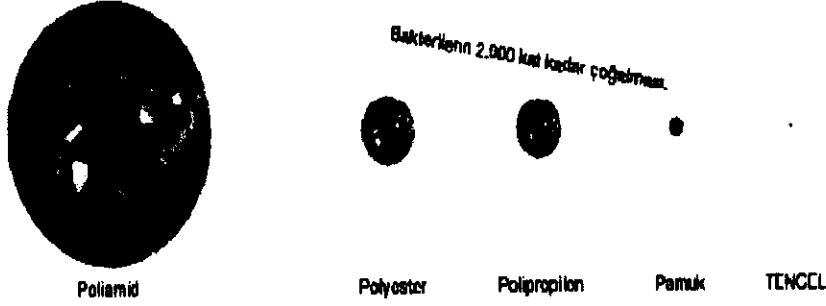
**Şekil 2. 16.** Sırasıyla tencel, polyester, pamuk nem emiliminin kesitsel gösterimi (Manner ve ark. 2011, <http://www.lenzing.com/>, 2014b, <http://docplayer.biz.tr/5818971-Nevresim-takimlari-icin-tencel-elyaf-portfoyu-cenk-durakcay-2-haziran-2015-bursa.html>, 2015)



**Şekil 2. 17.** Çeşitli liflerin su buharı emilimlerinin grafiksel gösterimi (<http://docplayer.biz.tr/5818971-Nevresim-takimlari-icin-tencel-elyaf-portfoyu-cenk-durakcay-2-haziran-2015-bursa.html>, 2015)

Tencelin yapısını oluşturan selüloz lifinin mükemmel nem yönetimi, bakteri üremesinin daha düşük olmasını sağlamaktadır (Manner ve ark. 2011). Tencel ile bakteri oluşumu başlamadan engellenir, çünkü oluşan nem hemen elyaf içine transfer edilerek bakteri oluşumu için temel teşkil eden nem filmi elyaf üzerinde hiç oluşmadığı için bakteri üremesi tamamen doğal yoldan -hiç kimyasal katkı olmadan- azaltılabilmektedir. Karşılaştırmalı bir test, bakteri üretiminin belirgin şekilde azaltılmış olduğunu açıkça göstermektedir (Şekil 2. 18). Sentetik lifte buna karşın bakteri sayısı 2.000 kat kadar yüksektir (Tekstiller üzerinde bakteri üremesi hakkında laboratuvar araştırması;

Nem:%50, Sıcaklık: 37°C, Süre:24 saat. B. Redl, Medizinuniversität (Tıp Fakültesi) Innsbruck, Avusturya, 2004).



Şekil 2. 18. Kumaş üzerindeki Staphylococcus Aureus bakterilerinin üremesi (<http://www.lenzing.com/>, 2014b, <http://docplayer.biz.tr/5818971-Nevresim-takimlari-icin-tencel-elyaf-portfolyu-cenk-durakcay-2-haziran-2015-bursa.html>, 2015)

Ayrıca tencelin anti-alerjik ve anti-statik özelliklerinden dolayı tencelden yapılan kumaş cilde yapışma göstermemektedir (Manner ve ark. 2011). Çizelge 2. 8'de tencel'in başlıca kimyasal özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2. 8. Tencelin kimyasal özellikleri (Yıldırım 2005, Onur 2009, Alp 2010)

Kimyasal formül	$(C_6H_{10}O_5)_n$
Renk	Beyaz
Koku	Kokusuz
Erime noktası	Erimez ve yumuşamaz
Kaynama noktası	Buharlaşmaz
Termal bozunma	> 175°C
Tutuşma sıcaklığı	~460°C (DIN 561794)
Yoğunluk	1,5g/cm <sup>3</sup> (20°C)
Çözünürlük	Suda ve diğer organik çözücülerde çözünmez
Polimerleşme derecesi	550-600

### 2.8. Tencel Lifinin Kullanım Alanları

Tencel lifinin yumuşaklığı, dökümü, parlaklığı (bunlar ipek ve kaşmir özelliklerine benzer), nefes alma özelliğinden dolayı spor giysilerinde, bütün iç giysilerde, ev tekstilinde, çorap üretimlerinde kullanım alanı bulmaktadırlar. Ayrıca fibrilleri işledikten ya da kontrol etiketten sonra, dıştaki lifler üzerinde çok ince kıllar oluşturularak sağlam denim üretiminden temiz, pürüzsüz ipeksi dokunuşa sahip süet benzeri yüzeylere kadar, çok çeşitli tekstiller üretilmektedir. Bu fibrilasyon tencel kumaşları hoş ve yumuşak tutumlu yapmaktadır (Kılıç ve Okur 2011, Owen 2012). Tencel/pamuk karışımdan denim yapılmakta ve İngiltere'de buna denim kaşmiri

denilmektedir. % 70/30 tencel/yün gabardinde kullanılmakta; keten/tencel karışımı yazın serin tutma özelliğinden başka ketenin sert yüzeyi de kullanım alanını artırmaktadır (Borbely 2008, Günaydın 2009, Kılıç ve Okur 2011, Mbe 2000, Badr ve ark. 2014).

Çeşitli tencel uygulamalarından özellikle kot kumaşlarında en önde olanıdır. Tencel hem dayanıklı hem pratik hem de pürüzsüz elyaf yüzeyi ve mükemmel nem yönetimi sayesinde kot kumaşlarını daha rahat bir giysi haline getirmektedir. İşleme teknolojisi yüksek dayanıklı elyaf sunmaktadır. Tencel diğer el yapımı elyaflarda olmadığı kadar muazzam mekanik üretim aşamaları sunar. Tencel kullanım oranına göre otantik kottan yumuşak kota kadar farklı kot çeşitleri oluşturulabilir (Anonim 2013a).

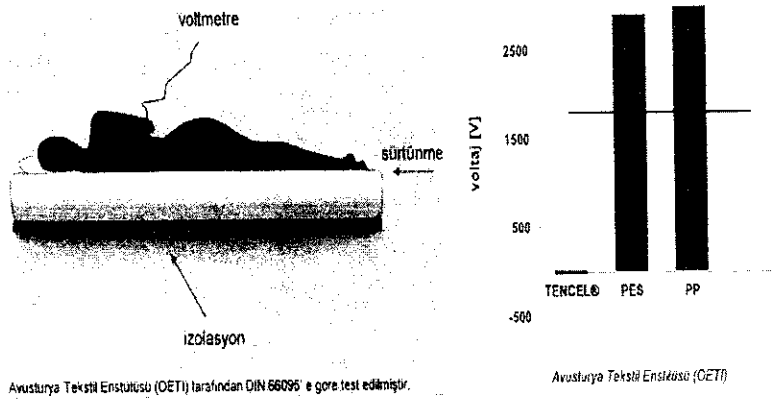
Araştırmacılar tencel ipliklerin hava geçirgenlik özelliklerinin, pamuk ve viskon ipliklerden dokunan kumaşlardan daha iyi olduğunu belirtmiş, atkı sıklığı arttıkça hava geçirgenliğinin azaldığını, tencel atkı iplikleri kullanılarak dokunan kumaşların buruşma direncinin pamuk ve viskon atkı iplikleri kullanılarak dokunan kumaşlardan daha iyi, ancak ısı izolasyon değerlerinin yaklaşık olarak hepsinde aynı olduğunu tespit etmişlerdir (Dziworska ve ark. 2000, Nergis ve Beceren 2008, Şekerden 2009).

Tencel lifleri yüksek dayanıklılık, modül ve eğilme dayanıklılıkları, nem kontrolü, hijyenikliği, statik davranışı, viskoza göre yüksek lif katılığı (stiffness), yeterli sıkıştırılabilirliği ve rezilyansı sebebiyle tek başına yada diğer liflerle karışım halinde halı yapımında da kullanılmaktadır (Shin ve ark. 2000, Männer ve ark. 2011, Badr ve ark. 2014).

Yatak tekstili ve halıdan sonra döşemelik kumaşlarda da (örneğin Lenzing firmasına ait 'Botanic Lounge' konsepti) kullanım alanı bulmuştur. Tencel kullanılan yeni döşemelik kumaşın, parlak ve yumuşak bir görünüm sağlamasının yanında, nem tutucu özelliğiyle statik elektriklenmeyi önlemektedir. Statik elektriklenmeyi engelleyen etmenlerin başında gelen nem oranı polyester kumaşlarda sadece %1 iken, tencel kumaşında % 12-13 seviyelerindedir. Bu da elektrostatik yüklenmenin en düşük seviyede olmasını ve kullanılan malzeme sayesinde daha rahat kullanım sağlamaktadır (Manner ve ark. 2011, <http://docplayer.biz.tr/5818971-Nevresim-takimlari-icin-tencel-elyaf-portfoyu-cenk-durakcay-2-haziran-2015-bursa.html>, 2015). Tekstil ile yapılan sürtünme deneyinden sonraki insan vücudunun elektrostatik yükü tencel nötr elektrostatik özellik göstermektedir (Şekil 2. 19). Yün, pamuk, polyester ve poliamid gibi elyaflar ile



karşılaştırıldığında elektriklelenme ve aşınma gibi sorunları azaltan tencel tamamen selülozik elyaf kullanımını gerektirmemektedir (Anonim 2013b). Döşemelik kumaşlarda tencel kullanılmasının bir diğer avantajı ise yıkanabilir olmasıdır. Elyafın yüksek boyut stabilitesi (çekmezlik) ve yüksek aşınma direnci özellikleri sayesinde bakımı çok kolay hale gelir. Elyaf direnci istenen yerlerde, tencel'in yüksek direnci olduğundan kullanılabilir buna araba lastiklerini örnek verebiliriz. İnşaat sektöründe, gıda sektöründe meyvelerin taşındığı file ambalajlarda tencel kullanıldığında doğada yok olan malzemeler haline gelirler. Normalde filelerde hammadde olarak nylon kullanıldığında doğada kaybolmaz (Borbely 2008, Anonim 2013c).



**Şekil 2. 19.** Tencel kumaşı üzerinde elektrostatik yüklenme oluşmaması (<http://docplayer.biz.tr/5818971-Nevresim-takimlari-icin-tencel-elyaf-portfoyu-cenk-durakcay-2-haziran-2015-bursa.html>, 2015)

Tencel lifi nonwoven ürünlerde kullanılır (Lou ve ark. 2008, Syed 2010, Singha 2012). Medikal giysilerde, hijyenik absorbanlarda, mendillerde, filtrelerde, batarya seperatörlerinde yüksek modül ve düşük çekme özelliklerinden yararlanılarak kullanılmaktadır. Örneğin sigara filtrelerinde mikron düzeyindeki fibriller katranı iyi tutmaktadır, dolayısıyla sektörde başarılı olma şansı çok yüksektir (Yıldırım 2005, Onur 2009, Syed 2010, Alp 2010, Owen 2012).

Teknik ürünlerde de tencel elyafı kullanılmaktadır. Blanketlerde, kauçuk takviyelerde, kompozitlerde, güç tutuşur giysilerde, kemerlerde, koruyucu giysilerde, iş giysilerinde, tentelerde kullanılmaktadır (Syed 2010). Lyocell'in teknik tekstillerde en önemli kullanım alanı iş kıyafetleri ve koruyucu giysiler olmaktadır. Burada hava geçirgenliği yüksek kumaşlar önem taşımaktadır. Rutubetin etkisi ile şişen elyaf yağmur, kar vs. karşısında bir bariyer oluşturmaktadır. Aynı anda hava geçirgenliği de engellenmektedir. Lyocell'in teknik olarak diğer kullanım alanları arasında dikiş ipliği,

kayışlar, keçeler, medikal giysiler, temizlik malzemeleri, endüstriyel kablolar, transport bantları ve kağıt sanayi sayılabilir (Yıldırım 2005, Onur 2009, Alp 2010). Termoplastikler için mukavemetli bir takviye malzemesi olarak pamuk liflerinin yanında biyobozunabilir özelliğinden dolayı tencel lifleri kullanılmaktadır. Polipropilen kompozitlerin sertliğini tencel lifi sağlamaktadır (Silva ve ark. 2011).

Tencel Standart denim ve ev tekstilinde kullanım alanına sahipken Tencel LF spor giysileri, mobilya tekstilleri, gömlelerde kullanım alanına sahiptir (Yıldırım 2005, Syed 2010, Kaimouz ve ark. 2010, <http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/tencel-ve-karisimleri.php>, 2014a).

## 2.9. Tencel Lifinin Avantajları

- Daha düşük büküm faktörlü eğrilebildiğinden daha yüksek mukavemetli iplik elde edilmekte ve dolayısıyla lif daha yüksek eğirme hızlarında (150-300mpm) eğrilebilmektedir.
- Eğirmede; tencel, pamuktan daha az atık oluşturduğu için daha az hammadde girişi ile aynı miktarda iplik eldesi sağlanabilmekte, tencel taramaya ihtiyaç duymadığı için daha az maliyetli işlem ve dolayısıyla daha yüksek çalışma verimliliği sağlanmaktadır (Günümüzde çalışma verimliliği rekabet için anahtardır.).
- Aynı büküm faktörlü başka bir iplikle kıyaslandığında daha az tüylülük elde edilebilmektedir.
- Karışımın tencel oranındaki artış daha az hatalı iplik elde edilmesini sağlamaktadır.
- Tencel lifi için pamuktan 10 kat daha az hammadde gereklidir. Örneğin;  $6m^2$  alanda Tencel lifinden 10 tane gömlek üretebilirken pamuk lifinden sadece 1 tane gömlek üretebiliriz.
- Tencel lifinin üretimi için pamuk lifi üretiminden 100 kat daha az su içerir.
- Tamamen doğada bozunabilmektedir.
- NMMO'nun yaklaşık %99,5'i geri kazanılabilmektedir.
- Üretimi için hiçbir toksik madde içermediğinden çevre dostudur. Örneğin viskoz üretiminde kullanılan kükürtlü maddeler tencel eldesinde kullanılmaz.
- Haşılama; haşılama maddesi miktarı artan tencel oranıyla azaltılabilmektedir.
- Islak ve kuru halde tencel lifleri mukavemetli olduğu için çok ince filamentler eğrilebilir ve çok hafif kumaşlar üretilmektedir.

- Kısa üretim döngüsüne sahiptir. Selüloz çözültisi ve eğirilmesi sadece 5 saatte yapılabilirken viskoz işlemi 40-50 saatte yapılabilir.
- Tencel lifi hem tekstil hem tekstil olmayan mamullerin üretiminde kullanılabilir.
- Tüm bu olumlu özellikler daha kaliteli iplik eldesini sağlayacağından sonraki işlemlerde -dokuma hazırlık ve dokumada- daha az iplik kopuşu oluşmasını sağlamaktadır.
- İplik kopuşlarındaki azalma dokuma tezgahı duruşlarında azalma ile daha yüksek dokuma tezgahı etkinliği, daha iyi çalışma verimliliği buna bağlı olarak maliyette azalış sağlanmaktadır.
- İplik kopuşlarının azalması, taramaya ihtiyaç duyulmaması gibi nedenlerle eğirmede ve dokumada daha düşük enerji maliyeti sağlanmaktadır (Mbe 2000, Syed 2010, Singha 2012, Badr ve ark. 2014, [http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/templ\\_ate/pdf/2\\_franz\\_haemmerle.pdf](http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/templ_ate/pdf/2_franz_haemmerle.pdf), 2015).

## **2.10. Konfor Kavramı ve Tencel İplikleriyle Oluşturulan Kumaşların Konfor Davranışları**

Konfor, günümüz tüketicilerinin satın alma davranışlarını etkileyen oldukça önemli bir kavram haline almaya başlamıştır. Bu yüzden araştırmacılar konforun tanımlanabilmesi, objektif olarak ölçülmesi, subjektif değerlendirmelerinin yapılması ve tahminlenebilmesi için çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar ve son yıllarda bu çalışmalar büyük bir hız kazanmıştır (Yüksel 2010).

### **2.10.1. Konfor kavramı**

Günümüzde tüketicilerin giysilerden beklentileri yalnızca örtünmek ve korunmak değil, aynı zamanda iyi görünmek ve iyi hissetmektir. Kullanıcıların fiziksel, sosyal ve psikolojik beklentileri konfor kavramını ortaya çıkarmış ve bu beklentileri karşılamaya yönelik çalışmalar konfor araştırmalarına yön vermiştir (Çarkıt 2012, Çakmak 2013).

Konfor nötr duygu, acı çekmeme ve giyilen giysinin farkında olunmaması durumu olarak tanımlanmaktadır (Yüksel 2010). Hatch (1993), giysi konforunu acı ve konforsuzluktan bağımsız nötr durum olarak tanımlamıştır (Öner ve Okur 2010, Öner 2008). Bir kişinin konforlu sayılabilmesi için çevre sıcaklığı, nem, rüzgâr hızı, ışık gibi

çevresel faktörlerle ilgili bir uyarının beyine iletilmemiş olması gerekir. Giysilerimiz veya psikolojik durumumuza bağlı olarak bu faktörlerden herhangi birinde hissedilen rahatsızlık duygusu konforu ortadan kaldıracaktır (Kaplan 2009, Çarkıt 2012, Çakmak 2013).

Konforsuzluk; rahatsız olma, soğuk, sıcak, acı, batma, kaşınma, soğukluk hissi, ıslaklık ve giysi içinde aşırı terleme gibi birkaç kelimeyle kolaylıkla ifade edilmektedir. Bu nedenle, konfor için çok kabul görmüş bir tanım konforsuzluktan (rahatsızlık) ve acıdan bağımsız, doğal bir durum şeklindedir (Çarkıt 2012).

Slater (1985), konforu kişiye göre değişen bir özellik olduğundan nicel bir tanımlama getirmemiştir ve konforu insan ile çevre arasındaki psikolojik ve fiziksel harmoninin tatminkâr hali olarak tanımlamaktadır (Öner ve Okur 2010, Öner 2008, Çarkıt 2012).

Hes ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada konforu; kumaş ve giysilerin ısı - nem transfer özellikleri ile mekanik özelliklerinin kompleks etkisi olarak tanımlamıştır. Giysinin vücutla temasında oluşan kuvvet, giysinin deforme olabilme yeteneği, kumaşa dokunulduğunda algılanan rijitlik, sertlik, yumuşaklık gibi fiziksel özellikler konfor değerlendirmesi üzerine etkili olmaktadır (Çarkıt 2012, Çakmak 2013).

Fourt ve Hollies'in incelemelerinde konfor, ısıl ve ısıl olmayan bileşenleri içeren, kullanıcının durumu (çalışma durumu, çeşitli kritik aktiviteler vb.) ve çevresel şartlara bağlı bir durum olarak görülmektedir. İnsan vücudunun belli giysi ve çevresel şartlara karşı verdiği fizyolojik tepkiler konforun tanımlanması için kullanılabilir. Bu tanımlamanın yapılması için ortamın durgun hale ulaşması gerekir. Bu da ısıl direnç, giysinin nem direnci, ortamın klima şartları ve kullanıcının aktivite düzeyi gibi faktörlerin ölçülmesiyle hesaplanır (Çarkıt 2012).

Konfor fiziksel, psikolojik ve fizyolojik birçok faktörün etkili olduğu, bu sebeple tanımı zor ve karmaşık olan bir ifadedir. Konfor algısındaki fiziksel faktörler duyu organlarına gerekli uyarıları sağlamaktadır. Bu uyarılar, fizyolojik sinyallerle beyine gönderilmekte ayrıca terleme, nabız değişikliği gibi vücut tepkilerine yol açmaktadır. Beyin, aldığı sinyalleri çeşitli subjektif algıları tanımlamak için kullanmakta ve eski tecrübeler ve psikolojik beklentilerle karşılaştırarak bir genel değerlendirme yapmaktadır (Çarkıt 2012).

Yüksek giysi konforu için bilinen aşağıdaki özelliklerin sağlanması gerekmektedir:

- Hareket rahatlığı

- Optimum ısı ve nem ayarı
- İyi nem absorbe etme ve nem iletme kapasitesi
- Isı geçirgenliği ve sıcaklığı dışarı verebilme
- Çabuk kuruma
- Yumuşaklık ve deriyi tahriş etmeme
- Hafiflik
- Dayanıklılık
- Kolay Bakım
- Beğenilen tutum özellikleri (Öner 2008).

Kişinin konfor hissini belirleyen, insan teniyle giysi arasında kalan ve mikroklima olarak da adlandırılan hava tabakasıdır. Mikroklima, çevresel faktörlerden, kişinin aktivite düzeyinden ve giysi özelliklerinden etkilenmektedir (Yoo ve Hu 2000, Öner ve Okur 2010, Marmaralı ve ark. 2006). Isıl konforu sağlamak için gerçekleştirilen ısı transferini etkileyen çevre parametreleri sıcaklık, rutubet, rüzgâr hızı, çevre havadaki hareket olarak sıralanmaktadır. Konforu belirleyen bir diğer parametre olan insan parametreleri vücut aktiviteleri, özellikle de ağır aktiviteler sonucu veya psikolojik duruma bağlı olarak vücut sıcaklığının artması ile birlikte ısı dengelinin kontrolü için terlemenin meydana gelmesini kapsamaktadır. Üçüncü faktör olan giysi parametreleri ise lif tipi, iplik konstrüksiyonu, örgü yapısı, kumaş kalınlığı, giysi bileşenlerinden oluşmaktadır (Marmaralı ve ark. 2006). Mikroklimayı, dolayısıyla konforu etkileyen bu faktörlerden çevresel etkenlere, kişinin fiziksel durumuna ve aktivite durumuna istenildiği ölçüde müdahale edilemediğine göre, konforun iyileştirilmesi ancak giysi özelliklerinin değiştirilmesi ile sağlanabilmektedir. Dolayısıyla giysi özelliklerinde yapılacak değişiklikler mikroklimayı etkileyerek kişinin konfor durumunu belirleyecektir (Öner ve Okur 2010).

#### **2.10. 2. Giysi konforunun sınıflandırılması**

Milenkovic ve ark. (1999), giysi konforu; bir giysi içerisinde insanın memnuniyetsizlik veya konforsuzluk hissini olmamasıdır (Öner ve Okur 2010, Öner 2008). Goldman (2005), giysi konforunu etkileyen temel faktörleri, “konforun 4 F’si” olarak tanımlamıştır. Bu temel faktörler moda (fashion), tutum (feel), vücuda uygunluk (fit) ve fonksiyon (function)dur (Yüksel 2010).

İnsan vücudu ve çevresi arasındaki uyumun memnuniyet verici olma durumunu gösteren konfor psikolojik, fiziksel ve termofizyolojik konfor olmak üzere üç ana başlık altında incelenmektedir (Öner ve Okur 2010, Çarkıt 2012, Çakmak 2013).

#### **2.10.2.1. Psikolojik konfor**

Giysilerde psikolojik konfor, kullanıcının beklenti ve duygularının kumaş veya giysi tarafından ne kadar karşılandığının bir ifadesidir. Giysi, vücut ile temas ettiğinde neler hissettirir, neler çağırıştırır, göze nasıl görünür sorularıyla ilgilenir (Hollies ve Fourt 1970, Yüksel 2010, Marmaralı ve Oğlakcıoğlu 2013). Moda, güzel görünüm (estetik, vücuda uyum, renk), temiz kalma, yıkama sonrası şekil muhafazası gibi giysi özelliklerinden etkilenir. Kullanıcı, giydiği giysinin kendisi veya bulunduğu ortam için uygun olmadığını düşündüğünde ise psikolojik konforsuzluk hisseder (Hollies ve Fourt 1970, Öner 2008, Yüksel 2010, Çarkıt 2012, Çakmak 2013).

#### **2.10.2.2. Fiziksel konfor**

Fiziksel konfor, vücudun tekstil yüzeyi ile direkt teması anında duyulan hislerin (vücutla mekanik temas) bir sonucudur. Bu temas sonucu hissedilen kumaşın yumuşaklığı, sağladığı hareket serbestliği ve ıslak kumaşın neden olduğu batma, kaşıntı ve yapışma gibi giysi konforunu negatif yönde etkileyen faktörleri içerir. Bu hisleri belirleyen kumaş özellikleri ise yüzey pürüzsüzlüğü, ağırlık, yumuşaklık, yoğunluk ve rijitlik olarak sıralanabilir (Kaplan ve Okur 2005, Kaplan 2009, Yüksel 2010, Çarkıt 2012).

Slater, fiziksel konforu giysi şartlarının insan vücuduna olan etkileriyle ilişkilendirmiştir. Bir tekstil ürünün hareket serbestliğine izin vermesi, istendiğinde vücudun şeklini alması ve vücuda fazla yük bindirmemesi durumunda, fiziksel olarak konfordan söz edilebilir. Kumaş yapısı ve giysi tasarımı, giysinin fiziksel konforu için çok önemlidir. Çünkü bunların deriye sürtünme, sıkı oturma, kaşındırma ve batma gibi etkileri vardır. Bu etkiler (fiziksel konforsuzluk), deriyle temas anında açığa çıkan hislerden veya giysinin vücuda oturmaması, şekil uygunsuzluğundan kaynaklanabilir (Çarkıt 2012).

### **2.10.2.3. Termofizyolojik (Isıl) konfor**

Termofizyolojik konfor; giysilerin ısı ve nem iletim özelliklerine, giysilerin ciltte yarattıkları hisse ve giysi-cilt arasındaki mekanik etkileşime bağlıdır. Termofizyolojik konfor, cilt üzerindeki kumaş rahatlığının algılanması, sıcaklık, soğukluk, ıslaklık ve hissedilebilirlik duygularını içeren karmaşık bir olaydır (Çoban ve Namlıgöz 2005, Çarkıt 2012, Marmaralı ve Oğlakcioğlu 2013).

Termofizyolojik konforun sağlanmasında temel prensip, vücut ve onu saran çevresi arasındaki ısı alışverişinin dengelenmesidir. Gerek vücudun ısı regülasyon yöntemi olan faaliyet halinde terleme ya da hastalık sırasında titreme, gerekse diğer rutin fiziksel etkileşimler sonucunda tekstil materyali ile deri arasında sürekli bir dengelenim ve durulum sistemi yaratılmakta ve bu sayede hayati fonksiyonları ve konforu sağlanmaktadır (Çarkıt 2012).

### **2.10.3. Konforun ölçümü**

Günümüzde konforu etkileyen parametrelerin kumaş özelliklerine dayanarak objektif olarak ölçülebilmesi için, çeşitli cihazlar tasarlanmaktadır fakat en az objektif ölçümler kadar önemli olan psikolojik konforu bu cihazlarla ölçmek mümkün olmamaktadır. Kişilerin psikolojik konforunu belirleyebilmek için, subjektif değerlendirmeler yapılmakta ve kumaşın kişide yaratmış olduğu hisleri tanımlayacak terimleri gösteren ve her terimin puan olarak karşılığı bulunan skalalar kullanılmaktadır (Yüksel 2010).

#### **2.10.3.1. Subjektif konfor değerlendirmeleri**

Günümüzde farklı cihazlarda kumaş özelliklerine ilişkin objektif ölçümler gerçekleştirilmektedir. Psikolojik konforu değerlendirebilmek için de subjektif değerlendirme metotları arasında önkol testi bulunmaktadır. Önkol testinde kumaşlar kişilerin önkoluna temas ettiği anda, kişilere skala üzerinde yer alan ve farklı terimlerle ifade edilen duyulardan hangisini hissettiği sorularak, kişilerin subjektif değerlendirme yapmaları sağlanmaktadır (Yüksel 2010).

Giyim denemeleri, oldukça pahalı ve zaman alıcı olduğundan, az sayıda kişi ile yapılabilmektedir. Bu kişilerin seçiminde, subjektif değerlendirmeler konusundaki tutarlılıkları önemli bir etkidir. Bunun için, giyim denemelerine katılması düşünülen kişilere bir ön değerlendirme yapılır ve bu değerlendirmeler sonucunda, giyim

denemesine katılacak olan kişilere kesin olarak karar verilir. Bu ön değerlendirme yöntemine, önkol (forearm) testi adı verilmektedir (Kaplan 2009, Yüksel 2010).

Kişilerin, giyim denemeleri sırasında, belli bir aktivite programı içerisinde, hareket etmeleri sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu süreçte kişilerin, deri yüzey sıcaklıkları, nabız, terleme oranı, oksijen alımı gibi, aktivitelerden dolayı değişen parametreleri ölçülmektedir. Bu ölçülen fizyolojik değişimlerden yola çıkılarak da, kişilerin subjektif konfor algıları belirlenmeye çalışılmaktadır (Yüksel 2010).

Subjektif giyim denemeleri sırasında, çevre şartları, denemeye katılan kişiler, fizyolojik ölçümler ve kullanılan skalalar oldukça önemlidir ve kontrol altına alınması gereken parametreler olarak karşımıza çıkmaktadırlar (Yüksel 2010).

### **2.10.3.2. Objektif konfor ölçümleri**

Termofizyolojik (ısı) konforu ölçmek için geliştirilmiş farklı cihazlar (Alambeta, MMT, Air Permeability Tester) bulunmaktadır ve bu cihazlarda ölçülebilen parametreler aşağıda açıklanmıştır.

#### **2.10.3.2.1. Isıl geçirgenlik ölçümü (Alambeta)**

Alambeta cihazı Çek Cumhuriyetinde Luboš Hes tarafından ısı geçiş özelliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiştir. Cihaz genel olarak bir ölçüm kafası ile numunenin üzerine yerleştirildiği bir tabandan oluşmaktadır. Ölçüm başladığı anda, ısı akış sensörünü ihtiva eden ölçüm kafası aşağıya iner ve alt plakaya düzlemsel bir şekilde yerleştirilen numuneye dokunur. Bu sırada numunenin yüzey sıcaklığı aniden değişir ve cihazın bilgisayarını ısı akış değerlerini kaydeder. Aynı zamanda bir fotoelektrik sensör numune kalınlığını ölçer. Bu prosedür, insan parmağının oda sıcaklığındaki bir kumaşa dokunması işlemine benzerdir (Güney ve Üçgül 2010).

Alambeta cihazı ile ölçülebilen parametreler;

*Isıl iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ ):* Bir materyalden, birim kalınlıkta  $1^{\circ}\text{K}$  sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının ölçüsüdür. Malzemenin iki yüzeyi birim sıcaklık farkına maruz kaldığında gerçekleşmektedir. (Marmaralı ve ark. 2006, Yüksel 2010, Çarkıt 2012). Giysilerde yüksek ısı iletkenlik özelliği, fiziksel aktiviteler sırasında vücutta oluşan fazla ısının uzaklaştırılmasını desteklemektedir (Marmaralı ve Oğlakcıoğlu 2013).



Kumaşların ısı iletkenlik değeri, liflerin ısı iletkenlik katsayısının yanında, kumaş içerisinde hapsedilen hava miktarı ile de yakından ilgilidir. Havanın ısı iletkenlik katsayısı oldukça düşüktür ve bu nedenle içerisinde fazla miktarda hava ihtiva eden liflerin ısı iletkenlik katsayıları da düşük olmaktadır (Çizelge 2.9).

**Çizelge 2. 9.** Liflerin ısı iletkenlik katsayıları (Marmaralı ve Oğlakcıoğlu 2013)

Lif Cinsi	Isı İletkenlik Katsayısı (W/mK)
Hava	25
Pamuk	71
Yün	54
İpek	50
Polivinilklorür	160
Selülozasetat	230
Poliamid	250
Poliester	140
Polietilen	340
Polipropilen	120

Kumaşların ısı iletkenliğini etkileyen faktörler; lifin ısı iletkenliği, kumaş yapısının hava akımını tutma yeteneği, kumaşın gramajı, lif iplik ve kumaşlara uygulanan terbiye işlemleri, kumaşlara uygulanan kaplamalar ya da reçine apresi, lifin ya da ipliğın ısı etkisiyle eriyebilirliği, kumaş kalınlığı ya da katları, lif ve ipliklerin hava geçirgenliği ve havanın nemidir (Çarkıt 2012).

*Isı direnç ( r ) (Stabil durumda):* Materyalin ısı akışına dayanımıdır ( $m^2.K/W$ ). Bir malzemenin ne kadar iyi izolasyon sağladığının ölçüsü olan bu parametre, malzeme kalınlığı ile doğru, ısı iletkenlik değeriyle ters orantılı olarak ifade edilmektedir (Marmaralı ve ark. 2006, Yüksel 2010, Çarkıt 2012). Özellikle soğuk hava koşullarında gerçekleştirilen aktivitelerde, yüksek ısı direnç özelliği ile giysilerde yüksek ısı izolasyonu sağlanabilmektedir (Marmaralı ve Oğlakcıoğlu 2013).

*Isı etkinlik (ısı soğurganlık) katsayısı (b) (Geçici durumda):* Farklı sıcaklıktaki iki parça birbirine temas ettiğinde meydana gelen ani ısı akışına ısı soğurganlık (ısı absorpsiyon) denilmektedir. Kumaş ile deri arasındaki ani temas, kumaşın ciltten daha düşük bir sıcaklıkta olması durumunda vücuttan kumaşa doğru ısı akışı meydana getireceğinden, soğukluk hissedilmesine neden olmaktadır (Marmaralı ve ark. 2006, Çarkıt 2012). Isı akışı malzemenin ısı iletkenliği ile artmaktadır. Bir malzeme daha fazla ısı enerji soğurduğunda, bir ısı iletken gibi hareket eder ve sıcak bir beden ile ilk temas anında daha soğuk bir his verir (Bozdoğan 2010, Yüksel 2010, Çarkıt 2012). Bu

his tüketiciye bağılı olarak iyi veya kötüdür; çünkü sıcak yaz günlerinde soğuk bir his tercih edilirken, soğuk ortamlarda daha sıcak giysiler aranmaktadır (Marmaralı ve ark. 2006, Bozdoğan 2010, Çarkıt 2012).

Isıl soğurganlık derecesi, kumaş ve cilt sıcaklıkları arasındaki farka dayanmaktadır ve ölçüm süresine bağılıdır. Isıl soğurganlık değeri düşük ise kumaş sıcaklık hissi, yüksek ise soğukluk hissi vermektedir (Marmaralı ve ark. 2006, Güney ve Üçgül 2010, Çarkıt 2012). Ayrıca yüksek ısı absorpsiyona sahip olan kumaşlar yüksek pürüzsüzlüğe sahiptir ve ne kadar pürüzsüzse o kadar serinlik hissi verirler. Isıl absorpsiyon bir yüzey özelliği olmasından dolayı bitim işlemleriyle değişebilmektedir (Güney ve Üçgül 2010). *Isıl yayılım (a)*: Tekstil materyalinden geçen sıcaklığın yayılım hızının bir ölçüsü olarak tanımlanabilmektedir (Yüksel 2010).

#### 2.10.3.2.2. Nem geçirgenliği ölçümü (MMT)

SDL Atlas tarafından geliştirilen ve “Moisture Management Tester (MMT)” (Nem Ölçüm Cihazı) olarak isimlendirilen masaüstü ünitesi; ölçüm yapan uzmanlar, üreticiler ve tüketicilerin hem kalite kontrol uygulamalarında, hem de yeni kumaşların AR-GE’ sinde kullanabileceği kritik bilgiyi sağlamaktadır (Öner 2008).

MMT, örme ve dokuma kumaşlardaki sıvı nem miktarının tayin edilmesini ve transfer edilme kapasitesini ölçmektedir. Bu cihazda eşmerkezli alt ve üst sensörler bulunmaktadır, numune kumaş bu iki sensör arasına konularak ölçüm yapılmaktadır. Numune kumaşın üst kısmına önceden belirlenmiş miktarda test sıvısı verilmekte ve bu sıvının kumaş üst yüzeyinden dışa doğru yayılması, alt yüzeyinden dışa doğru yayılması ve üst yüzeyinden alt yüzeyine transferi incelenmektedir (Yüksel 2010). Kısaca MMT örme ve dokuma kumaşların dinamik sıvı transfer özelliklerini, üç boyutta ölçmek için geliştirilmiştir. Bu nem ölçüm cihazının avantajı çevre koşullarından permatest vb. cihazlara göre daha az etkileniyor olmasıdır. Çünkü kumaş numunesi cihazın özel haznesine konulur ve böylece numuneler ölçüm sırasında çevre koşullarından bağımsız kalır. Böylelikle ölçümler arasında çevre koşullarına bağılı değişimler gözlenmez (Öner 2008).

MMT üzerindeki göstergeler ile şu ölçümleri yapmaktadır;

*Islanma Süresi (Üst/Alt) (WTT/WTB)*: Kumaşın alt ve üst yüzeylerinin test başladıktan sonra sırayla ıslanmaya başlaması olarak saniye cinsinden tanımlanmaktadır.

*Absorbsiyon Derecesi (Üst/Alt) (TAR/BAR)*: Kumaşın alt ve üst yüzeylerinin sıvının pompalanma süresi içinde ortalama emiş kabiliyetidir. Birimi %/sn'dir.

*Maksimum Islanmış Çap (Üst/Alt) (MWRT/MWRB)*: Alt ve üst yüzeydeki maksimum ıslak halkayı tanımlamaktadır.

*Yayılma Hızı (Islanma hızı) (Üst/Alt) (TSS/BSS)*: Merkezden maksimum ıslanma halkasına kümülatif yayılma hızıdır. Birimi mm/sn.'dir.

*Tek Yöne Toplanmış Transfer İndeksi (OWTC)*: Kumaşın iki yüzü arasındaki kümülatif nem miktarı farkıdır.

*Kapsamlı Nem Ölçüm Kapasitesi (OMMC)*: Sıvı nemin kumaştaki tüm aktarım kapasitesini göstermektedir ve alt kısımdaki nem emilim oranı, tek yönlü sıvı aktarım kapasitesi ve alt kısımdaki nem kuruma hızı performans durumlarını içermektedir (Yüksel 2010).

#### **2.10.3.2.3. Hava geçirgenliği ölçümü**

Isıl konfor için en önemli parametreler -daha önce de belirtildiği gibi- ısı ve nem transferidir. Vücut sıcaklığının sabit tutulabilmesi için üretilen enerjinin vücuttan dışarıya atılması gerekmektedir. Bu da ancak üretilen ısının çevreye transfer edilebilmesi ile mümkündür. Bu ısının bir kısmı nefes verme yoluyla atılsa da, çoğu deriden giysi yoluyla uzaklaştırılmaya çalışılmaktadır. Isı ve nem dengesi yanı sıra, ısı konfor açısından önemli bir diğer parametre de hava geçirgenliğidir. Giysilerin nefes alabilirliğini belirleyen bu özellik, mikroklima bölgesinde hava dolaşımını sağlayarak vücuttaki fazla ısının daha kolay uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır (Marmaralı ve Oğlakcıoğlu 2013).

Hava geçirgenliği, havanın lif, iplik ve kumaş yapısı içerisinde geçebilme yeteneğidir. Birim basınçta, birim alandan, belirli zamanda geçen havanın miktarıdır. Aynı zamanda vücut ve giysi arasında kalan havanın dışarı iletilmesi ile de ilgili bir kavramdır (Kaplan ve Okur 2005, Çarkıt 2012, Marmaralı ve Oğlakcıoğlu 2013).

Hava geçirgenliği için daha detaylı bir başka tanım; belirli bir basınç altında belirli bir zaman periyodunda tekstil materyalinin belirli bir alanından geçişine izin verilen havanın hacmidir (Çakmak 2013). Hava geçirgenliği kumaşın iki yüzeyi arasından dik geçen hava akış oranıdır. Kumaşın verilen bir alandan dikey yönde geçen hava akışının

hızı, verilen bir zaman aralığında, kumaşın deney alanı içindeki basınç farkıyla ölçülür (Turan ve Okur 2008, Çarkıt 2012).

Kumaşı oluşturan lif yapısı, iplik yapısı, kumaş konstrüksiyonu ve kumaşın gördüğü terbiye işlemlerinden etkilenen bir özellik olarak hava geçirgenliği, ısı iletkenliği ile de paralellik sergilemektedir. Hava geçirgenliği iyi olan kumaşlar, vücutta hava sirkülasyonunu sağlarken hava geçirgenliği düşük olan kumaşlar hava sirkülasyonunu keserek ısı kaybını önlemektedir ve bu durum liften kumaşa birçok özelliğten etkilenebilmektedir. Örneğin tel sayısı düşük ince iplikli kumaşlar, tel sayısı yüksek kalın iplikli kumaşkonstrüksiyonlarından daha geçirgendir (Kaplan ve Okur 2005).

Hava geçirgenliği paraşütlerin, yelkenlerin, hava yastığı kumaşlarının, spor giysilerin ve endüstriyel filtre kumaşlarının performansını değerlendirirken önemli bir parametredir. Kullanım yerine göre kumaşın su buharı geçirgenliği, rüzgâr direnci gibi özellikleriyle de yakından ilgilidir. Hava geçirgenliği terimi genellikle yağmurluk, çadır, üniforma gibi kullanım alanlarında nefes alabilirliği değerlendirmek için kullanılır. Nefes alabilirlik kumaşın havalandırılmasını ifade eder. Eğer kumaş hava geçirgenliğine sahipse bu su buharı ve sıvı nemin kumaşın iç yüzeyinden dış yüzeyine geçebileceği ve çevreye buharlaşacağı anlamına gelir. Bu yüzden su buharı veya sıvı nem geçişi materyalin hava geçirgenliği ve giyim sırasındaki termal konfor algılarıyla yakından ilgilidir (Turan ve Okur 2008, Çarkıt 2012).

#### **2.10.4. Tencel iplikleriyle oluşturulan kumaşların konfor davranışları**

Giysi konforu tekstil bilimi için önemli bir konudur. Mükemmel fizyolojik davranışa sahip yapay selülozik liflerden örneğin Tencel, Lenzing Modal ve Lenzing Viskoz lifleri için giysi konforu son 10 yılda yaygın olarak araştırılmaktadır. Tüm bu selülozik lifler giysi konforu için beklenen yüksek su buharı, sıvı nem absorbanlığı ısı koruma etkisiyle sonuçlanan yüksek ısı kapasitesi özelliklerini sergilemişlerdir. Bu özellikler tencel lifleri için özellikle belirgindir (Varga ve ark. 2009).

Tencel liflerinden yapılan tekstillerde yüksek giysi konforu, lifin nano yapısının bir sonucudur. Yapısal özelliği, yüksek ısı kapasiteye liderlik eden yüksek su absorbanlığına olanak tanımaktadır. Tencelin bu davranışı fibrilasyon kontrolüyle çok ilgilidir (Schuster ve ark. 2006, Varga ve ark. 2009). Ayrıca genel olarak haşılın yoğun kullanımı giysi konforu üzerinde negatif etki yapmaktadır (Varga ve ark. 2009).

Tencel lifinin gözenekli yapısı su buharının, sıvı suyun ve daha büyük çözülmemiş moleküllerin kolay bir şekilde girişini sağlar. Tenceldeki bu özellik diğer sentetik ve doğal selülozik liflere göre daha yüksek olduğu için tencelle oluşturulan kumaşların konfor özelliklerinin belirgin bir şekilde daha iyi olması beklenir (Schuster ve ark. 2006).

Bir kumaşın yüksek absorbtivitesi birim zamanda kumaşın yüzeyinden dışına temasta ısı miktarının bir ölçüsüdür. Gömleklik kumaşlarda özellikle yüksek nemde %100 pamukla kıyaslandığında pamuklu karışımlarda tencelin %25- 40 kullanımı daha serin bir his verir. Tencel nem artışıyla birlikte dokunulduğunda lifin nem içeriği artacağı için daha serin hissettirir (Schuster ve ark. 2006).

Tencel lifinin kumaşa kattığı ana konfor parametreleri olarak ısı düzenleyici özelliği, serin tutması, yüzeyinin pürüzsüz olması, kuru hissettirmesi ve ciltle uyum sağlaması sayılabilir. Spor giysilerinde serin ve kuru bir his verirken bir yalıtım tabakası olarak kullanıldığında ılık bir his verecektir (Schuster ve ark. 2006).

## **2.11. Tencel ile İlgili Yapılmış Deneysel Çalışmalar**

Tencel ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

- Tencelin yapısı ve eğrilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar
- Tencelin özellikleri ile ilgili yapılan çalışmalar
- Tencelin fibrilasyonu ile ilgili yapılan çalışmalar
- Tencelin boyanması ve baskısı ile ilgili yapılan çalışmalar
- Tencel kumaşlarda dikiş işlemi ile ilgili yapılan çalışmalar
- Tencel ile ilgili diğer konularda yapılan çalışmalar

### **2.11.1. Tencel yapısı ve eğrilmesi ile ilgili yapılmış çalışmalar**

'A New Method to Visualize and Characterize The Pore Structure of Tencel (Lyocell) and Other Man-Made Cellulosic Fibres Using A Fluorescent Dye Molecular Probe' adlı makalede lyocell (tencel), modal ve viskoz elyafı gibi yapay selülozik elyafların gözenekli iç yapılarının elyaf kesitleri floresan mikroskobu ile görselleştirilmiştir. Lif gözenek yapısı, optik parlatici Uvitex BHT ile problemlenmiş ve boya penetrasyon derinliği ölçülmüştür. Bu üç elyaf türünün gözenek yapılarında temel farklılıklar gözlemlenmiştir. Kurutulan ve hiç kurutulmayan lifler arasında sadece tencel önemli bir

farklılık göstermektedir. Üç farklı gözenekli bölgeyi boya difüzyon kinetiğine göre ayırt edecek tencel elyaf yapısı modeli oluşturulmuştur. Sonuçlar ile lifin fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkisi üzerine tartışılmıştır. Tencel liflerindeki kinetik ve boya penetrasyon derinliği; kurutma ve takip eden alkali şişme süreci ile üretim ve muamele koşullarına ve özellikle gözenek sistemindeki değişikliklere duyarlı bulunmuştur. Ayrıca yüzey-spesifik enzimatik peeling performansı gözlemlenmiştir.

Deney için kaustik (NaOH) muameleli – muamelesiz tencel dokuma kumaşlar, 1.3 dtex inceliğinde tencel lifi 120 dakika enzimatik muamele görmüş - kurutulmamış - 60°C’de 6 saat kurutulmuş - 120°C’de 10 dakika kurutulmuş, viskoz lifleri 60°C’de 6 saat kurutulmuş – kurutulmamış, modal lifleri 60°C’de 6 saat kurutulmuş - kurutulmamış numuneler incelenmiştir.

‘Changes in the Intra- and Inter-Fibrillar Structure of Lyocell (Tencel) Fibers Caused by NaOH Treatment’ adlı makalede en fazla 8 M’a kadarlık konsantrasyonlarda NaOH muamelesinin birkaç etkisi (1) gözenekli yapı (2) şişme derecesi (3) metilen mavisi Emilimi ve 9H-floren-2-il-diazometan (FDAM) yöntemleri kullanılarak karboksil içeriği (4) boyama (5) jel sızdırma kromatografisi (GPC) ile ölçülen molekül ağırlığı dağılımı (6) geniş açılı X-ışını kırınımı (WAXD) ile belirlenen kristallinite ve (7) lyosel elyaflarının gerilme özellikleri incelenmiştir. Elyafın gözenekli yapısı floresan mikroskopu ile ve lif enine kesitleri transmisyon elektron mikroskopu (TEM) ile görselleştirilmiştir ve ayrıca ters boyut dışlama kromatografisi (ISEC) ile çalışılmıştır. Liflerin ortalama gözenek çapı ve gözenek alanı NaOH muamelesi ile değişmemiştir. Gözenek hacmi 2.5 M’ın üstünde NaOH muamelesi ile artmıştır. NaOH ile muamele edilmiş numuneler daha fazla boya alımı, daha yüksek şişme, ancak daha düşük karboksil ve nem içeriği ve artan kristallinite göstermiştir. NaOH konsantrasyonu arttıkça, CI Direct Kırmızı 81 renkli boyama derinliği, aynı zamanda, elyaf içerisine alkalinin derin nüfuziyetinden dolayı yükselmiştir. Genel olarak elyaf özellikleri yaklaşık 3-0 ve 3-8 M NaOH aralıkları içinde belirgin bir biçimde farklılaşmıştır.

‘Computer Modelling of The Lyocell Fibre Spinning Process’ adlı makalede selülozik lyocell elyaf eğirme işlemi hava boşluğunda kuru eğirme işlemi ve koagülasyon banyosunda ıslak eğirme işlemi olarak iki işleme ayrılabilir. Hava boşluğundaki işlemi simüle etmek için, ısı kapasitesi  $C_p$ , yoğunluk  $\rho$  ve uzama viskozitesi  $\eta$  sıcaklığın ve selüloz konsantrasyonunun bir fonksiyonu olarak yapılan deneylerle

ölçülmüştür. Eğirme boyunca hesaplanan çaplar ve sıcaklık profilleri deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Ayrıca lifteki N-metil-morfolin-N-oksit(NMMO) konsantrasyonu (koagülasyon banyosunda) deney sırasında ölçülmüştür ve difüzyon katsayısı daha sonra hesaplanmıştır. Elde edilen veriler kullanılarak lifteki NMMO içeriği koagülasyon banyosunda denge durumuna ulaşmaya kadar geçen süre tahmin edilebilir. Bu bilgi, verilen bir lif eğirme problemi için eğirme şartlarının optimizasyonuna yardım eder.

### 2.11.2. Tencelin özellikleri ile ilgili yapılan çalışmalar

'The Properties of Cotton-Tencel and Cotton-Promodal Blended Yarns Spun in Different Spinning Systems' adlı çalışmada, pamuk-tencel ve pamuk-Promodal karışımı ring, kompakt ve vorteks ipliklerin yapısal, fiziksel ve mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. Örneğin tüylülük, düzgünsüzlük, hatalar, çap, yoğunluk, pürüzlülük, yuvarlaklık, kopma kuvveti ve uzaması gibi iplik özellikleri değerlendirilmiştir. Genel olarak, ring ipliklerin tüylülük değerleri en yüksek ve vorteks ipliklerin ise en düşüktür. Düzgünsüzlük ile ilgili olarak, kompakt iplikler en iyi ve vorteks iplikler en kötü değerlere sahiptir. Eğirme sistemlerinin etkisi kopma kuvveti ve uzaması açısından değerlendirildiğinde, sonuçlar vorteks ipliklerde en düşükken kompakt ipliklerde en yüksek değerlere sahip olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak, bir ipliğin yapısal, fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine farklı karışım oranlarının etkileri %100 pamuk, %100 rejenere selülozik lif ve %67-%33, %50-%50, %33-%67 pamuk ve rejenere selülozik lif karışım iplikleri kullanılarak incelenmiştir. Genel olarak harman içindeki rejenere selülozik lif içeriğinin artan oranı pürüzlülük, hata, çap ve düzgünsüzlük değerlerini azaltırken diğer yandan kopma kuvveti, uzama, yoğunluk ve şekil değerlerini artırır. Ayrıca harman çeşidinin etkisi birçok iplik özellikleri için istatistiksel olarak anlamlıdır. Esas olarak pamuk-promodal iplikler daha iyi fiziksel özelliklere sahip iken, pamuk-tencel iplikler daha iyi mekanik özelliklere sahip olduğu görülebilmektedir.

'Comfort and Protection Properties of Tencel/Cotton Blends' adlı çalışmada iyi ultraviyole koruması, termal ve nem geçirgenlik özellikleri, özellikle spor, dış giyim ve iç giyim örme giysiler için oldukça önemli faktörler olarak belirtilmiştir. Bu özellikler optimize edilmiş konfor özellikleri ile bu tür giysilerin tasarımında yüksek esneklik

sunabileceğinden söz edilmiştir. Ultraviyole koruma faktörü (UPF) ve emilim özelliklerine lif malzemelerinin etkisi üzerine özellikle örme kumaş konusunda çok az çalışmanın olduğu vurgulanmıştır. Böylece bu çalışmada, örgü kumaş numuneleri iki farklı kumaş tipi (Lirkalı süprem ve süprem) kullanılarak, doğal ve rejenere selülozik ipliklerden sekiz tip üretilmiştir. Selülozik liflerden Ne 30/1 ipliklerden % 50 Tencel LF /% 50 pamuk, % 67 Tencel LF /% 33 pamuk, % 67 Tencel STD /% 33 pamuk, % 70 bambu /% 30 pamuk, % 100 bambu, % 100 Modal, % 100 Mikro Modal ve % 100 pamuk kullanılmıştır. Bundan sonra, tüm kumaş örnekleri ticari koşullar altında tekrar eden yıkama işlemine (beş defa) tabi tutulmuştur ve daha sonra düz olarak kurutulmuştur. Sonuçlar % 67 Tencel LF /% 33 pamuk süprem kumaşın % 67 Tencel STD /% 33 pamuk kumaştan daha fazla eğilme dayanımına sahip olduğunu ve pamuk ipliklerinden yapılan kumaşların en yüksek eğilme dayanımına sahip olduğunu göstermektedir. % 70/30 Tencel LF / pamuk ve % 50/50 Tencel LF / pamuk kumaşları, %100 pamuklu kumaşlardan daha yüksek aşınma dayanımına sahiptir % 50/50 Tencel LF / pamuk ve %70/30 bambu / pamuktaki tencel ve bambu ile harmanlanmış Mısır pamuk lifleri üretilen kumaşın UPF karakteristiğini artırmıştır. Mısır pamuk kumaşı diğer rejenere selülozik kumaşlara göre en yüksek ısı yalıtımına sahiptir. Hava geçirgenliği pamuk-tencel karışımlarında pamuk oranının artışına bağlı olarak azalır. Daha az su buharı geçirgenliğine sahip bir kumaş yeteri kadar suyu transfer etme yeteneğine sahip değildir ve dolayısıyla bu kumaş konforsuzdur.

### **2.11.3. Tencelin fibrilasyonu ile ilgili yapılan çalışmalar**

'Changes in Surface Morphology of Tencel Fabric During The Fibrillation Process' adlı çalışmada fibrilasyon işleminin her bir aşamasında tencel kumaşın yüzey morfolojisindeki değişiklikler taramalı elektron mikroskobu (SEM) aracılığıyla incelenmiştir. Sonuçlar haşıl sökme işleminde haşılı malzemelerin haşılının çıkarılmasından sonra fibrilasyon oluşmaya başladığını göstermiştir ve fibrilasyon etkisi birincil fibrilasyon sırasında uzun fibrillerin oluşumu ile daha da artmıştır. 100 mikrona kadar bir ortalama uzunluğa sahip olan uzun fibriller, pill (düğümçük) oluşumuna neden olarak istenmeyen yüzey görünümüne neden olan elyafın dolaşmasını engellemek için enzim muamelesi ile temizlenmelidir. İkinci fibrilasyondan sonra yaklaşık 10 mikron ortalama uzunluktaki kısa fibriller, "şeftali tüyü" etkisine neden olurlar. Kurutma



makinesi uzun fibriller oluşturmaz.Şeftali tüyü etkisi yumuşak bir his oluşturur. Deney için %100 tencel standart 3/1 dimi örgüsünde 21\*21 sıklıkta 18\*64 yoğunluğunda ve 61 inch genişliğinde kumaş numunesi kullanılmıştır. Fibrilasyon işleminin her bir adımındaki tencel kumaşın yüzey morfolojisi SEM Oxford Model 5526 tarafından ölçülmüştür.

'Objective Evaluation of The Tencel Fabric After Fibrillation' adlı çalışmada tencel kumaşın düşük gerilim altındaki mekaniksel özellikleri, fibrilasyonun her aşamasından [yani (1) haşıl sökme, (2) Birincil fibrilasyon, (3) enzimatik işlem (4) ikincil fibrilasyon (5) dehidrasyon ve kurutma makinesi] sonra ve muamele öncesi Kawabata Değerlendirme Sistemi vasıtasıyla (KES-F) incelenmiştir. Yüzey, çekme, kesme, eğilme ve sıkıştırma özelliklerinin her bir proses adımından sonra değişmiş olduğu tespit edilmiştir.Bu özelliklerdeki değişiklikler lifler ve iplikler arasındaki sürtünme kuvveti ile yakından ilişkilidir. Deney için %100 Tencel Standart 3/1 dimi 21\*21 sıklıkta, 108\*64 yoğunluğunda ve 61 inç genişliğinde kumaş Be-Mode Textile Şirketi (Taiwan) tarafından temin edilmiştir. Kumaş dokusu objektif değerlendirildiğinde ıslak işlem görmüş kumaşın işlem görmemiş kumaşa göre daha fazla uzayabilir esneyebilir (Extensible) olduğu görülmüştür. Islak işlem görmüş kumaşın işlem görmemiş kumaşa göre daha fazla elastik, yumuşak ve yüzeyi daha pürüzsüz olduğu görülmüştür.

'Effect of Alkali Pretreatment and Dyeing on Fibrillation Properties of Lyocell Fiber' adlı çalışmada Lyocellin üçüncül amin oksit N-metilmorfolin-N-oksit (NMMO) içerisinde selülozun çözülmesiyle çevre dostu işlem ile üretilen selülozik bir life verilen yeni genel bir ad olduğundan söz edilmiştir. Lyocell lifinin diğer selülozik elyaflara göre önemli avantajlı özellikler göstermekte olduğundan; örneğin, yüksek kuru ve ıslak mukavemet ve yüksek ıslak modül ancak bu lifin bir dezavantajının lifin uzun ve daha oryante kristalin bölgelerden ve küçük ama daha oryante amorf bölgelerden oluştuğundan ıslak halde yapısının fibrilasyon oluşturduğundan söz edilmiştir. Bu durumun ürünün yıkanabilirliğinde ve boyama işlemi sırasında renk alma üniformluğunu kontrol edilebilirliğinde ve düğümcük oluşumu gibi diğer uygulamalar için dezavantajlı olduğu kanıtlanmıştır. Bu makalede fibrilasyon özellikleri üzerine Lyocellin alkali ve boya muamelesinin etkisi ile ilgilenilmiştir.Çeşitli konsantrasyonlarda NaOH, LiOH, KOH, TaOH gibi kimyasallar lyocell kumaş numunesine uygulanmıştır.Boyanan ve alkali muamele edilen kumaş örneklerinin

fiziksel ve kimyasal özellikleri ölçülmüştür.Çeşitli alkaliler ile lyocel kumaşın ön muamelesi ve takip eden polfoksiyonel reaktif boya ile boyama sonucu fibrilasyonda önemli bir azalış, pillin ve aşınma dayanımında gelişim gözlenmiştir.Tarama elektron mikroskopunda makrolıfsız pürüzsüz bir yüzey gözlemlenmiştir.

'Factors to Predict The Fibrillation Tendency of Lyocell Fibers' adlı çalışmada lyocel elyafının fibrilasyon eğilimini incelemek için lyocel lifi çeşitli konsantrasyon seviyelerinde çapraz bağlayıcı aktif madde ile muamele edilmiştir. Fibrilasyonu minimuma indirmek için optimum bir konsantrasyon elde edilmiştir.Fibrilasyon indeksi üzerine fiziksel parametrelerin etkisi de incelenmiştir.Bunların çift-kırınımlılık, gerçek viskozite ve göreceli kristallik olduğundan söz edilmiştir.Fibrilasyon indeksi üzerine her parametrenin etkisi tartışılmış ve sonuç olarak bu parametreler arasında korelasyonu tanımlayan basit bir matematiksel model önerilmiştir.

'Modification of Tencel With Treatment of Ferric Sodium Tartrate Complex Solution I. Effect of Treatment Condition' adlı çalışmada demir, sodyum tartarat kompleks (FeTNa) çözeltisi ile selülozun kısmi çözünmesi, organik çözücüde eğrilmiş selüloz elyafın (tencel) arıtma işlemi olarak incelenmiştir. Muamele koşulları muamele gören ipliklerin ağırlık kaybı, kristallliği ve mukavemetinin ölçümü ile serbest NaOH konsantrasyonu, muamele süresi, sıcaklığı ve çözücü mukavemeti açısından ele alınmıştır. Fibrilasyon direncinin geliştirilmesi için, FeTNa kompleksinin optimize edilmiş çözeltisi % 20'den fazla sodyum tartarat ve 1 N serbest NaOH ile 1-1.5M FeCl<sub>3</sub>'den oluşmuştur ve muamele süresi 20<sup>0</sup>C'de minimum 60 dakikadır. Sonuç olarak ağırlık ve mukavemetteki kayıp optimize edilmiş koşullarda sırasıyla % 5 ve % 30- 40'a kadar düşebilir. Muamele gören iplik önemli ölçüde geliştirilmiş fibrilasyon direnci göstermiştir.

'Selülozik Esaslı Liflerde Fibrilleşmenin Kopma Yüğü ve Uzama Oranı Üzerine Etkisi' adlı çalışmada NaOH içeren alkali solüsyon içerisinde fibrilleştirilmiş viskoz, modal, tencel standart ve tencel A-100 liflerinin, fibrilleşme öncesi ve sonrasında kopma uzaması ve kopma yüğü değerleri Instron 4301 test cihazında ölçülmüştür. Liflerin fibrilleştirilmesinde NÜVE ST 402 model su banyosu ile NÜVE ES 500 model soğutmalı inkübütör kullanılmıştır. İşlem görmemiş liflerin çekme deneyleri sonucunda tencel standart lifi modül, dayanım, kopma yüğü, değerleri açısından birinci sırada yer alırken kopma uzaması değeri açısından en son sıradayer almaktadır. Bunun tam terside

doğrudur. Yani, kopma mukavemetinin düşük olduğu viskonda uzama en fazladır. Fibrilleştirilmiş durumda, Tencel A-100 lifi modül, dayanım, kopma yükü, değerleri açısından en iyi şartları sağlarken, kopma uzaması değeri açısından en son sırada yer almaktadır. Fibrilleşme sonrasında da en düşük mukavemet değerleri ve en fazla uzama viskonda görülmüştür. Tencel Standart ve Tencel A100 liflerin düzgün olması ve yüksek kristalin ve düşük amorf bölgelerine sahip olmalarına rağmen, fibrilleşmede lif içindeki molekül zincirlerini bağlayan hidrojen bağları koparak ayrılması ve molekül zincirlerinin dağılmasından dolayı, fibrilleşme eğilimi, viskon ve modal liflerinden daha fazladır. İşlem görmemiş viskon ve modal liflerinde merkez kabuk etkisinden dolayı içeriye doğru çökmelerden oluşan loplulu kesit yapısı varken Tencel Standart ve Tencel A-100 liflerinin yüzeyleri cam cubuklar şeklinde düzgündür. Fibrilleştirme işleminden sonra ise viskon ve modal lifinden yüzeye çıkan fibrillerin sayısı ve uzunluğu oldukça az olurken tencel standart lifinin yüzeyinde yoğun bir fibrilleşme meydana gelmekte, Tencel A-100 lifinin fibrilleşmesi ise yapısında bulunan çapraz bağlama ajanlarından dolayı azdır. Fibrilasyon öncesi ve sonrası liflerin yüzey yapıları ve kesit alanları da taramalı elektron mikroskopuyla (SEM) gözlemlenmiştir. Fibrilleşme öncesi ve sonrası çekilen tüm kesit görüntülerinde viskoz, modal, tencel standart, tencel A-100 liflerinin tanelenerek koptuğu tespit edilmiştir.

#### **2.11.4. Tencelin boyanması ve baskısı ile ilgili yapılan çalışmalar**

'The Influence of Woven Fabric Structures on The Continuous Dyeing of Lyocell Fabrics with Reactive Dyes' adlı çalışmada rejenere selülozik lif olan tencel çevre dostu bir yöntem ile üretildiğinden söz edilmiştir. Tencel diğer selüloz esaslı liflere tavsiye edilen boyarmadde tipleri ile boyanabilmektedir. Tencel dokuma kumaştaki reaktif boyaların davranışı; dokuma kumaşın tipine ve yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Yüksek kristalin tencel elyaf boya ve elyaf arasındaki temas kısa süreli olduğundan sürekli boyama yöntemleri ile uniform şekilde boyanması daha kolaydır. Bu çalışmanın amacı, sürekli boyama yöntemleri ile uygulanan reaktif boyalar kullanılarak standart tencel kumaşın boyanması üzerine dokuma yapısının etkilerini araştırmaktır. Programlar dokuma kumaşın ipliklerindeki kumaş gözenekliliğini ve elyaf renginin üniformitesini (UFC) ölçmek için Matlab yazılımı kullanılarak geliştirilmiştir. UFC subjektif ölçülür. Öncelikle, dört farklı örgü yapılarındaki

kumaşlarla (düz, 2/1, 3/1, 5/1 dimi kumaş) çalışıldı. Görsel derinlik ve UFC standart sapma değerleri 2/1 dimi kumaş için en yüksektir ve yavaş yavaş 5/1 dimi kumaşa doğru azalmıştır. İkinci olarak, farklı kumaş yoğunluklarında dokuz düz dokuma kumaş herhangi bir bekleme süresi olmadan oda sıcaklığında sıvı, 1 dakikalık süresi ile ve 5 dakikalık bir bekleme süresi ile 40°C'de bir sıvı sıcaklığında farklı dolgu prosedürleri kullanılarak boyanmaktadır. Sonra dolgu kumaşlar pad-steam, pad-dry-steam, pad-batch and pad-dry-thermosol sürekli boyama işlemleri ile karışık boyama yapılmıştır. Düz dokuma kumaşların renk derinliğini arttırmak için kostik bir ön işleme tabi tutulur ve onların boyama özellikleri muamele görmemiş kumaşlar ile karşılaştırılmıştır. Kostik ile işlem görmüş kumaşlar karşılaştırma için, aynı dolgu prosedürleri kullanılarak boyanmaktadır. En yüksek görsel derinlik, boya alımı ve elyaf renk üniformitesini elde etmek için kostik ön-muamele sonrası 40°C deki çözeltide 1 dakikalık bekleme süresi ile dolgu olması için optimum boyama prosedürü bulunmuştur. Ayrıca tencel düz dokuma kumaşların fibrilasyon eğilimi bu prosedür kullanılarak azaltılır. Çeşitli sürekli boyama prosesleri uygulanan farklı dokuma kumaş yapılarının UFCsi, renk haslığı gibi boyama özelliklerini tahmin edebilmek için sayısal ilişkiler kurulmuştur.

'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' adlı çalışmada üre, migrasyon önleyici, nüfuz edici madde ve alkali ile önceden muamele edilmiş üç selülozik kumaş Lyocell (Standart Tencel ve Tencel A100) ve pamuk üzerinde reaktif bir boya esaslı ink kullanılarak inkjet baskı sonucu istatistiksel bir çalışma sunulmaktadır. Renk mukavemeti (Integ değeri olarak) absorbe edilmiş boya fiksasyonu ve ink penetrasyonu başlıca yanıtlar olarak analiz edilmiştir. Yanıtlar üzerindeki muamele öncesi formülasyonda, boya fiksasyonu için kullanılan buharlama süresi ile birlikte her bileşen seviyesi etkisinin incelenmesi için tam faktöriyel tasarım yöntemi kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki etkileşimler de değerlendirilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı değişkenler optimum tepkilere ulaşılabilen yerleri belirlemek için en önemli etkileşimler için yapılmış kontür çizimler ve tüm yanıtlar belirlenmiştir.

### 2.11.5. Tencel kumaşlarda dikiş işlemi ile ilgili yapılan çalışmalar

'Tencel Kumaşlarda Farklı Parametrelerde Dikiş Büzgülerinin İncelenmesi' adlı çalışmada % 100 tencel denim dokuma kumaş atkı, çözgü ve verev yönde 30 cm. x 5 cm ebatlarında kesilmiş, farklı hammadde ve incelikte, 8 dikiş ipliği kullanılarak (%100 pamuk, %100 spun polyester ve %100 corespun polyester ) dikişle ilgili parametreler incelenmiştir. Varılan sonuçlar dikişle ilgilidir. Tencel denim kumaşların polyester (spun veya corespun ) ipliklerle dikilmesi uygun olmaktadır. Tencel denim kumaşlar Pamuk iplikle dikilmemelidir. Tencel denim kumaşların dikiminde dikiş sıklığı 4 batış/cm ve daha az olması uygundur. 5° eğimli kesimler dikiş büzgüsüne rastlanmadığı için giysilerin uygun bölgelerinde tercih edilebilir.

'Tencel Kumaşlarda Dikiş Parametrelerinin Dikiş Mukavemetine Etkilerinin İncelenmesi' adlı çalışmada hazır giyim endüstrisinde hazırlanan giysilerin kullanımı sırasında karşılaşılan en önemli problemlerinden birinin dikiş mukavemeti olduğundan söz edilmiştir. Dikiş mukavemeti, esnekliği ve dikişlerin vücuda uyum kabiliyeti; kumaş yapısı, malzemesi ve uygulanan bitim işlemlerine, dikim tekniğine, dikiş tipine, dikiş ipliği özelliklerine ve dikiş sıklığına bağlıdır. Giysi kalitesi ve performansı, dikim mukavemeti, dikiş kayması, dikiş büzülmesi, görünüm ve kumaş ipliklerinin ayrılması gibi çeşitli faktörler hazır giyim biliminin en önemli konularından biri olarak değerlendirilen kumaşın dikilebilirliğine etki ederler. Bu çalışmada tencel kumaşların dikiş mukavemeti ve uzaması incelenmiştir. Test sonuçlarının değerlendirilmesi sonucunda giysi dikiminde karşılaşılan atkı, çözgü ve verev dikişlerde, en uygun dikiş parametrelerinin belirlenmesi ve en uygun dikiş ipliği seçiminin yapılabilmesi hedeflenmektedir. Bu doğrultuda, tez çalışmasında son yıllarda çeşitli özellikleri ile ön plana çıkan tencel kumaşın ve hazır giysi üretiminin en önemli noktalarından dikiş mukavemeti ile ilişkisi irdelenmiş, elde edilen değerlerin incelenmesi ile ortaya çıkan en uygun dikiş parametre sonuçlarının tencel giysi imalatı yapan firmaların verimliliğine katkıda bulunulması amaçlanmıştır. Bu amaçla farklı gramajlarda ve farklı doku türlerinde 4 farklı kumaş ve 6 farklı dikiş ipliği kullanılmıştır. Belirli uzunluklarda atkı, çözgü ve verev yönlerde hazırlanan kumaşlara 2 farklı dikiş sıklığında dikiş denemeleri yapılmıştır. Dikiş mukavemeti ölçümlerinde Instron test cihazı kullanılmış ve denemelerde tekerrür sayısı 5 olarak alınmıştır. Seçilen tencel kumaş çeşitlerinin mukavemet ve uzamada belirgin bir farklılık göstermiş, bezayağı örgü yapısına sahip

kumaşlarda en yüksek dikiş mukavemeti değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bulgularda dikiş mukavemeti ve uzaması, dikiş sıklığı, kumaş yönü, dikiş ipliği, kumaş doku türü açısından değerlendirilmiş, öneriler bölümünde sonuçlar verilmiştir.

'Tencel Kumaşların Tutum Özelliklerinin Dikiş Büzgüleri Oluşumu Açısından İncelenmesi' adlı çalışmada dikiş büzgülerinin, ürün kalitesini olumsuz yönde etkileyen ve hazır giyim üretiminde en sık karşılaşılan problemlerden biri olduğundan söz edilmiştir. Son yıllarda tekstil ve konfeksiyon sektöründe yaşanan gelişmelere rağmen, dikiş büzülmesi problemine çare bulunamamakta olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada dikiş büzülmesinin sıkça görüldüğü tekstil yüzeylerinden tencel incelenmiştir. Bu kapsamda, ilk olarak tencel kumaşların eğilme, sıkıştırma, uzama, şekil alabilirlik vb. gibi tutum özelliklerinin değerleri FAST ( Basit Testler ile Kumaş Değerlendirme ) ölçüm sistemi ile tespit edilmiş ve yorumlanmıştır. Daha sonra belirli uzunluklarda kesilmiş kumaş şeritlerine, düzgün bir dikiş oluşumu sağlanarak, iki farklı iplik türü ve iki farklı baskı ayağı basıncı ile dikiş denemeleri yapılmıştır. Dikiş öncesi ve sonrası kumaş uzunlukları ile katlar arasındaki kaymalar ölçülmüş ve istatistiksel hesaplamaları yapılmıştır. Dikiş testi sonuçları ile kumaş tutum özelliklerinin değerleri karşılaştırılarak, büzgüsüz bir dikiş için dikiş makinesi ayarlama parametreleri önerilmiştir.

#### **2.11.6. Tencel ile ilgili diğer konularda yapılan çalışmalar**

'Low-Temperature Plasma Treatment of Tencel' adlı çalışmada tencel kumaşın yüzey modifikasyonu üzerine düşük sıcaklıkta plazmanın (LTP) etkisi; oksijen ve argon plazma gazları kullanılarak incelenmiştir. Deney sonuçları argon plazmasının daha yüksek kumaş ağırlık kaybına neden olduğunu göstermiştir. Buna ek olarak, uzun süreli argon LTP muamelesinden sonra test edilen örneklerin beyazlığında büyük bir azalmanın olduğu görülmüştür. Taramalı elektron mikroskobu sonuçları; kısa süreli argon veya oksijen plazmasına maruz kalıdıktan sonra boya alımı desteklenen tencel kumaşın yüzey pürüzlülüğünün arttığını göstermiştir. Temas açısı testi sonucu; kısa süreli LTP'ye maruz kalınmasıyla ıslanabilirlikte artış olduğunu göstermiştir. Oksijen veya argon LTP muamelesi sırasında tencelde hidrofilik hidroksil gruplarının üretimi spektroskopisi yönteminin sonucu ile doğrulandı ve artan hidroksil grupları boya alımına yardımcı olacaktır. Deney için Tencel Standart kumaş muamelesiz, 5 farklı

sürede (5-10-20-30-60 dakika) argon yada oksijen ile muamele edilerek sonuçlar elde edilmiştir.

'Properties Evaluation of Tencel/Cotton Nonwoven Fabric Coated with Chitosan for Wound Dressing' adlı çalışmada, kitosan ile kaplanmış olan tencel / pamuk dokusuz yüzey üretmek için ve sonrasında çift tabakalı bir yara sargısı üretmek için farklı tencel / pamuk oranları ve farklı iğne ile delinme yoğunlukları kullanılmıştır. Dokusuz yüzey-kitosan kaplama, daldırma-çökeltme-safha-ters çevirme yöntemi kullanılarak hazırlanmıştır ve eksojen mikroorganizmalarının istilasını engelleyebilecek, buharlaşan suyun kaybını kontrol edebilecek, sıvı akışını destekleyebilecek özelliklere sahiptir. Bu sonuçlar, dokusuz yüzey-kitosan membranın bir yara sargısı olarak kullanımı için potansiyel bir malzeme olabileceğini göstermektedir.

'Visual Evaluation of The Surface of Tencel/Cotton Blend Fabrics in Production and Cleaning Processes' adlı çalışmada üretim ve temizleme süreci boyunca tencel / pamuk karışımı kumaşların yüzeyinin görsel değerlendirilmesi üzerinde durulmuştur. Sonuçlar ardışık yıkama ve kuru temizleme süreçleri ile artan boncuklanmanın olduğunu göstermiştir. Kuru temizlenmiş olanlarda lif karışıklıklardan dolayı boncuklanmalar gözlenmişken yıkanmış kumaşlar üzerinde ise fibrillerin karışıklığından dolayı boncuklanmalar gözlenmiştir. İlk yıkama çevriminden alınan kumaş numunelerinin aşınan parçaları üzerinde daha fazla fibril tespit edilmiştir. Yıkanmış ve kuru temizlenmiş kumaşların yüzey görünümü ve kırılmış lif uçları arasında açık fark gözlenmemiştir. Kuru temizlenmiş kumaşlar yıkanmış olanlardan biraz daha iyi kırışıklık düzelme özelliklerine sahipken yıkanan kumaşların kırışık düzelme özelliği bitim uygulanmış kumaşınkinden biraz daha az olduğu ortaya çıkmıştır. Deney için %65/35 tencel/pamuk 3/1 dimi örgülü 21\*21 sıklıkta kumaşlar kullanılmıştır. Kumaşlar 40 °C'de yıkanıp 60°C'de kurutulmuştur. Kuru temizleme uygulanan kumaşlar ise laboratuvar şartlarında düz bir zeminde kurutulmuştur.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada atkı ipliği olarak Ne 20/1 Ring Penye Pamuk (%100), Ne 20/1 Ring Karde Tencel (%100), Ne 20/1 Ring Karde Pamuk/Tencel (%50/%50), Ne 20/1 Ring Karde Pamuk/Tencel (%25/%75), Ne 20/1 Ring Karde Pamuk/Tencel (%75/25) çözgü ipliği olarak ise Ne 20/1 Kompakt Penye Pamuk iplikleri kullanılmıştır. Kullanılan tüm atkı iplikleri ring iplik makinesinde üretilmiş olup iğ devri 11000, kopça tipi ise C 2HRMT-1 dir. Çözgü ipliği ise kompakthattında üretilmiştir. Kullanılan atkı ipliklerinin özellikleri Çizelge 3.1. de gösterilmiştir.

**Çizelge 3. 1.** Kullanılan atkı ipliklerinin özellikleri

İplik Doğrusal Yoğunluğu	Üretim Hattı	Karışım Oranı – Hammadde Cinsi	Büküm Miktarı (T/m)
Ne 20/1	Karde Ring	%75Pamuk %25Tencel	600
Ne 20/1	Karde Ring	%50Pamuk %50Tencel	600
Ne 20/1	Karde Ring	%25Pamuk %75Tencel	600
Ne 20/1	Karde Ring	%100Tencel	600
Ne 20/1	Penye Ring	%100 Pamuk	600

Çalışmada kullanılan tencel lifi, tencel standart olup lifin uzunluğu ve inceliği sırasıyla 38 mm ve 1,3 dtex tir. Çalışmada kullanılan pamuk liflerinin özellikleri ise Çizelge 3.2. de verilmiştir.

**Çizelge 3. 2.** Kullanılan pamuk lifinin özellikleri (HVI Değerleri)

Özellik	Değerler
İplik Eğirme İndeksi (SCI)	138
Üst yarı Ortalama Uzunluğu (LEN)	29,08
Üniformite İndeksi (UNF)	83,3
Kısa Lif İndeksi (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



### 3.2. Yöntem

Çalışma kapsamında ilk olarak 5 farklı karışım oranındaki atkı ipliklerinin fiziksel (doğrusal yoğunluk, büküm, büküm canlılığı, mukavemet, düzgünsüzlük, tüylülük, rutubet, bobin sertliği) özellikleri ölçülmüştür. Sonraki aşamada ise farklı özellikteki bu atkı ipliklerinden aynı çözgüde dokuma örgüsü D 2/2, çözgü sıklığı 34/cm ve atkı sıklığı 22/cm olan 5 farklı kumaş üretilmiştir. Üretilen ham kumaşlara aşağıda verilen işlemler sırasıyla uygulanmış ve mamul hale getirilmiştir (Çizelge 3.3.)

Çizelge 3.3. Ham kumaşlara uygulanan işlemler

Proses Adı	Yapılan İşlem
Gaze	Alev boyu 12mm, Hız 80m/dak, Çift yönlü
Kasar ve Haşıl Sökme	Kostik 60ml/l, Peroksit 60ml/l, Contavan TIS 8ml/l (stabilizatör), Feluslan BTM 5ml/l (ıslatıcı), Sodyum persülfat 10ml/l (nişasta haşıl sökme yardımcı maddesi) soğuk kasar yapılmıştır (24 saat).
Yıkama	1. kabin 95 <sup>0</sup> 2. kabin 95 <sup>0</sup> kostik (ph 11), 1,5ml/l ıslatıcı 3. kabin 95 <sup>0</sup> 4.kabin 80 <sup>0</sup> 5. kabin 70 <sup>0</sup> 6.kabin 50 <sup>0</sup> nötralizasyon
Kurutma	8 kamaralı ramöz makinası 150 <sup>0</sup> de 40m/dak

Farklı atkı iplikleri ile elde edilmiş 5 farklı dokuma kumaşın mukavemet, konfor ve diğer önemli özellikleri ham ve mamul halde standartlara uygun bir şekilde test edilmiştir. Testler sonucunda elde edilen değerler SPSS programında 0,05 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak değerlendirilerek farklı karışım oranlarının dokuma kumaşların fiziksel ve konfor özelliklerine etkileri araştırılmıştır.

İpliklere ve kumaşlara uygulanan testler, numunelerin ölçüm işlemlerinden önce TS EN ISO 139/A1: 'Tekstil- Kondisyonlama ve deneyler için standart atmosfer şartları' standardına göre standart atmosfer şartlarında (20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 2 rutubet) 24 saat bekletilerek kondüsyonlandıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Aşağıda, uygulanan test yöntemleri çalışmanın her bir bölümü için ayrı ayrı açıklanmıştır.

### 3.2.1. İplik özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan testler

#### 3.2.1.1. Doğrusal yoğunluk testleri

İpliklerin numara ölçümleri Doğrusal Yoğunluk (Numara) Tayini “TS 244 EN ISO 2060: Tekstil – İplikler - Doğrusal yoğunluk (birim uzunluk başına kütle) tayini - Çile metodu” standardı referans alınarak yapılmış olup ölçümler sırasında +1mg hassasiyetle çalışan AE Adam hassas terazi kullanılmıştır. 100 tex ve üzeri ölçümler için sarılacak çile uzunluğu 10 metredir. Numune sarma çıkışı 0.5g/tex lik bir ön gerilime ayarlanır. Numune çile hassas terazi ile gram cinsinden tartılır. Her bir iplik tipi için yirmişer bobinden ölçüm yapılmıştır.

$$T_s = (m_s \cdot 1000) / L \quad (3.1.)$$

$T_s$  = Lineer Yoğunluk (tex)

$m_s$  = Numune çilenin kütlesi (gram)

$L$  = Numune çilenin uzunluğu (metre)

#### 3.2.1.2. Büküm testleri

İpliklerin bükümü için “TS EN ISO 2061: İplikte büküm tayini – Doğrudan sayma metodu” standardı kullanılmış olup büküm açma kapama metodu ile büküm miktarı ölçülmüştür ve bu amaçla Officine Brustio-Elektronik Büküm Ölçer kullanılmıştır. Numune ölçme mesafesi 50 cm'dir. Bu amaçla numunenin lineer yoğunluğuna bağlı olarak ön gerilme değeri 0.5 – 0.8 g/tex olacak şekilde hesaplanır. Deneylerde her bir bobinden alınan numune için beş ölçüm yapılmıştır ve her iplik çeşidinden yirmişer bobin ölçüm alınmıştır. Hesaplamalar için aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$T_n = x / l \quad (3.2.)$$

$T_n$  = Numunenin büküm değeri ( tur/ metre),

$x$  = Ölçülen büküm değeri (tur)

$l$  = Ölçülen numunenin ölçüm öncesi uzunluğu (m)

### 3.2.1.3. Mukavemet testleri

Atkı ipliklerinin mukavemet testleri; Uster Tensojet aletinde 200 m/ dk çene hızı ve 500 mm numune uzunluğu kullanılarak, 14,76 cN ön gerilmeyle gerçekleştirilmiştir. Test kapsamındaki değerlendirilmiş olan özellikler; kopma yükü, kopma uzaması, mukavemet, kopma işi sonuçlarıdır. Her bir iplik çeşidinden beşyüz ölçüm ve her çeşit atkı ipliğinden yirmişer bobin ölçülmüştür.

### 3.2.1.4. Düzensüzlük ve tüylülük testleri

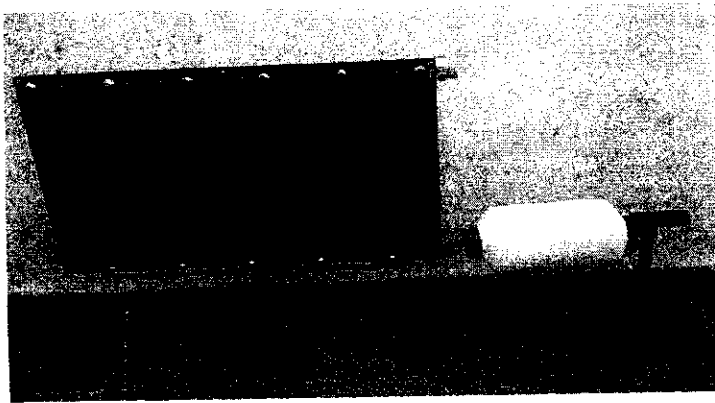
Atkı ipliklerinin düzensüzlük, ince yer, kalın yer, neps ve tüylülük değerleri Uster Tester III cihazında 400 m/dk test hızında ölçülmüştür.

### 3.2.1.5. Rutubet testleri

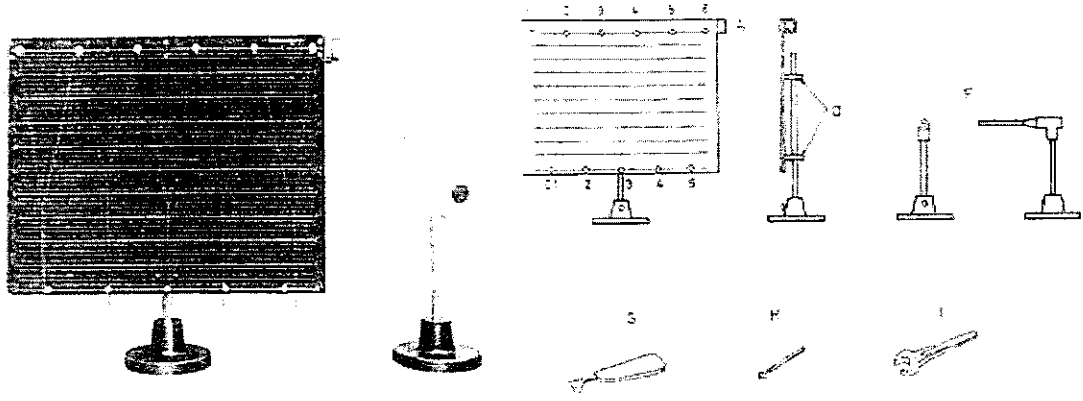
İpliklerin rutubet ölçümü James H.Heal marka Deltamoist rutubet ölçme aleti ile kataloğunda belirtildiği gibi her bir bobinin beş farklı yerinden, her çeşit atkı ipliği için ise onar adet bobinden ölçüm alınarak gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.1.6. Büküm canlılığı testleri

Üretilen tüm ipliklerin büküm canlılığı değerinin ölçümü Keissokki marka Kringel Factor Meter (Şekil 3.1. ve Şekil 3.2.) test aleti ile Keissokki firmasının kataloğunda belirtilen şekilde yapılmıştır. Ölçülen büküm canlılığı değeri Kr ile ifade edilmiştir. Her bir ölçümde beş okuma gerçekleştirerek her bir bobinde üç ölçüm ve her çeşit iplikten onar bobin ölçülmüştür.



Şekil 3.1. Kringel Factor Meter test aleti (Şardağ 2008)



**Şekil 3. 2.** Kringel Factor Meter test aletinin önden ve yandan görüşleri (Şardağ 2008)

İplik büküm canlılığının ölçülmesi aşağıdaki şekilde yapılmıştır:

- Test aletinin E ile gösterilen bobin tutucu kısmına bobin yerleştirilir.
- Test aletinin sağ üst kısmında bulunan A ile gösterilen vida döndürülerek “free” konumuna getirilir ve B1, B2, B3, B4, B5, B6 noktalarında bulunan çeneler açılır.
- İplik sol elle tutulup A- B1 hattı boyunca çenelere yerleştirilir.
- İplik B1 çenesinin kenarından yaklaşık 20 cm uzakta tutulur. Bu durum ipliğin kenardaki kısmının açılmaması için gereklidir.
- Daha sonra A noktasındaki vida “cramp 1” pozisyonuna getirilir ve G iplik klavuzu yardımı ile C1 metal klavuzdan geçirilip B2 çenesine sonra C2 metal klavuzdan geçirilip B3 çenesine ve bu şekilde en son C6’ ya kadar getirilir ve A ile gösterilen “cramp 2” pozisyonuna getirilerek ipliğin daha fazla sıkışması sağlanır.
- H ile gösterilen ağırlıklar C1, C2, C3, C4, C5 noktalarından asılır ve iplikler pimlerden çıkarılarak serbest halde bırakılır. İplik üzerindeki gerilimden dolayı kendi üzerine kıvrımlanır ve bir süre sonra sabit hale gelir.
- İplik sabit hale geldikten sonra kendi üzerine bükülmüş kısmın yüksekliği test aleti üzerindeki çizgili kısımlar ve rakamlar yardımı ile okunarak Kr değeri olarak ifade edilir.
- İpliğin üzerindeki büküm ne kadar fazla ise Kr değeri o kadar yüksek olacaktır. Test aleti üzerindeki kısımlar 0-10 arasında numaralandırılmıştır ve her bir birim beş parçaya bölünmüştür her bir çizgi 0,2 birimi göstermektedir (Şardağ 2008).

### 3.2.1.7. Bobin sertliği testleri

Üretilen ipliklerin bobin sertliği ölçümü Textest marka L5700 Durometer ile her bobinin beş farklı yerinden ölçüm alınarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Bobin sertliği test aleti (Şardağ 2008)

### 3.2.2. Kumaş özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan testler

Kumaş numunelerine uygulanan testler üç grupta incelenmiştir. İlk grupta kumaşların mukavemet özellikleri, ikinci grupta kumaşların konfor özellikleri ve son grupta dökümlülük, eğilme dayanımı, kırışma açısı, kalınlık ve gramaj gibi diğer önemli özellikleri değerlendirilmiştir.

#### 3.2.2.1. Kumaşların mukavemet özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan testler

Bu bölümde kumaşların mukavemet özelliklerinin tespit edilmesi amacıyla yapılan kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, aşınma dayanımı ve boncuklanma (pilling) testleri açıklanmıştır.

##### 3.2.2.1.1. Kopma mukavemeti testleri

Üretilen dokuma kumaşların kopma mukavemetleri Instron cihazında ölçülmüştür. Ölçümler sırasında TS EN ISO 13934-1: Tekstil – ‘Kumaşların gerilme özellikleri - Bölüm 1: En büyük kuvvetin ve en büyük kuvvet altında boyca uzamanın şerit yöntemiyle tayini’ referans alınıp her bir kumaş çeşidi için beş atkı beş çözgü olmak üzere onar adet test yapılmıştır.

### **3.2.2.1.2. Yırtılma mukavemeti testleri**

Üretilen dokuma kumaşların yırtılma mukavemetleri Elmendorf Dijital Yırtılma Test Cihazı'nda ölçülmüştür. Ölçümler sırasında TS EN ISO 13937-1: 'Tekstil - Kumaşların yırtılma özellikleri - Bölüm 1: Balistik sarkaç metodu ile yırtılma kuvvetinin tayini' referans alınıp her bir kumaş çeşidi için beş atkı beş çözümlü olmak üzere onar adet test yapılmıştır.

### **3.2.2.1.3. Aşınma dayanımı testleri**

Üretilen dokuma kumaşların aşınma dayanımı testleri Martindale Aşınma ve Boncuklanma Test Cihazı'nda ölçülmüştür. Ölçümler sırasında TS EN ISO 12947-3: 'Tekstil - Martindale metoduyla kumaşların aşınmaya karşı dayanımının tayini - Bölüm 3: Kütle kaybının tayini' referans alınıp her kumaş çeşidi için üçer adet test yapılmıştır. Test için ağırlık olarak 9 kPa seçilmiş, kumaşların ayrı ayrı 20.000 devir sonundaki ağırlıkları ölçülmüştür.

### **3.2.2.1.4. Yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkinliği (pilling) testleri**

Üretilen dokuma kumaşların boncuklanma testi ICI kotolu metodu ile Pilling Tespit Cihazı'nda yapılmıştır. Ölçümler sırasında TS EN ISO 12945-1: 'Tekstil - Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkinliğinin tayini - Bölüm 1: Boncuklanma kutusu metodu' referans alınıp her kumaş çeşidi için iki atkı ve iki çözümlü yönlü olmak üzere dörder adet test yapılmıştır. 50000 devir sonunda kumaşlar, standart fotoğraflarla karşılaştırılarak 1'den 5'e kadar numaralar verilmiştir. Numaralandırmada 5 en az boncuklanmayı 1 ise en fazla boncuklanmayı ifade etmektedir.

### **3.2.2.2. Kumaşların konfor özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan testler**

Bu bölümde, üretilen kumaşların konfor özelliklerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen hava geçirgenliği, nem geçirgenliği ve ısı geçirgenlik testleri açıklanmıştır.

### 3.2.2.2.1. Hava geçirgenliği testleri

Üretilen dokuma kumaşlara hava geçirgenliği testi Textest 3300 cihazında TS 391 EN ISO 9237: 'Tekstil - Kumaşlarda hava geçirgenliğinin tayini' standardı esas alınarak 100 Pa basınç altında ve 20cm<sup>2</sup> test alanlarında yapılmıştır. Her bir kumaş çeşidi için beşer ölçüm yapılmıştır. Ölçümler yapılırken farklı atkı ve çözgü yönünde olmasına dikkat edilmiştir.

### 3.2.2.2.2. Nem geçirgenliği (MMT) testleri

Üretilen dokuma kumaşların nem geçirgenliği testi SDL Atlas marka MMT (Moisture Management Tester) Nem Kontrol Cihazında firma kataloğuna göre gerçekleştirilmiştir. Test gerçekleştirilirken kumaşın cilde temas edecek yüzeyi yukarıya bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Her bir kumaş çeşidinden beşer adet ölçüm alınmış olup cihazın kumaşın üzerine solüsyonu aktarması 20 saniye sürmekte ve cihaz nem ölçümünü 2dk da yapmaktadır.

MMT'de ölçümleri gerçekleştirilen materyaller ölçülen özelliklerin ortalamalarına göre, cihaz tarafından beşli skalada değerlendirilmektedir. Cihazın yapmış olduğu değerlendirmeler için, ölçüm sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Çizelge 3.4'te gösterilmektedir.

**Çizelge 3.4.** MMT ölçüm sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri (Yüksel ve Okur 2011)

MMT'de Değerler	Ölçülen	Skala				
		1	2	3	4	5
Islanma Süresi (s)	Üst	≥120	20-119	5-19	3-5	<3
		Islanma yok	Yavaş	Orta	Hızlı	Çok hızlı
	Alt	≥120	20-119	5-19	3-5	<3
		Islanma yok	Yavaş	Orta	Hızlı	Çok hızlı
Emilim Oranı (%/s)	Üst	0-9	10-29	30-49	50-100	>100
		Çok yavaş	Yavaş	Orta	Hızlı	Çok hızlı
	Alt	0-9	10-29	30-49	50-100	>100
		Çok yavaş	Yavaş	Orta	Hızlı	Çok hızlı
Maksimum Islak Daire Çevresi (mm)	Üst	0-7	8-12	13-17	18-22	>22
		Islanma yok	Küçük	Orta	Hızlı	Çok hızlı
	Alt	0-7	8-12	13-17	18-22	>22
		Islanma yok	Küçük	Orta	Hızlı	Çok hızlı
Islanma Hızı (mm/s)	Üst	0,0-0,9	1,0-1,9	2,0-2,9	3,0-4,0	>4,0
		Çok yavaş	Yavaş	Orta	Hızlı	Çok hızlı
	Alt	0,0-0,9	1,0-1,9	2,0-2,9	3,0-4,0	>4,0
		Çok yavaş	Yavaş	Orta	Hızlı	Çok hızlı
Kümülatif Tek Yönlü Taşıma İndeksi (%)	<-50	-50-99	100-199	200-400	>400	
	Çok kötü	Kötü	İyi	Çok iyi	Mükemmel	
Tüm Nem Tayin Kapasitesi	0,00-0,19	0,20-0,39	0,40-0,59	0,60-0,80	>0,80	
	Çok kötü	Kötü	İyi	Çok iyi	Mükemmel	

MMT kumaşların performansını değerlendirirken kumaşları yedi farklı sınıfa (su geçirmez kumaş, su çekmeyen kumaş, sıvıyı yavaş emen ve yavaş kuruyan kumaşlar, sıvıyı hızlı emen ve yavaş kuruyan kumaşlar, hızlı emilim ve hızlı kuruma gösteren kumaşlar, suyu geçiren kumaşlar ve nem tayin kumaşı) ayırmakta ve böylece kumaşlardaki nem tayinini yorumlamaya yardımcı olmaktadır (Yüksel 2010).

### 3.2.2.2.3. Isıl geçirgenlik (Alambeta) testleri

Üretilen dokuma kumaşlara ısı geçirgenlik testi Alambeta Isıl Geçirgenlik Test Cihazında kataloguna uygun olarak yapılmıştır. Test gerçekleştirilirken kumaşın cilde temas edecek yüzeyi yukarıya bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Her bir kumaş çeşidinden beşer adet ölçüm alınmıştır.

Alambeta cihazı ile ölçülen özellikler aşağıdaki denklemler ile hesaplanmaktadır:

*Isıl iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ ):*

Isıl iletkenlik; (3.3) eşitliğinden hesaplanır

$$\lambda = q \cdot h / \Delta T \text{ (W/m.K)} \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

$q$  = ısı akış miktarı (W/m<sup>2</sup>)

$\Delta T$  = sıcaklık farkı (°K)

$h$  = kalınlık (m)'tir.

*Isıl direnç ( $r$ ) (Stabil durumda):*

Isıl direnç; (3.4) eşitliğinden hesaplanır.

$$r = h / \lambda \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)} \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

$h$  = kalınlık (m)

$\lambda$  = ısı iletkenlik (W/m.K)'tir

*Isıl etkinlik (ısı soğurganlık) katsayısı ( $b$ ) (Geçici durumda):*

Isıl soğurganlık; (3.5) eşitliğinden hesaplanır.



$$b = (\lambda \rho c)^{-1/2} (\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1} \text{s}^{-1/2}) \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

$\lambda$  = ısı iletkenlik (W/m K)

$\rho$  = yoğunluk (kg m<sup>-3</sup>)

$c$  = özgül ısı (J/kg K)'dir.

*Isıl yayılım (a):*

Isıl yayılım katsayısı (a); (3.6) eşitliğinden hesaplanır.

$$a = \lambda / \rho c \text{ (m}^2/\text{s)} \quad (3.6)$$

Oluşturulan denklemde,

$\lambda$  : termal iletkenlik (W/mK)

$\rho$ : yoğunluk (kg m<sup>-3</sup>)

$c$ : özgül ısı (J/ kg K) olarak tanımlanmaktadır (Yüksel 2010).

### **3.2.2.3. Kumaşların diğer önemli özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan testler**

Bu bölümde üretilen kumaşlara uygulanan kalınlık, gramaj, eğilme dayanımı, Dökümlülük ve kırışma açısı testleri açıklanmıştır.

#### **3.2.2.3.1. Gramaj testleri**

Üretilen kumaşların gramaj testleri  $\pm 1$ mg hassasiyetle çalışan AE Adam hassas terazi yardımıyla TS 251: 'Dokunmuş kumaşlar - Birim uzunluk ve birim alan kütlesinin tayini' standardına göre her bir kumaş çeşidinden beşer ölçüm alınarak gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2.2.3.2. Eğilme dayanımı (sertlik) testleri**

Üretilen dokuma kumaşların eğilme dayanımı testleri Shirley Kumaş Sertlik Cihazı'nda TSE- TS 1409: 'Dokuma kumaşların eğilme dayanımı tayini' standardına göre her bir kumaş çeşidinden dört çözümlü dört atkı yönünde ve her bir numunenin arkalı önlü dört

farklı ucundan olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Eğilme dayanımının hesaplanması aşağıda verilmiştir:

Eğilme uzunluğu =  $C$  (cm)

$m^2$ 'deki gramaj =  $W$

$$\text{Eğilme dayanımı} = G = 0,1 \cdot W \cdot C^3 \text{ (mg.cm)} \quad (3.7.)$$

$$\text{Kumaşın genel eğilme dayanımı} = G_o = (G_{atki} \cdot G_{\text{çözgü}})^{1/2} \text{ (mg.cm)} \quad (3.8.)$$

### 3.2.2.3.3. Dökümlülük testleri

Üretilen dokuma kumaşların dökümlülük testleri Cusick Kumaş Kat (Plilenme) Tespiti Cihazı'nda TSE-TS 9693: 'Tekstil - Dokuma kumaşların dökümlülüğünün belirlenmesi' standardı referans alınıp 24-30-36 cm'lik çaplarda uygun şablon ve aynı boyuttaki kağıt halkayı seçerek her bir kumaş çeşidi için ikişer adet numuneden arkalı önlü dört ölçüm alınmıştır. Dökümlülük katsayısı (kumaş katlanma katsayısı) aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$W_1$  = kâğıt halkanın ilk gramajı (g)

$W_2$  = kâğıt halkanın kesildikten sonraki ikinci gramajı (g)

$$\text{Kumaş katlanma katsayısı (\%)} = W_2 \cdot 100 / W_1 \quad (3.9.)$$

Kumaş katlanma katsayısının %30 dan küçük çıkması durumunda küçük şablon ile ölçüm yapılmalıdır. Kumaş katlanma katsayısının %85 den büyük çıkması durumunda deneye büyük şablonla devam edilmelidir.

### 3.2.2.3.4. Buruşmazlık (kırışma) açısı testleri

Üretilen dokuma kumaşların kırışma açısı testleri James H. Heal & Co. Ltd. marka Crease Recovery Angle Tester Cihazı'nda BS EN 22313: 1992, ISO 2313:1972: 'Tekstil kumaşları. Enine (yatay) katlanmış numunenin kırışmasından sonra kırışma açısının belirlenmesi' standardı referans alınıp her bir kumaş çeşidinden on atkı ve on çözgü olacak şekilde yirmişer numune test edilmiştir. Farklı standartlara göre uygulanan kuvvet te farklılaşmaktadır. Kullanılan BS EN 22313 standardında belirtilmiş olan ~10 kPa'lık ağırlık uygulanmıştır.

### 3.2.3. Test sonuçlarını değerlendirme yöntemleri

İplik kompozisyonundaki tencel oranının iplik ve kumaş özelliklerine etkilerini ölçmek için yapılan testler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistik programı ve varyans analizi metotları ayrı ayrı verilmiş ve aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.

3.2.3.1.'de iplik kompozisyonundaki tencel oranının iplik özelliklerine etkisini ölçmek için yapılan testler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistik programı ve varyans analiz metodu verilmiştir.

3.2.3.2.'de iplik kompozisyonundaki tencel oranının kumaş özelliklerine etkisini ölçmek için yapılan testler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistik programı ve varyans analiz metodu verilmiştir.

#### 3.2.3.1. İplik kompozisyonundaki tencel oranının iplik özelliklerine etkisi

İplik kompozisyonundaki tencel oranının iplik özelliklerine etkisini ölçmek için yapılan testler ve ölçümler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tek faktörlü tesadüfi dağılımlı varyans analizi metodu kullanılmıştır. Varyans analizinin gerçekleştirilmesinde %25 Tencel - %75 Pamuk, %50 Tencel - %50 Pamuk, %75 Tencel - %25 Pamuk, %100 Tencel ve %100 Pamuk Penye iplikleri için SPSS istatistik programı kullanılmıştır. Bu programda verilere ait varyans analizi sonucunda bulunan, F-istatistik ( $F_s$ ) değerleri; I.tip hata  $\alpha = 0.05$  (%95 güven aralığı) için bulunan  $F_{0.05,t}$  tablo değerleri ile karşılaştırılmış ve buna göre etkisi olan özelliklerin önem durumları belirlenmiştir.  $F_s > F_{0.05,t}$  olduğu durumlarda, faktör seviyeleri arasında SNK (Student-Newman-Keuls) testine başvurulmuştur.

İplik kompozisyonundaki tencel oranının iplik özelliklerine etkisi ile ilgili olarak gerçekleştirilen varyans analizlerine ve SNK testlerine ait ayrıntılı SPSS istatistik programı varyans analiz sonuçları Ek 1'de verilmiştir.

Ölçüm sonuçlarına ait verilerin değerlendirilmesinde kullanılan tek faktörlü tamamen tesadüfi dağılımlı varyans analizinin matematiksel modeli ve kullanılan hipotez şu şekildedir:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij} \quad (3.10.)$$

$Y_{ij}$  = bağımlı değişken

$\mu$  = faktörün ortak etkisi = yığının ortalaması

$\tau_j$  = faktör = bağımsız değişken = tasarımdaki iplik kompozisyonundaki tencel oranı

j:1,2,3....a

$\epsilon_{ij}$  = sebebi bilinmeyen(tesadüfi) = gruplar içi = HATA

i:1,2,3....b

Bu tasarımda hipotez;

$H_0$  :  $\tau_j = 0$  (Orijinal Hipotez: İplik kompozisyonundaki tencel oranının iplik özelliklerine etkisi yoktur.)

$H_A$  :  $\tau_j \neq 0$  (Alternatif Hipotez: İplik kompozisyonundaki tencel oranının iplik özelliklerine etkisi vardır.)

### 3.2.3.2. İplik kompozisyonundaki tencel oranının kumaş özelliklerine etkisi

İplik kompozisyonundaki tencel oranının kumaş özelliklerine etkisini ölçmek için yapılan testler ve ölçümler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tek faktörlü tesadüfi dağılımlı varyans analizi metodu kullanılmıştır. Varyans analizinin gerçekleştirilmesinde % 25 tencel - % 75 pamuk, % 50 tencel - % 50 pamuk, % 75 tencel - % 25 pamuk, % 100 tencel ve % 100 pamuk penye iplikleri için SPSS istatistik programı kullanılmıştır. Bu programda verilere ait varyans analizi sonucunda bulunan, F-istatistik ( $F_s$ ) değerleri; I.tip hata  $\alpha = 0.05$  için bulunan  $F_{0.05,t}$  tablo değerleri ile karşılaştırılmış ve buna göre etkisi olan özelliklerin önem durumları belirlenmiştir.  $F_s > F_{0.05,t}$  olduğu durumlarda ( $H_0$  orijinal hipotezin reddedildiği durum yani  $H_A$  alternatif hipotezin kabul edildiği durum), faktör seviyeleri arasında SNK (Student- Newman-Keuls) testine başvurulmuştur.

İplik kompozisyonundaki tencel oranının sırasıyla ham ve mamul kumaş özelliklerine etkisi ile ilgili olarak gerçekleştirilen varyans analizlerine ve SNK testlerine ait ayrıntılı SPSS istatistik programı varyans analiz sonuçları Ek 2.1 ve Ek 2.2'de verilmiştir.

Ölçüm sonuçlarına ait verilerin değerlendirilmesinde kullanılan tek faktörlü tamamen tesadüfi dağılımlı varyans analizinin matematiksel modeli ve kullanılan hipotez şu şekildedir:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij} \text{ (3.10.)}$$

$Y_{ij}$  = bağımlı değişken

$\mu$  = faktörün ortak etkisi = yığının ortalaması

$\tau_j$  = faktör = bağımsız değişken = tasarımdaki iplik kompozisyonundaki tencel oranı

$j$ : 1, 2, 3, ..., a

$\varepsilon_{ij}$  = sebebi bilinmeyen (tesadüfi) = gruplar içi = HATA

$i$ : 1, 2, 3, ..., b

Bu tasarımda hipotez;

$H_0$  :  $\tau_j = 0$  (Orijinal Hipotez: İplik kompozisyonundaki tencel oranının kumaş özelliklerine etkisi yoktur.)

$H_A$  :  $\tau_j \neq 0$  (Alternatif Hipotez: İplik kompozisyonundaki tencel oranının kumaş özelliklerine etkisi vardır.)

## 4. BULGULAR

İplik kompozisyonundaki tencel oranının iplik ve kumaş özelliklerine etkilerini incelemek amacıyla iki bölümde gerçekleştirilen deneysel çalışmalara ait araştırma sonuçları bu kısımda verilmiştir.

### 4.1. İplik Kompozisyonundaki Tencel Oranının İplik Özelliklerine Etkisi

Bu bölümde iplik kompozisyonundaki tencel oranının; tencel-pamuk karışımı ipliklerin fiziksel(doğrusal yoğunluk, büküm, düzgünsüzlük, tüylülük, rutubet, büküm canlılığı, bobin sertliği) ve mukavemet (kopma yükü, kopma mukavemeti, kopma uzaması ve kopma işi) özelliklerine etkisinin ölçülmesi amacıyla yapılan test sonuçları Çizelge 4.1 ile Çizelge 4.7. arasında verilmiştir.

#### 4.1.1. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait doğrusal yoğunluk (Nm) ve büküm (T/m) ölçüm sonuçları

**Çizelge 4. 1.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait doğrusal yoğunluk ve büküm ölçüm sonuçları

İplik Cinsi	Doğrusal Yoğunluk (Nm)		Büküm Miktarı (T/m)	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	20,4	0,72	628	1,71
%50 Tencel %50 Pamuk	20,3	1,03	608	1,99
%75 Tencel %25 Pamuk	20,0	0,85	609	2,91
%100 Tencel	19,4	1,35	599	2,37
%100 Pamuk RP	20,3	1,32	623	2,31

#### 4.1.2. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kopma yükü (N), kopma uzaması (%), mukavemet (cN/tex) ve kopma işi (N.cm) ölçüm sonuçları

**Çizelge 4. 2.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kopma yükü, kopma uzaması, mukavemet ve kopma işi ölçüm sonuçları

İplik Cinsi	Kopma Yükü (N)		Kopma Uzaması (%)		Mukavemet (cN/tex)		Kopma İşi (N.cm)	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	5,53	6,20	6,17	7,76	18,73	6,20	9,78	12,8
%50 Tencel %50 Pamuk	6,55	5,87	7,23	7,99	22,17	5,87	14,34	13,4
%75 Tencel %25 Pamuk	7,75	5,72	9,25	7,39	26,25	5,72	22,16	12,7
%100 Tencel	9,38	6,05	10,74	6,93	31,76	6,05	30,26	12,3
%100 Pamuk RP	4,97	7,3	5,66	7,4	16,84	7,3	7,53	12,9

#### 4.1.3. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait düzgünsüzlük (%) ve tüylülük ölçüm sonuçları

Çizelge 4. 3. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait düzgünsüzlük, varyasyon katsayısı ve tüylülük ölçüm sonuçları

İplik Cinsi	Um(%)		Cvm (%)		Tüylülük (H)	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	9,32	1,4	11,87	1,4	7,37	3,8
%50 Tencel %50 Pamuk	8,35	1,6	10,61	1,7	7,29	2,6
%75 Tencel %25 Pamuk	7,68	1,8	9,74	1,7	7,25	3,0
%100 Tencel	7,11	2,1	8,98	2,1	7,66	4,6
%100 Pamuk RP	8,51	1,9	10,74	1,9	7,66	4

#### 4.1.4. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait ince yer, kalın yer ve neps ölçüm sonuçları

Çizelge 4. 4. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait ince yer (%30 - %40) ölçüm sonuçları

İplik Cinsi	İnce Yer (%30)		İnce Yer (%40)	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	494	12,3	11,8	44,1
%50 Tencel %50 Pamuk	186	17,7	2,3	93,9
%75 Tencel %25 Pamuk	93	20,8	0,6	9,6
%100 Tencel	41	27,5	0,1	0
%100 Pamuk RP	274	14,9	5,6	75,3

Çizelge 4. 5. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kalın yer (%35 - %50) ölçüm sonuçları

İplik Cinsi	Kalın Yer (%35)		Kalın Yer (%50)	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	314	12,2	38	30,8
%50 Tencel %50 Pamuk	149	17	17,5	37,8
%75 Tencel %25 Pamuk	62	20,7	7,65	54,2
%100 Tencel	20	36,3	4,3	84,2
%100 Pamuk RP	94	24	5,6	63,2

Çizelge 4. 6. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait neps (+140 - +200) ölçüm sonuçları

İplik Cinsi	Neps (+140)		Neps (+200)	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	391	10,2	83	20,9
%50 Tencel %50 Pamuk	228	11,4	51	19,8
%75 Tencel %25 Pamuk	127	16	32	22,7
%100 Tencel	48	26,5	13	53,4
%100 Pamuk RP	87	23,8	13	41,8

#### 4.1.5. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait rutubet (%), büküm canlılığı (Kr) ve bobin sertliği (N) ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.7.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait rutubet (%), büküm canlılığı (Kr) ve bobin sertliği (N) ölçüm sonuçları

İplik Cinsi	Rutubet (%)		Büküm Canlılığı (Kr)		Bobin Sertliği (N)	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	7,88	0,72	3,62	6,00	50	3,93
%50 Tencel %50 Pamuk	8,85	0,76	3,53	7,66	49	3,84
%75 Tencel %25 Pamuk	9,53	0,88	3,23	6,04	50	2,57
%100 Tencel	10,81	1,23	3,47	3,76	53	3,44
%100 Pamuk RP	6,87	0,63	3,73	2,31	46	1,8

#### 4.3. İplik Kompozisyonundaki Tencel Oranının Kumaş Özelliklerine Etkisi

Bu bölümde farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan ham ve mamul kumaşların mukavemet özelliklerine (kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, aşınma dayanımı, pilling), konfor özelliklerine (hava geçirgenliği, nem geçirgenliği, ısı geçirgenlik) ve diğer önemli özelliklerine (gramaj, eğilme dayanımı, dökümlülük ve kırışma açısı) etkisinin ölçülmesi amacıyla yapılan testler sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.8 ile Çizelge 4.40. arasında verilmiştir.

#### 4.3.1 Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların mukavemet özelliklerinin ölçüm sonuçları

##### 4.3.1.1. Kopma mukavemeti ölçüm sonuçları

**Çizelge 4. 8.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı ve çözgü yönlü kopma yükü (kN) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Atkı Kopma Yükü (kN)				Çözgü Kopma Yükü (kN)			
	Ham		Mamul		Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	0,5214	4,08	0,4948	4,95	0,7096	1,15	0,6837	4,20
%50 Tencel %50 Pamuk	0,6033	2,81	0,5510	3,35	0,7094	2,19	0,6710	3,93
%75 Tencel %25 Pamuk	0,7203	3,60	0,5928	3,54	0,6928	3,06	0,6415	5,38
%100Tencel	0,8043	3,59	0,6988	4,07	0,7116	1,07	0,6059	8,89
%100 Pamuk RP	0,5021	5,51	0,4200	8,02	0,6824	1,96	0,6750	3,64



**Çizelge 4. 9.**Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı ve çözgü yönlü kopma mukavemeti (MPa) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Atkı Kopma Mukavemeti (MPa)				Çözgü Kopma Mukavemeti (MPa)			
	Ham		Mamul		Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	20,86	4,08	19,79	4,95	28,38	1,15	27,35	4,20
%50 Tencel %50 Pamuk	24,13	2,81	22,04	3,35	28,38	2,19	26,84	3,93
%75 Tencel %25 Pamuk	28,81	3,60	23,71	3,54	27,71	3,06	25,66	5,38
%100 Tencel	32,17	3,59	27,95	4,09	28,47	1,07	24,24	8,89
%100 Pamuk RP	20,08	5,51	16,80	8,02	27,29	1,96	27,00	3,64

**Çizelge 4.10.**Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı ve çözgü yönlü kopma uzaması (%) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Atkı Kopma Uzaması (%)				Çözgü Kopma Uzaması (%)			
	Ham		Mamul		Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	10,59	3,46	13,23	6,48	13,71	3,17	11,82	5,10
%50 Tencel %50 Pamuk	11,67	4,84	16,45	3,60	13,77	2,34	11,99	3,75
%75 Tencel %25 Pamuk	13,96	2,28	17,85	10,64	13,83	2,14	11,89	3,85
%100 Tencel	15,63	2,96	18,27	15,39	14,48	4,27	12	1,64
%100 Pamuk RP	11,11	3,69	14,60	6,26	14,07	3,94	12,07	3,15

**Çizelge 4. 11.**Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı ve çözgü yönlü kopma işi (J) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Atkı Kopma İşi (J)				Çözgü Kopma İşi (J)			
	Ham		Mamul		Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	4,38	9,56	4,44	8,13	7,16	3,59	5,98	6,35
%50 Tencel %50 Pamuk	6,6	5,76	5,77	3,08	7,58	2,82	5,97	5,45
%75 Tencel %25 Pamuk	9,84	5,43	7,16	9,66	7,36	4,60	5,46	10,70
%100 Tencel	12,11	8,40	9,22	5,65	7,6	2,68	5	10,54
%100 Pamuk RP	4,40	9,31	3,94	6,69	6,95	3,05	6,07	7,07

#### 4.3.1.2. Yırtılma mukavemeti ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.12.**Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkıya ve çözgüye dik yırtılma mukavemeti (N) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Çözgüye Dik Yırtılma Mukavemeti (N)				Atkıya Dik Yırtılma Mukavemeti (N)			
	Ham		Mamul		Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	55,94	1,83	49,21	6,28	54,51	5,20	47,14	4,61
%50 Tencel %50 Pamuk	63,62	1,32	49,55	19,57	55,86	1,80	46,73	2,57
%75 Tencel %25 Pamuk	64	0	53,54	8,19	56,84	1,82	47,39	16,95
%100 Tencel	64	0	61,19	2,66	57,34	3,25	44,6	6,20
%100 Pamuk RP	55,68	1,66	51,88	0,87	52,95	4,49	47,39	0,52

#### 4.3.1.3. Aşınma dayanımı ölçüm sonuçları

**Çizelge 4. 13.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan ham ve mamul kumaşlar için 20.000 devir sonundaki kütle kaybı (%) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Aşınma Dayanımı - Kütle Kaybı (%)			
	Ham		Mamul	
	Ort.	Cv	Ort.	Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	12,11	0,083	7,8	1,282
%50 Tencel %50 Pamuk	15,25	0,066	12,1	0,826
%75 Tencel %25 Pamuk	16,96	0,059	9	1,111
%100 Tencel	17,90	0,56	12	0,833
%100 Pamuk RP	11,74	0,085	7,5	1,333

#### 4.3.1.4. Yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı (pilling) testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4. 14.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan ham ve mamul kumaşların atkı yönlü pilling ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Pilling Derecesi	
	Ham	Mamul
%25 Tencel %75 Pamuk	4	5
%50 Tencel %50 Pamuk	4	5
%75 Tencel %25 Pamuk	4	5
%100 Tencel	4	5
%100 Pamuk RP	5	5

#### 4.3.2. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların konfor özelliklerinin ölçüm sonuçları

##### 4.3.2.1. Hava geçirgenliği ölçüm sonuçları

**Çizelge 4. 15.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların 100 kPa basınçta ve 20 cm<sup>2</sup> yüzey alanında hava geçirgenliği (l/m<sup>2</sup>/s) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Hava Geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s)			
	Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	610	3,97	174,4	3,18
%50 Tencel %50 Pamuk	639,2	4,23	176	4,10
%75 Tencel %25 Pamuk	694	11,76	196	8,41
%100 Tencel	723	5,41	206,8	11,53
%100 Pamuk RP	832	3,97	259,2	2,40

#### 4.3.2.2. Nem geçirgenliği (MMT) ölçüm sonuçları

**Çizelge 4. 16.**Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların üst yüzey ıslanma süresi (s) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Üst Yüzey Islanma Süresi (s)			
	Ham		Mamul	
	Ort.	Cv	Ort.	Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	55,29	0,95	3,77	0,1
%50 Tencel %50 Pamuk	84,54	0,58	4,88	0,06
%75 Tencel %25 Pamuk	6	0,15	4,67	0,1
%100 Tencel	10,56	0,19	4,58	0,06
%100 Pamuk RP	78,82	0,72	4,11	0,08

**Çizelge 4. 17.**Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların alt yüzey ıslanma süresi (s) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Alt Yüzey Islanma Süresi (s)			
	Ham		Mamul	
	Ort.	Cv	Ort.	Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	54,19	0,82	4,54	0,35
%50 Tencel %50 Pamuk	55	0,52	7,37	0,27
%75 Tencel %25 Pamuk	12,39	0,69	8,67	0,27
%100 Tencel	3,51	0,63	5,77	0,35
%100 Pamuk RP	27,42	0,78	5,92	0,39

**Çizelge 4. 18.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların üst yüzey absorbsiyon oranı (%/s) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Üst Yüzey Absorbsiyon Oranı (%/s)			
	Ham		Mamul	
	Ort.	Cv	Ort.	Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	6,94	1,38	34,14	0,17
%50 Tencel %50 Pamuk	1,93	1,4	27,89	0,11
%75 Tencel %25 Pamuk	27,94	1,76	36,96	0,17
%100 Tencel	7,49	0,12	36,33	0,07
%100 Pamuk RP	98,08	1,64	32,53	0,07

**Çizelge 4. 19.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların alt yüzey absorbsiyon oranı (%/s) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Alt Yüzey Absorbsiyon Oranı (%/s)			
	Ham		Mamul	
	Ort.	Cv	Ort.	Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	2,98	0,07	29,21	0,08
%50 Tencel %50 Pamuk	2,91	0,08	36,75	0,13
%75 Tencel %25 Pamuk	6,64	0,86	41,36	0,15
%100 Tencel	7,78	0,54	35,26	0,19
%100 Pamuk RP	3,16	0,03	27,83	0,11

**Çizelge 4. 20.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların üst yüzey maksimum ıslanma yarıçapı (mm) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Üst Yüzey Maksimum Islanma Yarıçapı (mm)			
	Ham		Mamul	
	Ort.	Cv	Ort.	Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	5	0,71	16	0,14
%50 Tencel %50 Pamuk	2	1,37	15	0
%75 Tencel %25 Pamuk	6	0,37	16	0,14
%100 Tencel	7	0,64	15	0
%100 Pamuk RP	2	0,14	19	0,12

**Çizelge 4. 21.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların alt yüzey maksimum ıslanma yarıçapı (mm) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Alt Yüzey Maksimum Islanma Yarıçapı (mm)			
	Ham		Mamul	
	Ort.	Cv	Ort.	Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	3	1,49	15	0
%50 Tencel %50 Pamuk	2	1,37	15	0
%75 Tencel %25 Pamuk	14	0,59	15	0
%100 Tencel	11	0,2	15	0
%100 Pamuk RP	5	0	13	0,21

**Çizelge 4. 22.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların üst yüzey yayılma hızı (mm/s) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Üst Yüzey Yayılma Hızı (mm/s)			
	Ham		Mamul	
	Ort.	Cv	Ort.	Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	3,93	1,98	2,70	0,1
%50 Tencel %50 Pamuk	0,06	1,39	2,29	0,09
%75 Tencel %25 Pamuk	1,90	0,46	2,59	0,08
%100 Tencel	4,27	0,75	2,55	0,05
%100 Pamuk RP	0,12	1,42	3,38	0,17

**Çizelge 4. 23.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların alt yüzey yayılma hızı (mm/s) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Alt Yüzey Yayılma Hızı (mm/s)			
	Ham		Mamul	
	Ort.	Cv	Ort.	Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	0,13	2,02	2,56	0,09
%50 Tencel %50 Pamuk	0,09	1,93	2,64	0,11
%75 Tencel %25 Pamuk	2,11	0,99	2,77	0,1
%100 Tencel	2,71	0,35	2,58	0,17
%100 Pamuk RP	0,27	1,35	2,56	0,19

**Çizelge 4. 24.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların tek yöne toplanmış transfer indeksi (OWTC) (%) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Tek Yöne Toplanmış Transfer İndeksi (OWTC) (%)			
	Ham		Mamul	
	Ort.	Cv	Ort.	Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	1470,37	0,18	1225,91	0
%50 Tencel %50 Pamuk	1435,07	0,1	1164,37	0,06
%75 Tencel %25 Pamuk	1449,47	0,31	1075,30	0,06
%100 Tencel	2112,49	0,06	1099,96	0,04
%100 Pamuk RP	1937,74	0,35	1239,00	0,02

**Çizelge 4. 25.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların kapsamlı nem ölçüm kapasitesi (OMMC) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Kapsamlı Nem Ölçüm Kapasitesi (OMMC)			
	Ham		Mamul	
	Ort.	Cv	Ort.	Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	0,5	0	0,68	0,03
%50 Tencel %50 Pamuk	0,5	0	0,71	0,05
%75 Tencel %25 Pamuk	0,59	0,28	0,73	0,05
%100 Tencel	0,65	0,13	0,70	0,08
%100 Pamuk RP	0,5	0	0,68	0,05

#### 4.3.2.3. Isıl geçirgenlik (Alambeta) ölçüm sonuçları

**Çizelge 4. 26.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda: W \cdot 10^3/m \cdot K$ ) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Isıl İletkenlik Katsayısı ( $\lambda: W \cdot 10^3/m \cdot K$ )			
	Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	42,9	2,05	46	0,73
%50 Tencel %50 Pamuk	43,3	1,83	45,9	1,98
%75 Tencel %25 Pamuk	42,7	1,56	46,4	1,26
%100 Tencel	42,5	0,87	46,1	0,88
%100 Pamuk RP	44,1	0,50	46	1,34

**Çizelge 4. 27.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların ısı yayılım katsayısı ( $a: m^2 \cdot 10^6/s$ ) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Isıl Yayılım Katsayısı ( $a: m^2 \cdot 10^6/s$ )			
	Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	0,0705	3,38	0,062	8,14
%50 Tencel %50 Pamuk	0,0623	2,74	0,052	2,36
%75 Tencel %25 Pamuk	0,059	8,07	0,053	7,66
%100 Tencel	0,0555	2,33	0,050	4,78
%100 Pamuk RP	0,0758	4,98	0,0606	4,90

**Çizelge 4. 28.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların ısıl etkinlik katsayısı ( $b: W.s^{1/2}/K.m^2$ ) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Isıl Etkinlik Katsayısı ( $b: W.s^{1/2}/K.m^2$ )			
	Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	161,8	2,22	185,4	3,45
%50 Tencel %50 Pamuk	173,5	2,60	201,4	2,78
%75 Tencel %25 Pamuk	176,3	3,69	201,4	3,40
%100 Tencel	180,5	0,32	205	2,67
%100 Pamuk RP	160,3	2,12	186,8	2,87

**Çizelge 4. 29.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların ısıl direnç ( $r: Km^2/W.10^3$ ) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Isıl Direnç ( $r: Km^2/W.10^3$ )			
	Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	12,4	3,48	9,5	1,38
%50 Tencel %50 Pamuk	11,6	2,67	8,9	1,38
%75 Tencel %25 Pamuk	11,4	2,54	8,9	1,29
%100 Tencel	12	0,68	9	2,69
%100 Pamuk RP	12,1	2,65	9,4	2,75

**Çizelge 4. 30.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların numune kalınlığı ( $h:mm$ ) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Numune Kalınlığı ( $h: mm$ )			
	Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	0,533	3,21	0,436	2,05
%50 Tencel %50 Pamuk	0,503	1,91	0,408	2,05
%75 Tencel %25 Pamuk	0,485	2,06	0,412	2,66
%100 Tencel	0,505	1,14	0,412	3,16
%100 Pamuk RP	0,53	2,82	0,43	1,94

**Çizelge 4. 31.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların maksimum ve kararlı ısı akış yoğunluk oranı ( $p:l$ ) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Maksimum ve Kararlı Isı Akış Yoğunluk Oranı ( $p:l$ )			
	Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	1,438	2,37	1,40	2,05
%50 Tencel %50 Pamuk	1,453	1,98	1,41	1,97
%75 Tencel %25 Pamuk	1,443	2,29	1,42	1,86
%100 Tencel	1,548	0,32	1,42	2,05
%100 Pamuk RP	1,40	1,71	1,4	3,43

**Çizelge 4. 32.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların maksimum ısı akış yoğunluğu ( $q_{max}: W.10^3/m^2$ ) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Maksimum Isı Akış Yoğunluğu ( $q_{max}: W.10^3/m^2$ )			
	Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	0,447	1,87	0,541	2,24
%50 Tencel %50 Pamuk	0,474	0,70	0,576	2,85
%75 Tencel %25 Pamuk	0,483	3,20	0,563	6,14
%100 Tencel	0,494	0,37	0,569	1,71
%100 Pamuk RP	0,44	3,06	0,54	3,79

**4.3.3. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların diğer özelliklerinin ölçüm sonuçları**

**4.3.3.1. Gramaj ölçüm sonuçları**

**Çizelge 4. 33.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların gramaj (g) ölçüm sonuçları

Kumaş çeşidi (Atkı İpliği)	Kumaş Gramajı (g)			
	Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	1,79	0,38	1,71	0,81
%50 Tencel %50 Pamuk	1,75	0,37	1,72	0,47
%75 Tencel %25 Pamuk	1,79	0,77	1,75	0,80
%100 Tencel	1,83	0,83	1,8	0,94
%100 Pamuk RP	1,8	0,69	1,69	0,67

**4.3.3.2. Eğilme uzunluğu ve dayanımı ölçüm sonuçları**

**Çizelge 4. 34.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların eğilme uzunluğu (C:cm) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Atkı Eğilme Uzunluğu (cm)				Çözümlü Eğilme Uzunluğu (cm)			
	Ham		Mamul		Ham		Mamul	
	Ort.	Cv	Ort.	Cv	Ort.	Cv	Ort.	Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	2,075	0,12	1,563	0,07	3,494	0,05	2,013	0,09
%50 Tencel %50 Pamuk	2,181	0,13	1,578	0,12	3,556	0,06	2,003	0,08
%75 Tencel %25 Pamuk	2,272	0,11	1,616	0,12	3,313	0,06	1,956	0,20
%100 Tencel	2,388	0,06	1,466	0,08	3,444	0,06	1,725	0,11
%100 Pamuk RP	2,14	0,14	1,58	0,04	3,48	0,14	2,19	0,07

**Çizelge 4. 35.**Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların eğilme dayanımı (G=mg.cm) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Atkı Eğilme Dayanımı (mg.cm)				Çözümlü Eğilme Dayanımı (mg.cm)			
	Ham		Mamul		Ham		Mamul	
	Ort.	Cv	Ort.	Cv	Ort.	Cv	Ort.	Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	1,67	0,37	0,66	0,21	7,69	0,15	1,43	0,29
%50 Tencel %50 Pamuk	1,90	0,34	0,71	0,43	7,95	0,18	1,41	0,25
%75 Tencel %25 Pamuk	2,16	0,31	0,77	0,31	6,58	0,19	1,47	0,62
%100 Tencel	2,52	0,20	0,58	0,21	7,54	0,17	0,95	0,28
%100 Pamuk RP	1,86	0,41	0,66	0,11	7,94	0,36	1,81	0,20

**Çizelge 4. 36.**Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların genel eğilme dayanımı (G<sub>o</sub>=mg.cm) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Genel Eğilme Dayanımı (mg.cm)			
	Ham		Mamul	
	Ort.	Cv	Ort.	Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	3,52	0,21	0,96	0,17
%50 Tencel %50 Pamuk	3,81	0,21	0,97	0,23
%75 Tencel %25 Pamuk	3,72	0,17	0,98	0,28
%100 Tencel	4,34	0,15	0,73	0,21
%100 Pamuk RP	3,72	0,31	1,09	0,11

#### 4.3.3.3. Dökümlülük ölçüm sonuçları

**Çizelge 4. 37.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların dökümlülük katsayısı (%) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Dökümlülük Katsayısı (%)			
	Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	86,74	8,59	56,50	3,86
%50 Tencel %50 Pamuk	81,28	5,38	60,31	2,62
%75 Tencel %25 Pamuk	88,80	3,80	58,53	4,47
%100 Tencel	82	1,97	57	2,71
%100 Pamuk RP	90,05	4,61	61,21	4,57

#### 4.3.3.4. Kırışma açısı ölçüm sonuçları

**Çizelge 4. 38.**Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların kırışma açısı (°) ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Atkı Kırışma Açısı (°)				Çözümlü Kırışma Açısı (°)			
	Ham		Mamul		Ham		Mamul	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%25 Tencel %75 Pamuk	103,6	8,68	86,4	12,80	111,2	6,73	92,8	9,32
%50 Tencel %50 Pamuk	103,8	13,25	93,3	5,70	116,8	11,86	90	9,90
%75 Tencel %25 Pamuk	101,4	11,41	92,2	8,79	117,3	10,50	92,4	7,13
%100 Tencel	94,2	10,41	81	8,57	102,8	14,59	96,6	8,14
%100 Pamuk RP	87,6	14,02	73,5	20,54	134,9	7,82	89,1	15,88



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

İplik kompozisyonundaki tencel oranının iplik veham-mamul kumaş özelliklerine etkilerini incelemek amacıyla iki bölümde gerçekleştirilen deneysel çalışmalara ait araştırma sonuçları bu kısımda değerlendirilmiş ve tartışılmıştır.

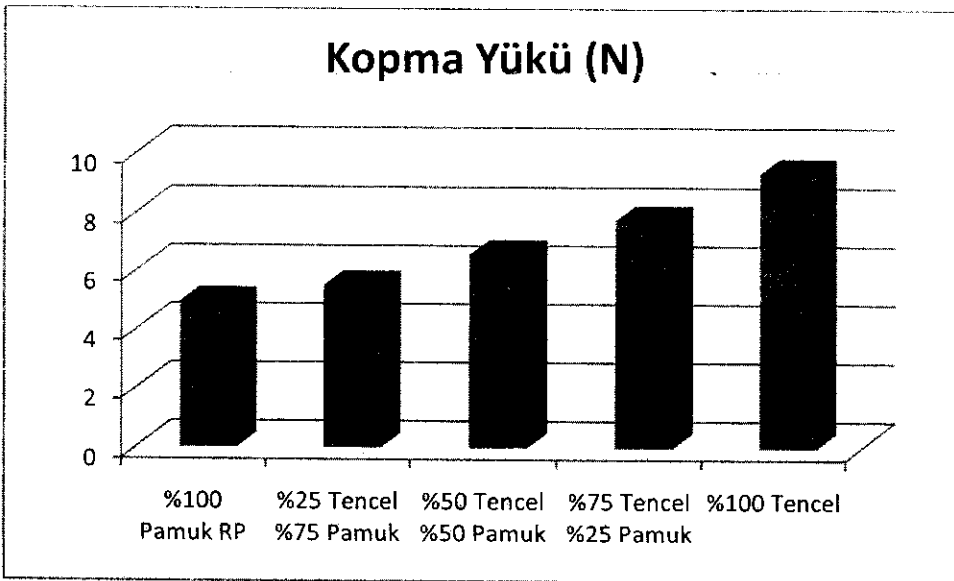
### 5.1. İplik Kompozisyonundaki Tencel Oranının İplik Özelliklerine Etkisi

Bu bölümde iplik kompozisyonundaki tencel oranının; tencel-pamuk karışımı ipliklerin kopma mukavemeti, düzgünsüzlük, tüylülük, rutubet, büküm canlılığı, bobin sertliği özelliklerine etkisi Ek-1'de verilmiş olan varyans analizi kullanılarak oluşturulan Çizelge 5.1 ile Çizelge 5. 4. arasında verilen SNK test sonuçları ve Şekil 5.1. ile Şekil 5. 16. arasında verilen grafikler kullanılarak değerlendirilmiştir.

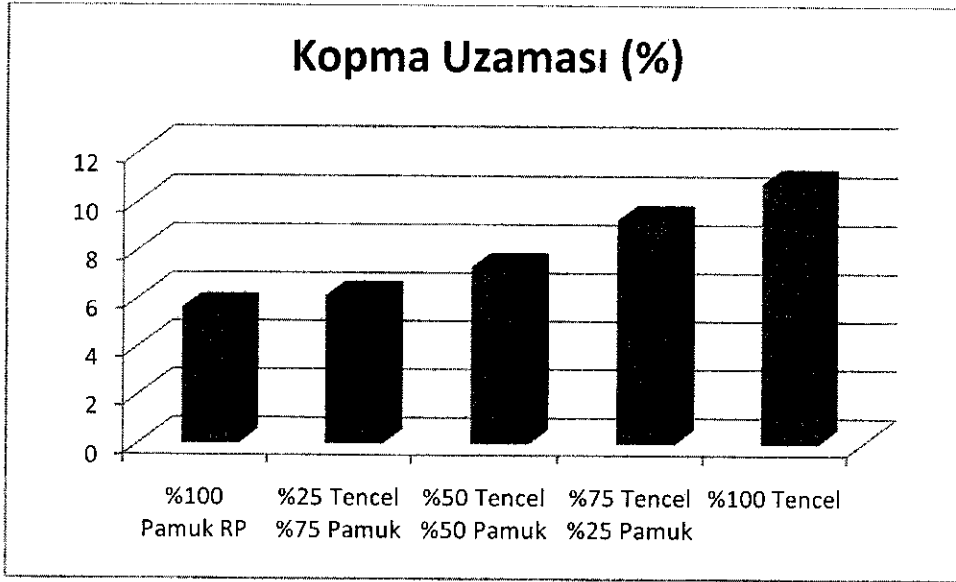
#### 5.1.1. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait mukavemet ölçüm sonuçlarının tartışılması

Çizelge 5.1. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (1)

Karışım Oranı	Kopma Yüğü (N)	Kopma Uzaması (%)
%100 Pamuk RP	4,9500(1)	5,6070(1)
%25 Tencel %75 Pamuk	5,5180(2)	6,1170(2)
%50 Tencel %50 Pamuk	6,5780(3)	7,3070(3)
%75 Tencel %25 Pamuk	7,7760(4)	9,2780(4)
%100 Tencel	9,3540(5)	10,7690(5)



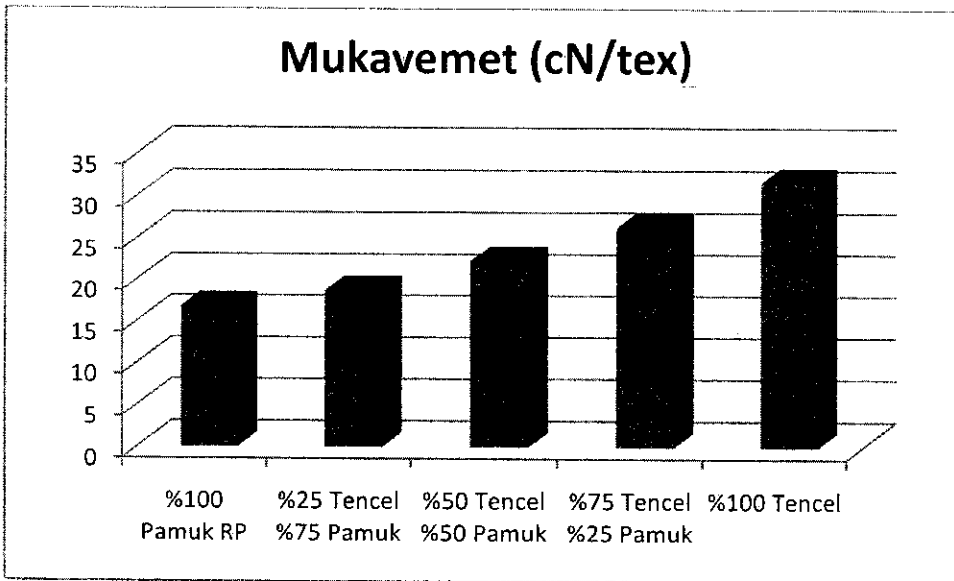
Şekil 5. 1. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kopma yüğü (N) ölçüm sonuçları



**Şekil 5. 2.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kopma uzaması (%) ölçüm sonuçları

**Çizelge 5.1.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (1)

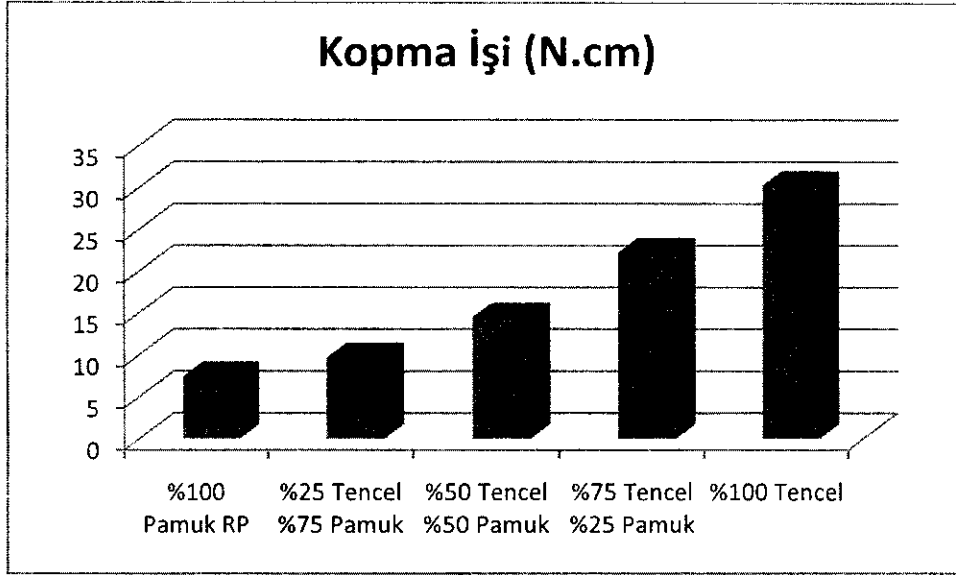
Karışım Oranı	Mukavemet (cN/tex)
%100 Pamuk RP	16,7610(1)
%25 Tencel %75 Pamuk	18,6820(2)
%50 Tencel %50 Pamuk	22,2780(3)
%75 Tencel %25 Pamuk	26,3330(4)
%100 Tencel	31,6790(5)



**Şekil 5. 3.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait mukavemet (cN/tex) ölçüm sonuçları

Çizelge 5.1. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (1)

Karışım Oranı	Kopma İşi (N.cm)
%100 Pamuk RP	7,4340(1)
%25 Tencel %75 Pamuk	9,6780(2)
%50 Tencel %50 Pamuk	14,5260(3)
%75 Tencel %25 Pamuk	22,2810(4)
%100 Tencel	30,2930(5)



Şekil 5. 4. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kopma işi (N.cm) ölçüm sonuçları

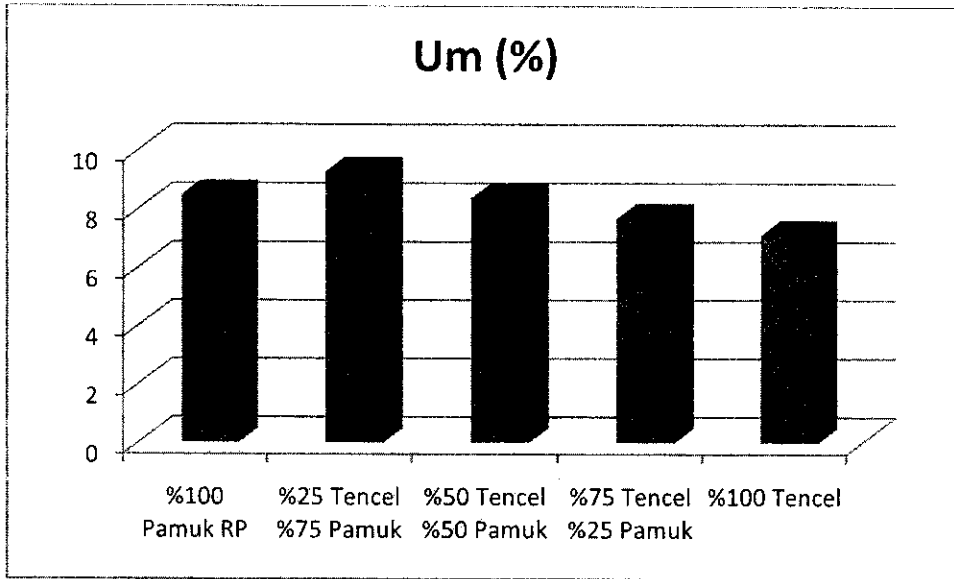
İplik kompozisyonundaki tencel oranının tencel-pamuk ipliklerinin mukavemet özelliklerine etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan SNK test sonuçlarını gösteren Çizelge 5.1 incelendiğinde karışım oranının, ipliklerin kopma yükü, kopma uzaması, kopma mukavemeti ve kopma işine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Çizelge 5.1, Şekil 5.1, 5.2, 5.3 ve 5.4 incelendiğinde karışımdaki tencel lif oranı arttıkça ipliklerin kopma yükü, kopma uzaması, kopma mukavemeti ve kopma işi değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Tencel lifi doğal ve diğer rejenere selülozik liflere göre daha yüksek oryantasyon ve kristalin yapıya sahip olduğu için mukavemet ve uzama değerleri (38-42 cN/tex - %14-16) pamuk lifinin (20-24 cN/tex - %7-9) ve diğer rejenere selülozik liflerin mukavemet ve uzama değerlerinden yüksek olup iplik karışım oranında tencel lifinin oranının artmasıyla iplik mukavemet değerlerinin artması beklenmektedir (Debbie 2003, Mak ve ark. 2005, Yıldırım 2005, Schuster ve ark. 2006, Onur 2009, Alp 2010, Syed 2010, Singha 2012, <http://experiencetencel->

bursa.lenzing.com/fileadm in/template/pdf/2\_franz\_haemmerle.pdf, 2015). Karışım oranında tencel lif oranının % 25'den % 100'e artmasıyla kopma işi değeri 3,1 katı kadar artmış olup bu özellik ipliğin daha sonraki işlemlerde performansı açısından oldukça önemli bir avantaj sağlamaktadır.

### 5.1.2. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait düzgünlük, tüylülük ölçüm sonuçlarının tartışılması

**Çizelge 5. 2.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (2)

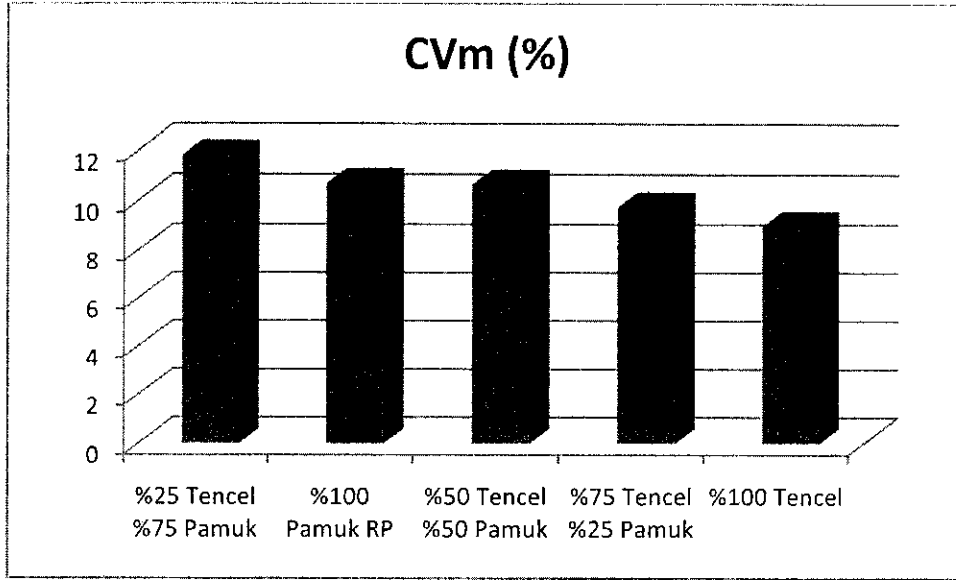
Karışım Oranı	Um (%)
%25 Tencel %75 Pamuk	9,2810(5)
%50 Tencel %50 Pamuk	8,3730(3)
%75 Tencel %25 Pamuk	7,6890(2)
%100 Tencel	7,1240(1)
%100 Pamuk RP	8,4870(4)



**Şekil 5. 5.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait düzgünlük (% Um) ölçüm sonuçları

**Çizelge 5. 2.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (2)

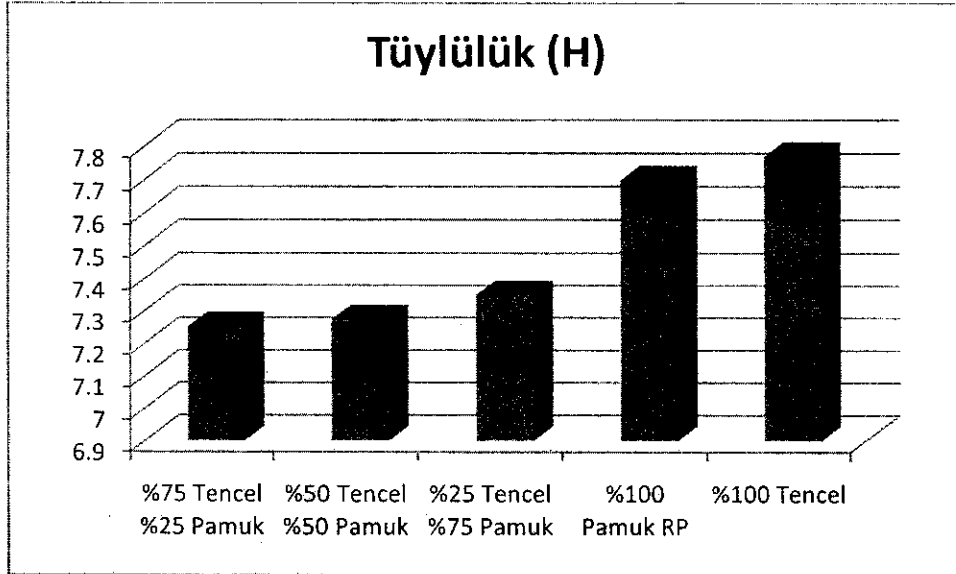
Karışım Oranı	CVm (%)
%25 Tencel %75 Pamuk	11,8170(4)
%100 Pamuk RP	10,7030(3)
%50 Tencel %50 Pamuk	10,6480(3)
%75 Tencel %25 Pamuk	9,7460(2)
%100 Tencel	8,9960(1)



**Şekil 5. 6.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait varyasyon katsayısı (% Cvm) ölçüm sonuçları

**Çizelge 5. 2.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (2)

Karışım Oranı	Tüylülük (H)
%25 Tencel %75 Pamuk	7,3500(1)
%50 Tencel %50 Pamuk	7,2740(1)
%75 Tencel %25 Pamuk	7,2510(1)
%100 Tencel	7,7690(2)
%100 Pamuk RP	7,6980(2)



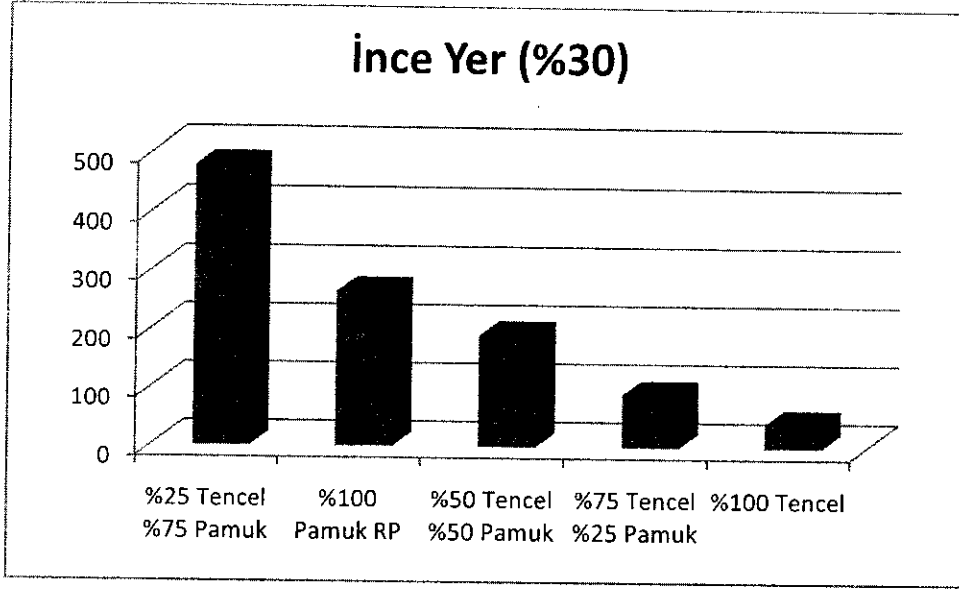
**Şekil 5. 7.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait tüylülük (H) ölçüm sonuçları

İplik kompozisyonundaki tencel oranının tencel-pamuk ipliklerinin düzgünsüzlük özelliklerine etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan SNK test sonuçlarını gösteren Çizelge 5. 2. incelendiğinde karışım oranının, ipliklerin düzgünsüzlük değerlerine (% Um ve % Cvm) etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Çizelge 5. 2, Şekil 5. 5 ve 5. 6 incelendiğinde karışımdaki tencel lif oranı arttıkça ipliklerin % Um ve % Cvm değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir ki karışım ipliklerde kullanılan sentetik lif veya rejenere lif oranlarının artması ipliklerin varyasyon katsayısı ve düzgünsüzlük değerlerini azaltıcı yönde etki etmektedir (Tyagi ve ark. 2013a, Tyagi ve ark. 2013b ). Çizelge 5. 2 de verilen farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonuçları incelendiğinde karışımdaki tencel lif oranının %25 Tencel - %75 Pamuk ipliğinden %75 Tencel- %25 Pamuk ipliğine artmasının tüylülük değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ayrıca %100 tencel ve %100 penye pamuk ipliği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Benzer sonuçlar Kılıç ve Okur 2014 tarafından yapılan bir çalışmada da elde edilmiştir. Çizelge 5.2 ve Şekil 5.7 incelendiğinde ise en yüksek tüylülük değeri % 100 tencel ipliklerde görülmüş olup bunun sebebinin ise tencel lifinin yüksek fibrilasyona eğiliminden kaynaklandığı düşünülmektedir (Yıldırım 2005).

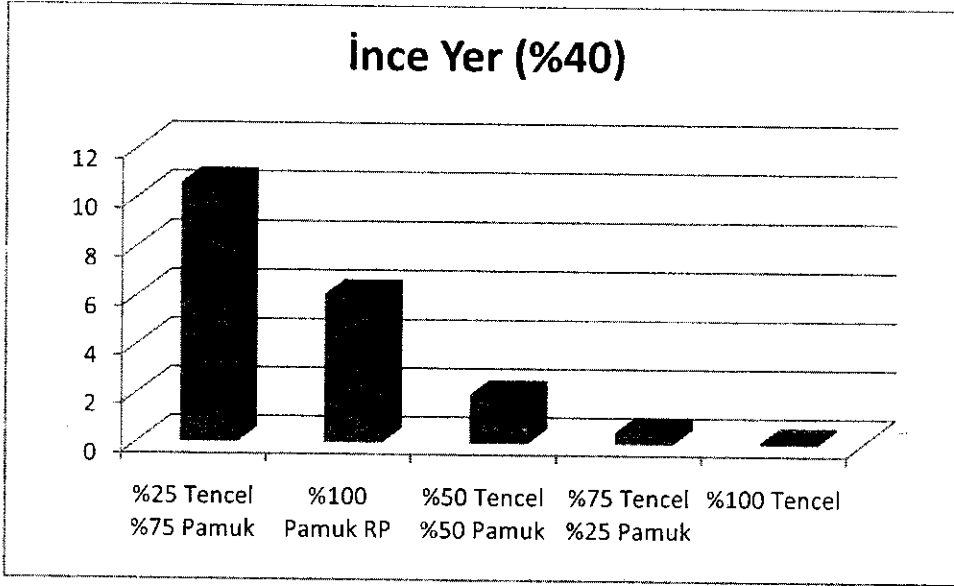
### 5.1.3. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait ince yer, kalın yer ve neps ölçüm sonuçlarının tartışılması

Çizelge 5. 3. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (3)

Karışım Oranı	İnce Yer (%30)	İnce Yer (%40)
%25 Tencel %75 Pamuk	479,00(5)	10,60(4)
%100 Pamuk RP	265,4000(4)	6,10(3)
%50 Tencel %50 Pamuk	191,90(3)	2,00(2)
%75 Tencel %25 Pamuk	91,40(2)	0,50(1)
%100 Tencel	42,00(1)	0,10(1)



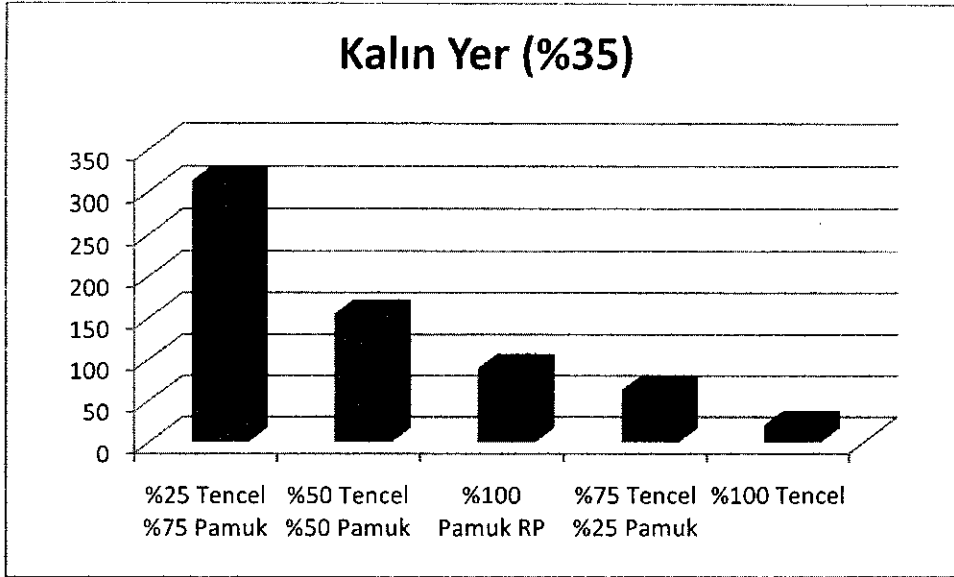
**Şekil 5. 8.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait ince yer (%30) ölçüm sonuçları



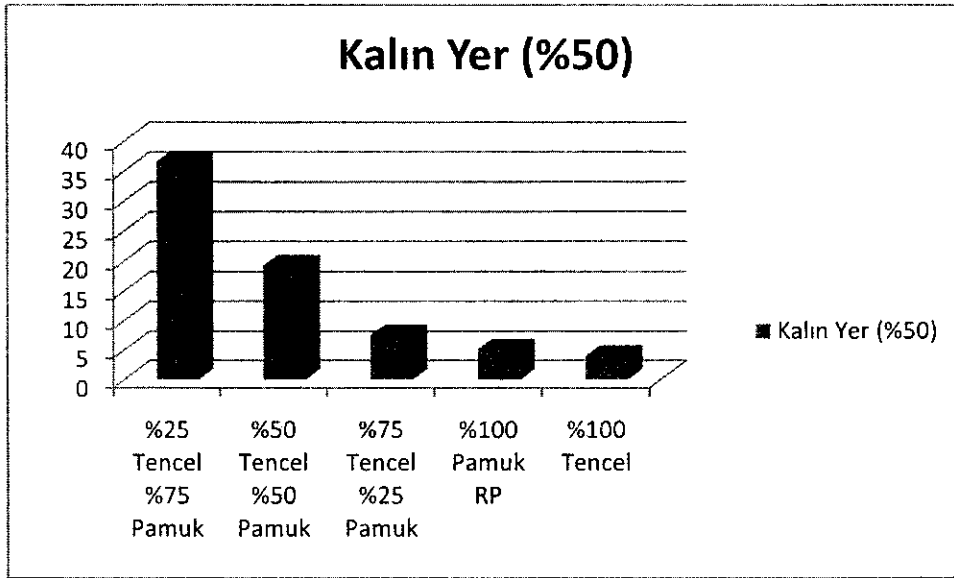
**Şekil 5. 9.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait ince yer (%40) ölçüm sonuçları

**Çizelge 5. 3.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (3)

Karışım Oranı	Kalın Yer (%35)	Kalın Yer (%50)
%25 Tencel %75 Pamuk	312,90(5)	36,60(3)
%50 Tencel %50 Pamuk	155,30(4)	19,20(2)
%100 Pamuk RP	89,50(3)	5,10(1)
%75 Tencel %25 Pamuk	63,40(2)	7,50(1)
%100 Tencel	21,10(1)	4,00(1)



**Şekil 5. 10.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kalın yer (%35) ölçüm sonuçları

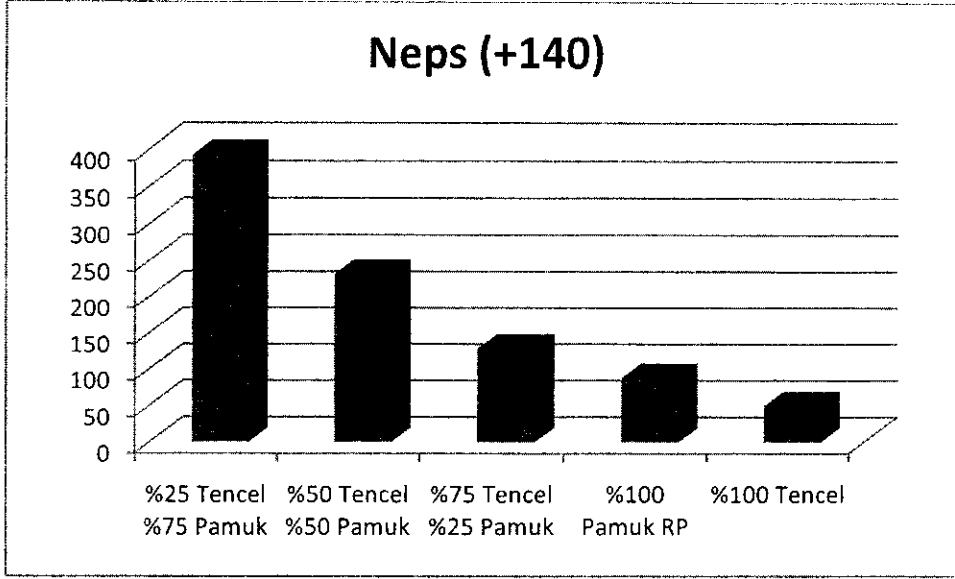


**Şekil 5. 11.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait kalın yer (%50) ölçüm sonuçları

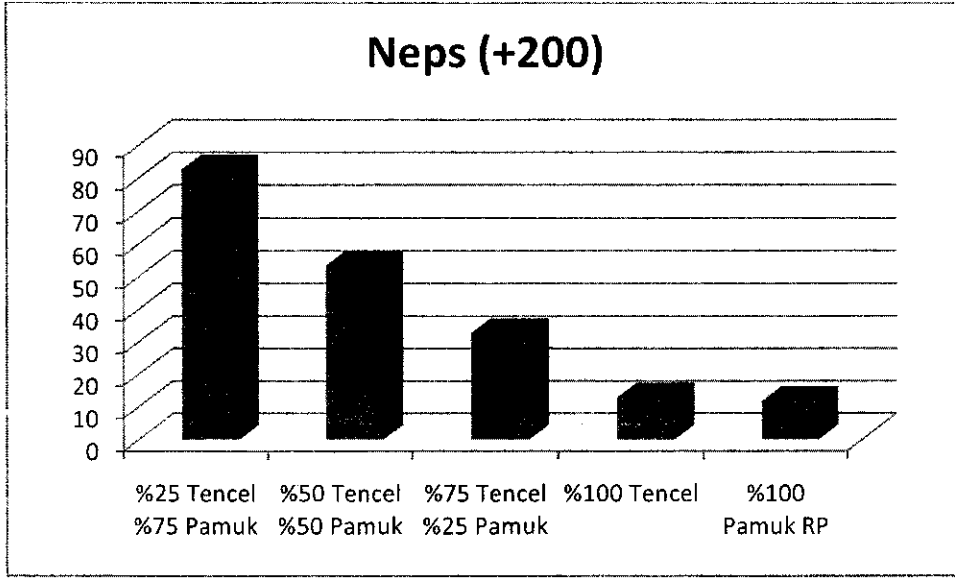
**Çizelge 5. 3.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (3)

Karışım Oranı	Neps (+140)	Neps (+200)
%25 Tencel %75 Pamuk	392,50(5)	82,70(4)
%50 Tencel %50 Pamuk	231,90(4)	53,50(3)
%75 Tencel %25 Pamuk	128,70(3)	32,80(2)
%100 Pamuk RP	88,00(2)	11,70(1)
%100 Tencel	49,70(1)	12,90(1)





**Şekil 5. 12.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait neps (+140) ölçüm sonuçları



**Şekil 5. 13.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait neps (+200) ölçüm sonuçları

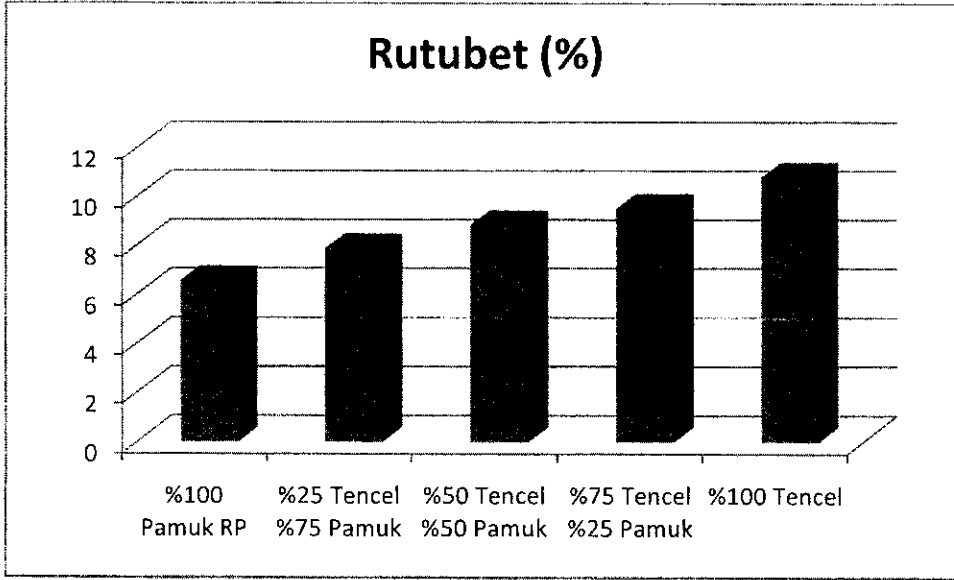
İplik kompozisyonundaki tencel oranının tencel-pamuk ipliklerinin ince yer (%30-%40), kalın yer (%35-%50) ve neps (+140-+200) özelliklerine etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan SNK test sonuçlarını gösteren Çizelge 5. 3. incelendiğinde karışım oranının, ipliklerin ince yer, kalın yer ve neps değerlerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Ayrıca ince yer, kalın yer ve neps değerlerinin %100 tencel ipliklerde en düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Çizelge 5. 3, Şekil 5. 8, 5. 9,

5. 10, 5. 11, 5. 12 ve 5. 13 incelendiğinde karışımdaki tencel lif oranı arttıkça ipliklerin ince yer (%30-%40), kalın yer (%35-%50) ve neps (+140-+200) değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir ki karışım ipliklerde kullanılan sentetik lif veya rejenere selülozik lif oranlarının artması ipliklerin düzgünlük ve varyasyon katsayısında olduğu gibi ince - kalın yer ve neps değerlerini de azaltıcı yönde etki etmektedir (Kılıç ve Okur 2011, Tyagi ve ark. 2013a, Tyagi ve ark. 2013b, [http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2\\_franz\\_h\\_aemmerle.pdf](http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2_franz_h_aemmerle.pdf), 2015).

#### 5.1.4. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait rutubet, büküm canlılığı ve bobin sertliği ölçüm sonuçlarının tartışılması

Çizelge 5. 4. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (4)

Karışım Oranı	Rutubet (%)
%100 Pamuk RP	6,5710(1)
%25 Tencel %75 Pamuk	7,8800(2)
%50 Tencel %50 Pamuk	8,8500(3)
%75 Tencel %25 Pamuk	9,5300(4)
%100 Tencel	10,8090(5)



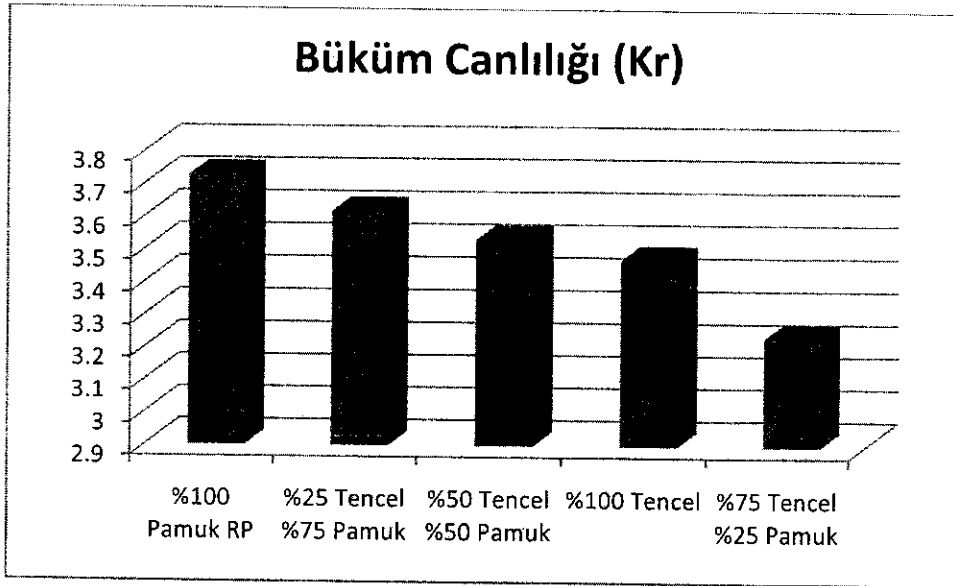
Şekil 5. 14. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait rutubet (%) ölçüm sonuçları

İplik kompozisyonundaki tencel oranının tencel-pamuk ipliklerinin rutubet özelliğine etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan SNK test sonucunu gösteren Çizelge 5.4 incelendiğinde karışım oranının, ipliklerin rutubet değerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Tencel lifinin nem emilimi (%65-%75) ve nem oranı(%)

12-13) (Manner ve ark. 2011, <http://docplayer.biz.tr/5818971-Nevresim-takimlari-icin-tencel-elyaf-portfoyu-cenk-durakcay-2-haziran-2015-bursa.html>, 2015); pamuk lifinin nem emiliminden (%35-%50) (Debbie 2003, Mak ve ark. 2005, Yıldırım 2005, Onur 2009, Alp 2010, Syed 2010, Singha 2012, [http://experientencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2\\_franz\\_haemmerle.pdf](http://experientencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2_franz_haemmerle.pdf), 2015) ve nem oranından (%8,5) yüksek olması Çizelge 5.4 ve Şekil 5.14 incelendiğinde de karışımdaki tencel lif oranı arttıkça ipliklerin rutubet değerlerinin arttığı tespit edilmiştir.

**Çizelge 5. 4.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (4)

Karışım Oranı	Büküm Canlılığı (Kr)
%25 Tencel %75 Pamuk	3,6170(2-3)
%50 Tencel %50 Pamuk	3,5310(2-3)
%75 Tencel %25 Pamuk	3,2340(1)
%100 Tencel	3,4700(2)
%100 Pamuk RP	3,7260(3)

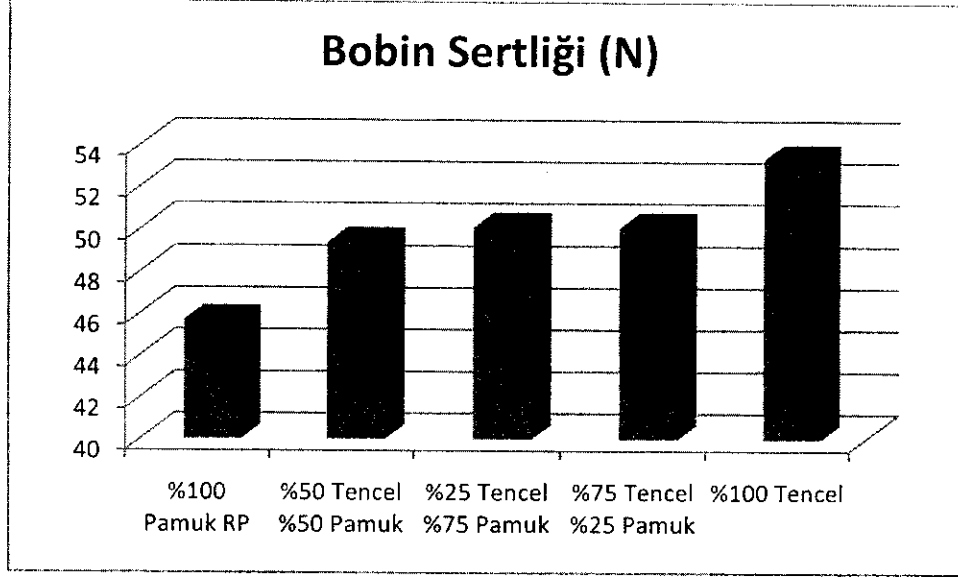


**Şekil 5. 15.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait büküm canlılığı (Kr) ölçüm sonuçları

İplik kompozisyonundaki tencel oranının tencel-pamuk ipliklerinin büküm canlılığı özelliğine etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan SNK test sonucunu gösteren Çizelge 5.4 incelendiğinde karışım oranının, ipliklerin büküm canlılığı değerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Çizelge 5.4 ve Şekil 5.15 incelendiğinde en düşük büküm canlılığı değeri %75 Tencel-%25 Pamuk karışımlı iplikte gözlenmektedir.

**Çizelge 5. 4.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonucu (4)

Karışım Oranı	Bobin Sertliği (N)
%100 Pamuk RP	45,70(1)
%25 Tencel %75 Pamuk	50,10(2)
%50 Tencel %50 Pamuk	49,40(2)
%75 Tencel %25 Pamuk	50,10(2)
%100 Tencel	53,40(3)



**Şekil 5. 16.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait bobin sertliği (N) ölçüm sonuçları

Çizelge 5. 4'te verilen farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerine ait SNK test sonuçları incelendiğinde karışımındaki tencel lif oranının %25'den %75'e artmasının bobin sertliği değerlerinde istatistiksel olarak anlamlılık oluşturmadığı %75 ile %100 arasındaki farkın ve %100 Pamuk RP ile diğer karışımli ipliklerin arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür. Çizelge 5.4 ve Şekil 5.16 incelendiğinde ise en yüksek bobin sertliği değeri % 100 tencel ipliklerde görülmüştür.

## 5.2. İplik Kompozisyonundaki Tencel Oranının Kumaş Özelliklerine Etkisi

Bu bölümde iplik kompozisyonundaki tencel oranının; tencel-pamuk karışımı ipliklerden oluşan sırasıyla ham ve mamul kumaşın sadece *atki yönü* mukavemet özelliklerine (kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, aşınma dayanımı, pilling), konfor özelliklerine (hava geçirgenliği, nem geçirgenliği, ısı geçirgenlik) ve diğer özelliklerine (gramaj, eğilme dayanımı, dökümlülük ve kırışma açısı) etkisi Ek 2.1 ve

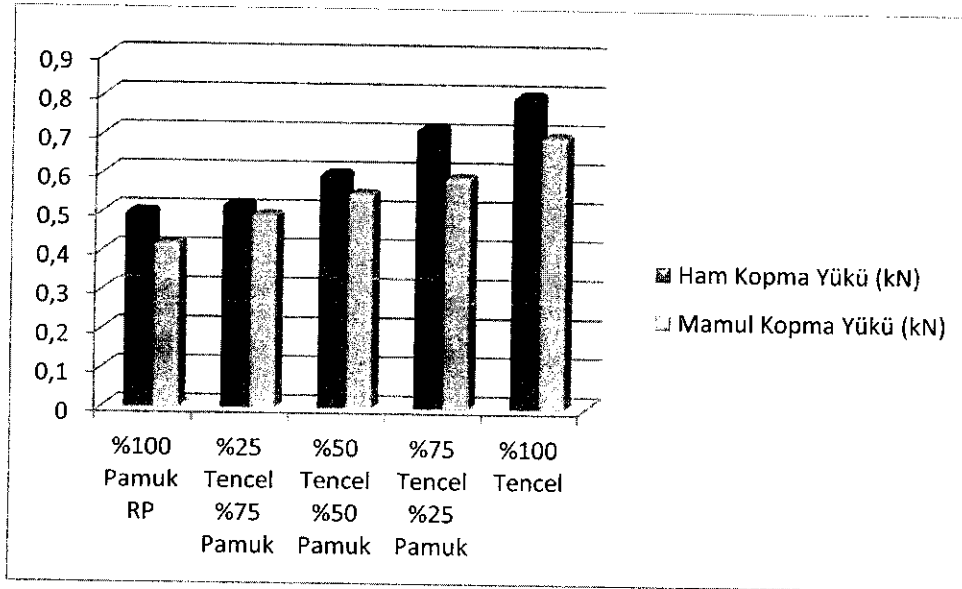
konfor özelliklerine (hava geçirgenliği, nem geçirgenliği, ısı geçirgenlik) ve diğer özelliklerine (gramaj, eğilme dayanımı, dökümlülük ve kırışma açısı) etkisi Ek 2.1 ve Ek 2.2’de verilmiş olan varyans analizi kullanılarak oluşturulan Çizelge 5. 5. ile Çizelge 5. 14. arasında verilen SNK test sonuçları ve Şekil 5. 17 ile Şekil 5. 31 arasında verilen grafikler kullanılarak değerlendirilmiştir.

### 5.2.1. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşın mukavemet özelliklerinin ölçüm sonuçlarının tartışılması

#### 5.2.1.1. Kopma mukavemeti ölçüm sonuçlarının tartışılması

**Çizelge 5. 5.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (5)

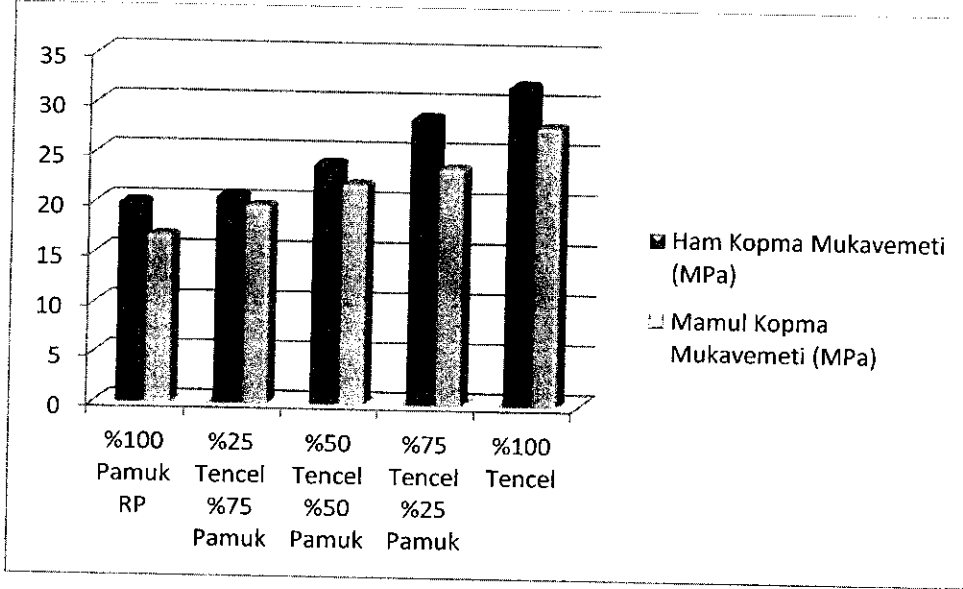
Karışım Oranı (Atkı İpliği)	Kopma Yüğü (kN)	
	Ham	Mamul
%100 Pamuk RP	0,50208(1)	0,420000(1)
%25 Tencel %75 Pamuk	0,52300(1)	0,494800(2)
%50 Tencel %50 Pamuk	0,60340(2)	0,551000(3)
%75 Tencel %25 Pamuk	0,72020(3)	0,592820(4)
%100 Tencel	0,80440(4)	0,698780(5)



**Şekil 5. 17.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı yönlü kopma yükü (kN) ölçüm sonuçları

**Çizelge 5.5.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (5)

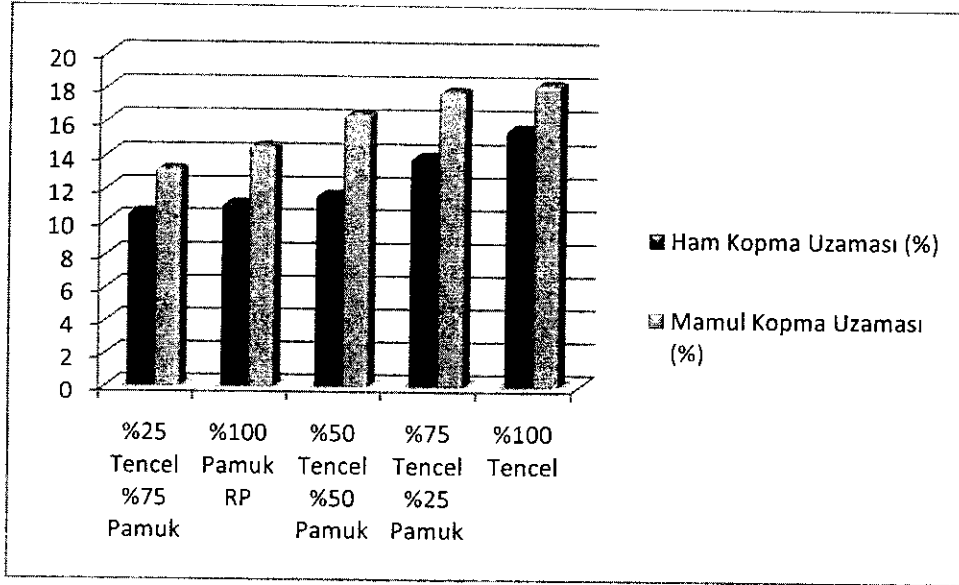
Karışım Oranı (Atkı İpliği)	Kopma Mukavemeti (MPa)	
	Ham	Mamul
%100 Pamuk RP	20,0820(1)	16,8000(1)
%25 Tencel %75 Pamuk	20,8560(1)	19,7920(2)
%50 Tencel %50 Pamuk	24,1340(2)	22,0400(3)
%75 Tencel %25 Pamuk	28,8100(3)	23,7140(4)
%100 Tencel	32,1700(4)	27,9500(5)



**Şekil 5. 18.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların kopma mukavemeti (MPa) ölçüm sonuçları

**Çizelge 5.5.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (5)

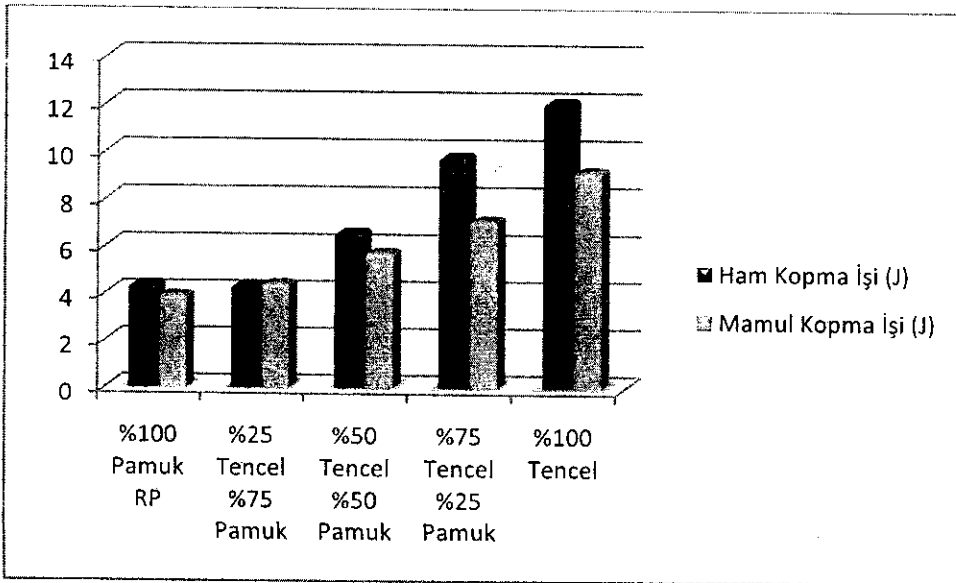
Karışım Oranı (Atkı İpliği)	Kopma Uzaması (%)	
	Ham	Mamul
%25 Tencel %75 Pamuk	10,5900(1)	13,2320(1)
%100 Pamuk RP	11,1100(1-2)	14,6000(1)
%50 Tencel %50 Pamuk	11,6700(2)	16,4500(2)
%75 Tencel %25 Pamuk	13,9580(3)	17,8460(2)
%100 Tencel	15,6320(4)	18,2680(2)



**Şekil 5. 19.**Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı yönlü kopma uzaması (%) ölçüm sonuçları

**Çizelge 5.5.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (5)

Karışım Oranı (Atkı İpliği)	Kopma İşi (J)	
	Ham	Mamul
%100 Pamuk RP	4,39580(1)	3,94400(1)
%25 Tencel %75 Pamuk	4,37640(1)	4,44220(1)
%50 Tencel %50 Pamuk	6,60440(2)	5,76800(2)
%75 Tencel %25 Pamuk	9,83520(3)	7,15500(3)
%100 Tencel	12,11400(4)	9,21740(4)



**Şekil 5. 20.**Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı yönlü kopma işi (J) ölçüm sonuçları

Farklı karışım oranlarının tencel-pamuk karışımı atkı ipliklerinden oluşturulan ham ve mamul kumaşların kopma mukavemeti özelliklerine etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan SNK test sonuçlarını gösteren Çizelge 5.5 incelendiğinde karışım oranının, ham ve mamul kumaşların kopma yükü, kopma mukavemeti, kopma uzaması ve kopma işine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Çizelge 5.5, Şekil 5.17, 5.18, 5.19 ve 5.20 incelendiğinde karışımdaki tencel ipliği oranı arttıkça ham ve mamul kumaşların kopma yükü, kopma uzaması, kopma mukavemeti ve kopma işi değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Tencel lif yapısının doğal ve diğer rejenere selülozik liflere göre daha fazla kristalin bölge içermesi ve oryantasyon derecesinin daha yüksek olmasından (Schuster ve ark. 2006) dolayı lif mukavemet değerleri, pamuk lifi mukavemet değerlerinden yüksek olup kumaş mukavemet değerlerinin de benzer şekilde iplik kompozisyonunda tencel lif oranının artmasıyla arttığı düşünülmektedir. Ham kumaşlarda karışımdaki tencel içeriğinin % 25'den % 100'e artışı kopma işi değerini 2,8 katı kadar arttırmış olup bu özelliğin kumaşın kullanım performansı açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 5.5 ve Şekil 5.19. incelendiğinde karışımdaki tencel oranı arttığında mamul kumaşların kopma uzaması değerlerinde artışın gözlemlendiği ancak bu artışın karışım oranı %100 Pamuk RP ile %25 Tencel - %75 Pamuk arasında ve %50 Tencel - %50 Pamuk'dan %100 Tencel'e kadar istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir.

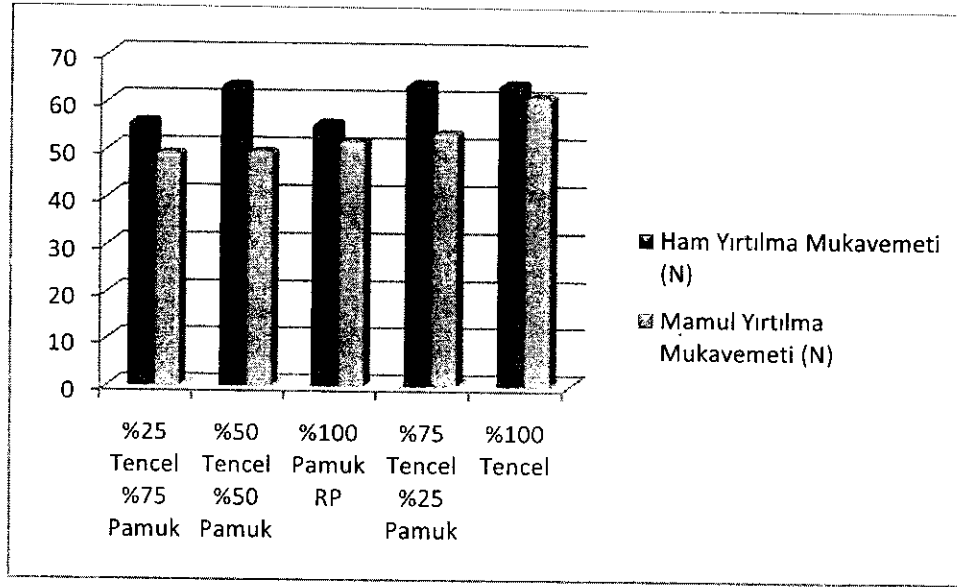
Çizelge 5.5, Şekil 5.17, 5.18, 5.19 ve 5.20 incelendiğinde ham kumaşların kopma yükü, kopma mukavemeti ve kopma işi özelliklerinin mamul kumaşların kopma yükü, kopma mukavemeti ve kopma işi özelliklerinden daha yüksek olduğu uzama özelliklerinin ise daha düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür. Kumaşa uygulanan kimyasal işlemlerde kullanılan kimyasallar, uygulanan yüksek sıcaklık ve gerilimler ve mekanik bitim işlemleri (gaze, şardon v.b) kumaşın kopma mukavemeti özelliklerini değiştirebilmektedir (Brigita 2004, Çetin 2007, Bozdoğan 2010, Özdil 2014). Bu çalışmada da tencel lifi kullanılmasından dolayı kumaşa uygulanan gaze işleminin ve diğer uygulanan kimyasal işlemlerin mamul kumaşın mukavemeti üzerinde olumsuz yönde etkili olduğu düşünülebilir.



### 5.2.1.2. Yırtılma mukavemeti ölçüm sonuçlarının tartışılması

**Çizelge 5.6.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (6)

Karışım Oranı (Atkı İpliği)	Çözüye Dik Yırtılma Mukavemeti (N)	
	Ham	Mamul
%100 Pamuk RP	55,6780(1)	51,8780(1)
%25 Tencel %75 Pamuk	55,9360(1)	49,2140(1)
%50 Tencel %50 Pamuk	63,6240(2)	49,5460(1)
%75 Tencel %25 Pamuk	64,0000(2)	53,5380(1)
%100 Tencel	64,0000(2)	61,1860(2)



**Şekil 5. 21.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların çözüye dik yırtılma mukavemeti (N) ölçüm sonuçları

Farklı karışım oranlarının tencel-pamuk karışımı atkı ipliklerinden oluşturulan ham ve mamul kumaşların yırtılma mukavemeti özelliğine etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan SNK test sonuçlarını gösteren Çizelge 5.6 incelendiğinde karışım oranının, ham ve mamul kumaşların yırtılma mukavemetine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

Yırtılma mukavemeti belirli koşullarda bir yırtığı başlatmak, sürdürmek veya yaymak için gerekli karşı koyma kuvveti olarak tanımlanmakta olup ham kumaşlarda iplik karışımındaki tencel oranı %25'den %50'ye arttığında atkı yırtılma mukavemeti değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu karışımdaki tencel oranının %50'den %100'e çıkmasının ise anlamlı olmadığı görülmüştür.

Mamul kumaşlarda ise %100 penye pamukile %25 tencel - %75 pamuk arasında ve karışımdaki tencel oranının % 25'den % 75'e kadar çıkmasının atkı yırtılma mukavemeti değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı olmadığı; tencel oranının %75'den %100'e çıktığında aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

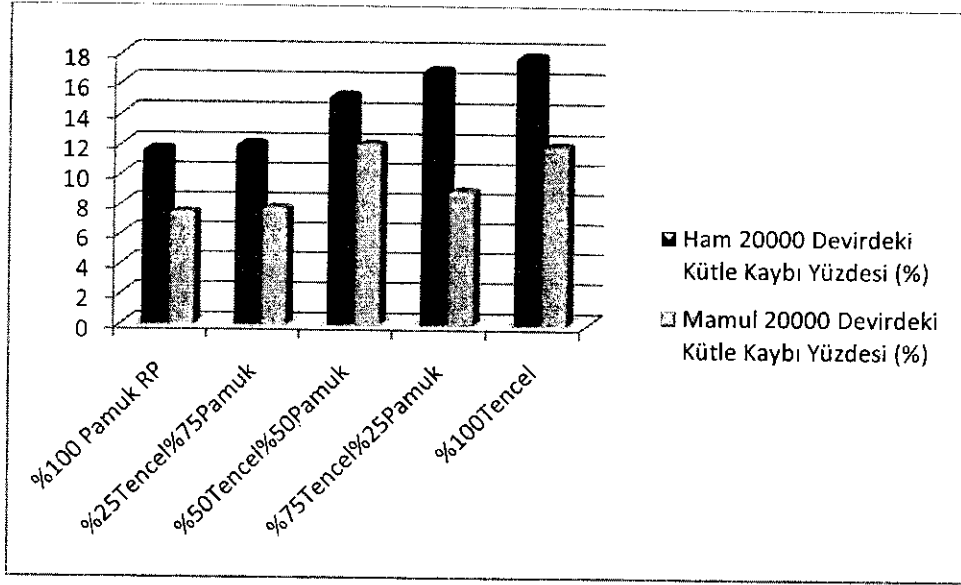
Çizelge 5.6 ve Şekil 5.21 incelendiğinde karışımdaki tencel oranı arttıkça ham ve mamul kumaşların atkı yönünde yırtılma mukavemeti değerlerinin arttığı ve en yüksek atkı yırtılma mukavemeti değerinin ham ve mamul kumaşların her ikisi için de % 100 tencel ipliklerinden dokunan kumaşlarda olduğu görülmüştür ki karışım oranının ipliklerin kopma mukavemetine etkisinde olduğu gibi tencel lifinin mukavemet değerinin pamuk lifi mukavemet değerinden yüksek olması ve iplik mukavemet değerinin kumaş mukavemet değerini en fazla etkileyen parametre olması sonucu bu beklenen bir durumdur (Schuster ve ark. 2006).

Ham ve mamul kumaşların yırtılma mukavemetleri karşılaştırıldığında ise ham kumaşların yırtılma mukavemeti değerleri mamule göre daha yüksek çıkmasının nedeninin karışım oranının kopma mukavemetine etkisinde olduğu gibi dokunmuş ham kumaşın mamul kumaş haline getirilmesi için uygulanan her bir işlemin kumaş üzerinde oluşturduğu etkilerden kaynaklanmaktadır. Kumaşa uygulanan kimyasal işlemlerde kullanılan kimyasallar, uygulanan yüksek sıcaklık ve gerilimler ve mekanik bitim işlemleri (gaze, şardon v.b) kumaşın kopma mukavemeti özelliklerini olduğu gibi yırtılma mukavemetini de değiştirebilmektedir (Brigita 2004, Çetin 2007, Bozdoğan 2010, Özdil 2014). Bu çalışmada da tencel lif kullanılmasından dolayı kumaşa uygulanan gaze işleminin ve diğer uygulanan kimyasal işlemlerin mamul kumaşın yırtılma mukavemeti üzerinde olumsuz yönde etkili olduğu düşünülebilir.

### 5.2.1.3. Aşınma dayanımı ölçüm sonuçlarının tartışılması

**Çizelge 5.7.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (7)

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Aşınma Dayanımı - Kütle Kaybı (%)	
	Ham	Mamul
%100 Pamuk RP	11,7400(1)	7,500(1)
%25 Tencel %75 Pamuk	12,1100(2)	7,800(2)
%50 Tencel %50 Pamuk	15,2500(3)	12,100(4)
%75 Tencel %25 Pamuk	16,9600(4)	9,000(3)
%100 Tencel	17,9000(5)	12,000(4)



**Şekil 5. 22.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların 20.000 devir sonundaki aşınma dayanımı – kütle kaybı (%) ölçüm sonuçları

Çizelge 5.7, Şekil 5. 22 incelendiğinde ham ve mamul kumaşların her ikisinde de iplik kompozisyonundaki tencel oranı artışına bağlı olarak genelde kütle kaybı artışı gözlenmesine rağmen bu artış ham kumaşlarda istatistiksel olarak anlamlılık göstermektedir. Bir kumaşın aşınma mukavemetini lif özellikleri (lif cinsi, liflerin mekanik özellikleri, lif inceliği, lif uzunluğu), iplik özellikleri (iplik yapısı, numarası, bükümü, kat adedi, tüylülüğü), kumaş özellikleri (kumaş dokusu, kalınlığı, gramajı, sıklığı) ve kumaşa uygulanan bitim işlemleri, bitim maddelerinin çeşidi ve miktarı etkilemektedir (Bozdoğan 2010, Özdil 2014). Ham ve mamul kumaşlarda tencel oranının artışına bağlı olarak genelde kütle kaybının artışının nedeninin tencel lifinin fibrilasyon eğiliminin pamuk lifinin fibrilasyon eğiliminden yüksek olması olabileceği düşünülmektedir (Yıldırım 2005). Ham ve mamul kumaşların aşınma testi sonrası kütle kayıpları incelendiğinde mamul kumaşların daha düşük kütle kaybı gösterdikleri bunun sebebinin ise mamul kumaşlara uygulanan gaze işlemi sonrası yüzey tüylülüğünün azalması olduğu düşünülmektedir.

#### 5.2.1.4. Yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkinlığı ölçüm sonuçlarının tartışılması

Karışımındaki tencel oranı arttıkça; ham ve mamul kumaşlarda atkı yönlü pilling oluşumu hemen hemen aynı kalmıştır. Fakat mamul ve ham kıyaslandığında ham kumaşta (4) %100 penye pamuk hariç pilling oluşumu mamule (5) göre daha fazla çıkmıştır. Ayrıca tencel içeren ham kumaşların diğer iki iplikten oluşturulan kumaşlara göre pilling oluşumu az miktarda da olsa daha yüksektir. Bu durumunun sebebi tencel lifinin fibrilasyon eğiliminin (4-6) pamuk lifinin fibrilasyon eğilimine (2) göre daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Yıldırım 2005). Mamul kumaşlarda ise bir farklılık gözlenmemiştir. Mamul kumaşlarda pilling değerleri arasında farklılık gözlenmemesinin nedeninin gaze işlemi ile yüzeyin pürüzsüzleşmesi ve bunun sonucunda fibrilasyon eğiliminin minimize edilmesi olduğu düşünülmektedir. Boncuklanma (pilling) kumaş yüzeyine tutunan küçük, karmaşık hale gelmiş lif kümeleridir ve kumaş yüzey hatasıdır. Boncuklanma kumaş yüzeyinden çıkan gevşek liflerin kullanım ve yıkama sürecinde karmaşılaşarak (düğümcüklenerek) küçük lif topçukları oluşturmasıdır. Boncuklanmayı etkileyen faktörler lif özellikleri (lif cinsi, lif inceliği, lif uzunluğu ve uzunluk dağılımı, lif mukavemeti ve eğilme direnci, lif enine kesit şekli), iplik özellikleri (iplik eğirme yöntemi, bükümü, numarası, kat adedi, tüylülüğü), kumaş özellikleri (kumaşın yapısı, sıklığı, gramajı, örgü tipi) kimyasal ve mekanik bitim işlemleridir (Bozdoğan 2010, Özdil 2014). Bu çalışmada da mamul kumaşta pilling değerinin ham kumaşa göre daha düşük çıkmasının nedeninin mamul kumaşa uygulanan gaze işlemi olduğu ve bunun sonucunda kumaş üzerinde bulunan tüylerin azaltılarak yüzeydeki boncuklanmanın azaldığı düşünülmektedir.

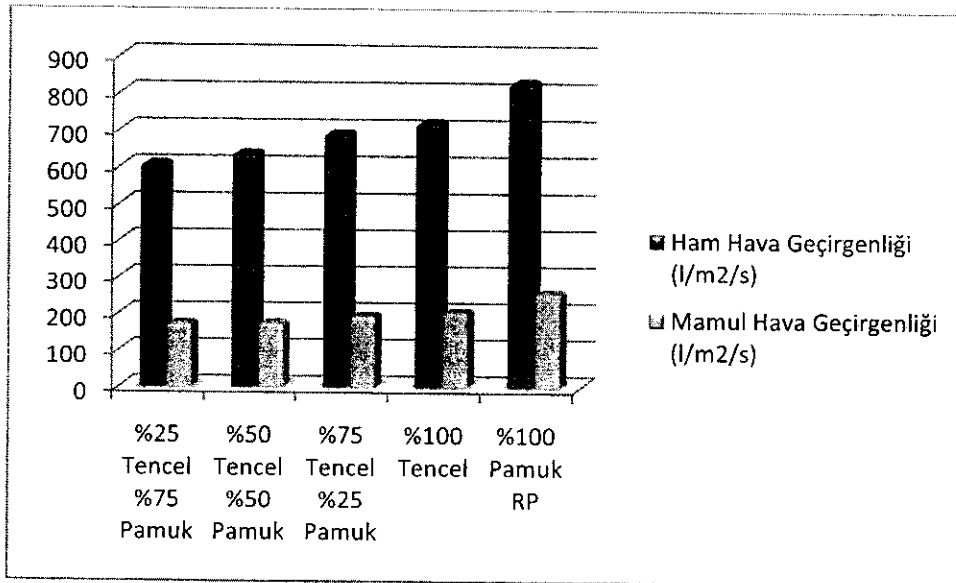
## 5.2.2. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşın konfor özelliklerinin ölçüm sonuçlarının tartışılması

### 5.2.2.1. Hava geçirgenliği ( $l/m^2/s$ ) ölçüm sonuçlarının tartışılması

**Çizelge 5.8.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (8)\*

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Hava Geçirgenliği ( $l/m^2/s$ )	
	Ham	Mamul
%25 Tencel %75 Pamuk	610 (1)	174,40(1)
%50 Tencel %50 Pamuk	639,2 (1-2)	176(1)
%75 Tencel %25 Pamuk	694 (2-3)	196(1-2)
%100 Tencel	723 (3)	206,80(2)
%100 Pamuk RP	832 (4)	259,20(3)

\*100 kPa basınçta  $20\text{ cm}^2$  yüzey alanında gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 5. 23.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan ham ve mamul kumaşlar için hava geçirgenliği ( $l/m^2/s$ ) ölçüm sonuçları

Farklı karışım oranlarının tencel-pamuk karışımı atkı ipliklerinden oluşturulan ham ve mamul kumaşların hava geçirgenliği özelliklerine etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan SNK test sonuçlarını gösteren Çizelge 5. 8. ve Şekil 5. 23. incelendiğinde karışım oranının, ham ve mamul kumaşların hava geçirgenliğine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Ham ve mamul kumaşlar için karışımdaki tencel oranı arttıkça; ham ve mamul kumaşlarda hava geçirgenliği değerlerinin arttığı görülmüştür.

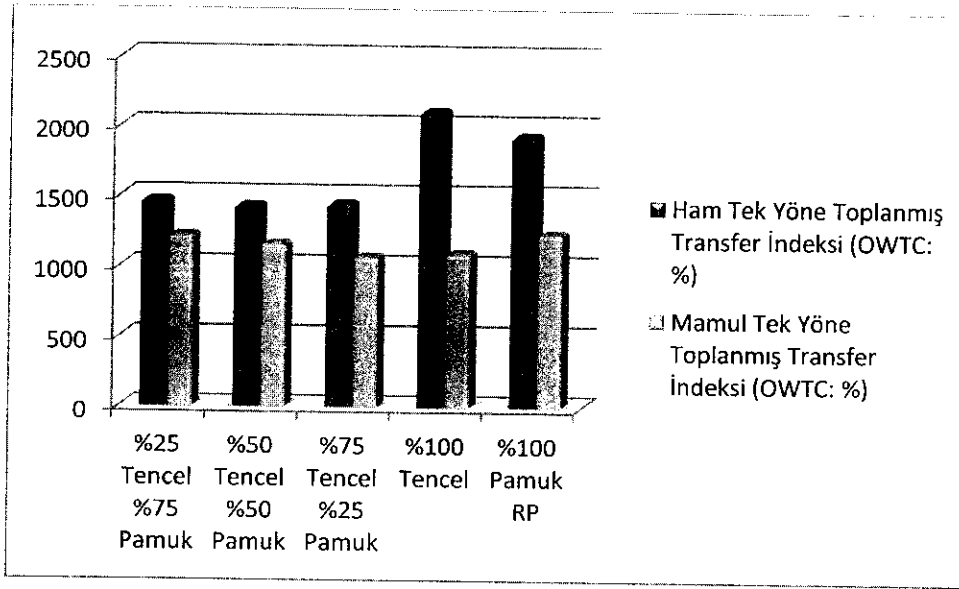
Hava geçirgenliği havanın lif, iplik ve kumaş içerisinde geçebilme yeteneği olarak tanımlanır ve hava geçirgenliği kumaşı oluşturan lif, iplik ve kumaşın yapısına (kalınlık, sıklık veya gözeneklilik) bağlı olarak değişmektedir (Bozdoğan 2010). Su buharı veya sıvı nem geçirgenliği materyalin hava geçirgenliği ve giyim sırasındaki ısıl konfor algılarıyla yakından ilgilidir (Turan ve Okur 2008, arkıt 2012). Kumaşların konfor özelliklerinde liflerin hidrofilik yapıları ile su emme davranışları arasındaki ilişki en önemli rolü oynamaktadır. Absorbe edilen su miktarı ve lif yapısı içerisinde şişen suyun yayılım şekli konfor özelliklerini belirlemektedir. Tencel çok yüksek absorpsiyon kapasitesine, çok düzenli bir şekilde yerleşmiş kristalin nanofibril selülozik yapıya, fibriller lif tarafından kaplandığı için pürüzsüz bir yüzeye sahiptir ve dolayısıyla nefes alabilir. Tencel lifinin gözenek yapısı gerçek bir nano yapı olup su buharının, sıvı suyun ve daha büyük çözülmemiş moleküllerin kolay bir şekilde girişini sağlar (Schuster ve ark. 2006). Tüm bunlar dikkate alındığında iplik kompozisyonundaki tencel lif oranı arttıka hava geçirgenliği değerlerinin artmasının sebebinin tencel lif yapısıyla ilgili olduğu düşünölmektedir. Ayrıca bu çalışmada % 100 penye pamuk ipliklerden dokunan kumaşların hava geçirgenliği değerleri karde ipliklerden dokunan farklı karışım oranlarındaki tencel pamuk (karde hattında üretilen) kumaşların hava geçirgenliğine göre daha fazla olduğu görölmektedir. Su buharı veya sıvı nem geçirgenliği materyalin hava geçirgenliği ve giyim sırasındaki ısıl konfor algılarıyla yakından ilgili (Turan ve Okur 2008, arkıt 2012) olup karde ipliklerin daha tüylü olması ve tüylerin kumaş yapısındaki gözenekleri kapatmasından dolayı, karde ipliklerden yapılan kumaşların penye ipliklerden yapılan kumaşlardan daha düşük su buharı geçirgenliği gösterdikleri bilinmektedir. (Özdil ve ark. 2007, Gün ve Bodur 2014).

Çizelge 5.8. ve şekil 5. 23. incelendiğinde ham kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin mamule göre daha yüksek olduğu görölmektedir. Ham kumaşın hava geçirgenlik değerlerinin mamul kumaşın hava geçirgenlik değerlerinden yüksek olmasının sebebinin mamul kumaşa uygulanan bitim işlemleri sonrasında sıklık değerlerinin artması sonucu gözenekliliğinin azalmasından kaynaklandığı düşünölmektedir.

### 5.2.2.2. Nem geçirgenliği (MMT) ölçüm sonuçlarının tartışılması

**Çizelge 5.9.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (9)

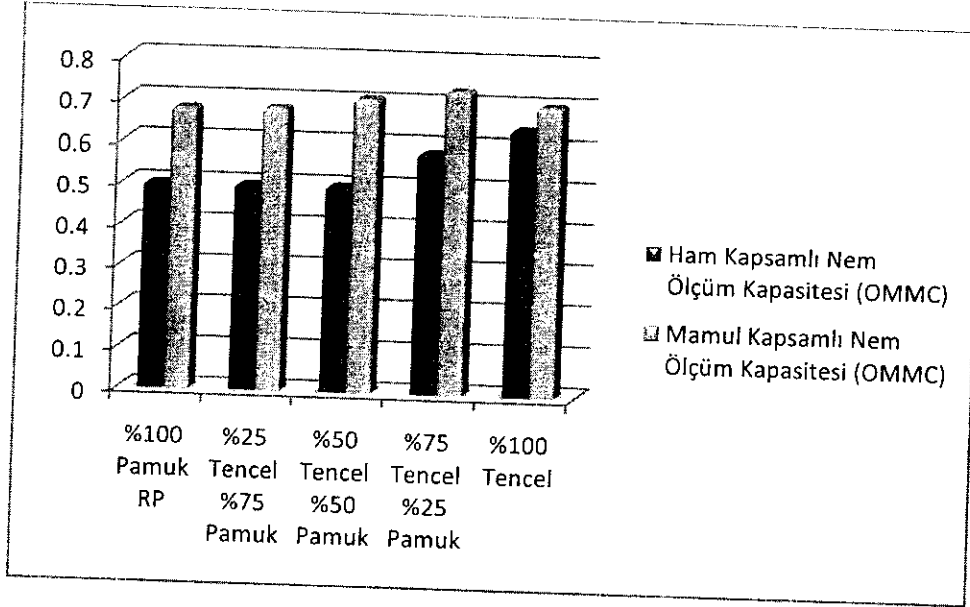
Karışım Oranı (Atkı İpliği)	Tek Yöne Toplanmış Transfer İndeksi (OWTC: %)	
	Ham	Mamul
%25 Tencel %75 Pamuk	1470,37240 (1)	1225,91360 (3)
%50 Tencel %50 Pamuk	1435,07100 (1)	1164,37280 (2-3)
%75 Tencel %25 Pamuk	1449,46820 (1)	1075,30400 (1)
%100 Tencel	2112,49420 (1)	1099,95820 (1-2)
%100 Pamuk RP	1937,74180 (1)	1239,00360 (3)



**Şekil 5.24.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların tek yöne toplanmış transfer indeksi (OWTC: %) ölçüm sonuçları

**Çizelge 5.9.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (9)

Karışım Oranı (Atkı İpliği)	Kapsamlı Nem Ölçüm Kapasitesi (OMMC)	
	Ham	Mamul
%100 Pamuk RP	0,500000(1)	0,679300(1)
%25 Tencel %75 Pamuk	0,500000(1)	0,683280(1)
%50 Tencel %50 Pamuk	0,500000(1)	0,710600(1)
%75 Tencel %25 Pamuk	0,585760(1-2)	0,734560(1)
%100 Tencel	0,645100(2)	0,701500(1)



Şekil 5. 25. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların kapsamlı nem ölçüm kapasitesi (OMMC) ölçüm sonuçları

Çizelge 5. 10. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların tek yöne toplanmış transfer indeksi (OWTC) ve kapsamlı nem ölçüm kapasitesi (OMMC) MMT skalasına göre ölçüm sonuçları

Kumaş Çeşidi (Atkı İpliği)	Tek Yöne Toplanmış Transfer İndeksi (OWTC)		Kapsamlı Nem Ölçüm Kapasitesi (OMMC)	
	Ham	Mamul	Ham	Mamul
%25 Tencel %75 Pamuk	5	5	3	4
%50 Tencel %50 Pamuk	5	5	3	4
%75 Tencel %25 Pamuk	5	5	3	4
%100 Tencel	5	5	4	4
%100 Pamuk RP	5	5	3	4

Farklı karışım oranlarının tencel-pamuk karışımı atkı ipliklerinden oluşturulan ham ve mamul kumaşların nem geçirgenliği özelliklerine (OMMC, OWTC) etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan SNK test sonuçlarını gösteren Çizelge 5. 9. incelendiğinde karışım oranının, ham kumaşların kümülatif tek yönlü taşıma indeksi OWTC'ye, ham ve mamul kumaşların kapsamlı nem ölçüm kapasitesi OMMC'ye etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.

Mamul kumaşların OWTC'ye etkisi ise anlamlı olup karışımdaki tencel oranı arttıkça OWTC değeri düşmüştür. Bunun sebebinin ise rejenere selülozik liflerden tencel lifinin gözenekli yapısından dolayı tencel lifinden yapılan kumaşların doğal selülozik liflerden yapılan kumaşlara göre daha yüksek sıvı emme eğilimine ve daha düşük sıvı yayılma yeteneğine sahip olması olduğu düşünülmektedir. (Schuster ve ark. 2006, Namlıgöz ve



ark.2010) (pamuk lifinin nem emilimi: % 35-50, modal ve tencel lifinin nem emilimi: % 65-75, viskoz lifinin nem emilimi: % 80-90) (Debbie 2003, Mak ve ark. 2005, Yıldırım 2005, Onur 2009, Alp 2010, Syed 2010, Singha 2012, [http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2\\_franz\\_haemmerle.pdf](http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2_franz_haemmerle.pdf), 2015).

OWTC değeri kumaşın üst yüzeyinden alt yüzeyine sıvı taşınımını göstermekte olup bu değer 200-400 arasında ise kümülatif tek yönlü taşıma indeksi çok iyi (4) olarak, 400'den fazla ise mükemmel (5) olarak tanımlanmaktadır (Namlıgöz ve ark. 2010). Bu çalışmada Şekil 5. 24. incelendiğinde tencel ve karışımı ipliklerden oluşturulmuş ham ve mamul kumaşların her birinin OWTC değeri en düşük 1075,30 ile en yüksek 2112,49 arasında bulunmuş olup MMT skalasına göre Çizelge 5. 10'da da görüldüğü gibi 5' e tekabül etmekte ve bu değerde MMT skalasında mükemmel olarak ifade edilmektedir (Yüksel ve Okur 2011).

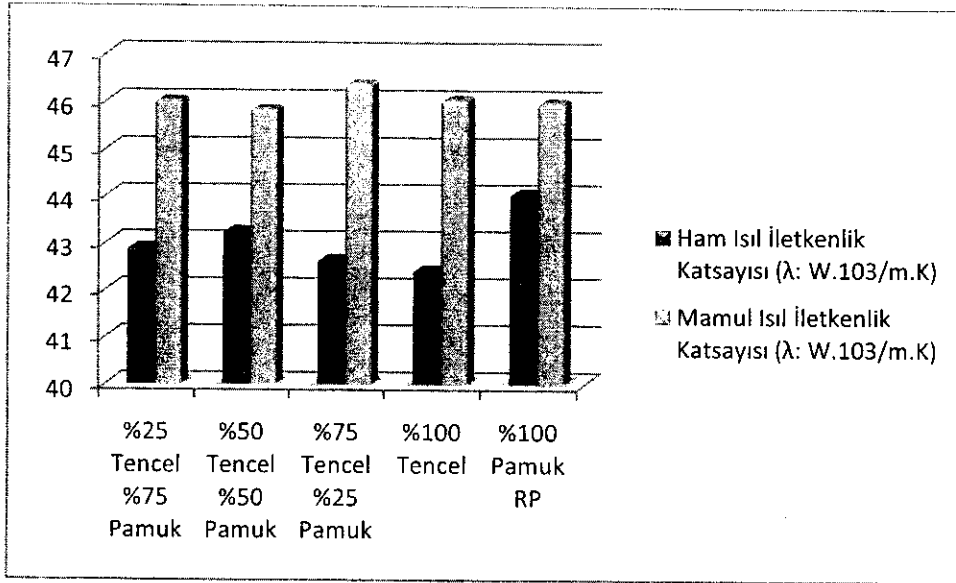
MMT cihazında değerlendirilen diğer bir önemli parametre ise genel nem yönetimi kapasitesidir. Genel nem yönetim kapasitesi (OMMC değeri) ne kadar yüksekse kumaşın nem yönetim kapasitesi de o kadar yüksektir. Sıvı nem yönetim kapasitesi cildin kuruluğu ve konforu açısından önemli bir parametre olup terin kolayca ve hızlı bir şekilde ciltten hemen bitişiğindeki dış yüzeye taşınımını göstermektedir. Bir kumaşın OMMC değeri 0.6-0.8 arasında ise MMT skalasına göre 4'e tekabül etmekte ve çok iyi anlamına gelmektedir. 0.8'in üzerinde ise 5'e tekabül etmekte ve mükemmel anlamına gelmektedir (Namlıgöz ve ark. 2010). Çizelge 5. 9. ve Şekil 5. 25. incelendiğinde ise mamul kumaşların OMMC değeri en düşük 0,679 ile en yüksek 0,734 arasında değiştiği ve ham kumaşlarda ise bu değer en düşük 0,50 ile en yüksek 0,645 arasında değiştiği görülmüştür. Dolayısıyla mamul kumaşların OMMC değeri MMT skalasında Çizelge 5. 10'da da görüldüğü gibi 4'e tekabül etmekte bu ise çok iyi olarak açıklanmaktadır. Ham kumaşlarda ise %75 Tencel - %25 Pamuk karışımına kadar ve %100 penye pamuk kumaşlarının OMMC değeri MMT skalasında Çizelge 5. 10'da da görüldüğü gibi 3'e karşılık gelmekte ve bu iyi olarak açıklanmaktadır, %100 tencel iplikle dokunan kumaşın ise OMMC değeri MMT skalasında Çizelge 5. 10'da da görüldüğü gibi 4'e tekabül etmekte ve çok iyi olarak açıklanmaktadır. Mamul kumaşların OMMC değerinin ham kumaşların OMMC değerinden daha yüksek çıkmasının sebebinin mamul kumaşlara uygulanan gaze işlemi sonucu olarak yüzeydeki tüylenmenin azalması sonucu olabileceği düşünülmektedir (Shishoo 2005, Demir 2016).

Çünkü gaze işlemleri bilindiği gibi yüzeydeki lif uçlarını kontrollü bir şekilde yakarak yüzeyden uzaklaştırmakta ve bu işlem sayesinde kumaş daha gözenekli hale gelmiş olup mamul kumaşta daha fazla OMMC değeri beklenebilir.

### 5.2.2.3. Isıl geçirgenlik (Alambeta) ölçüm sonuçlarının tartışılması

**Çizelge 5.11.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (11)

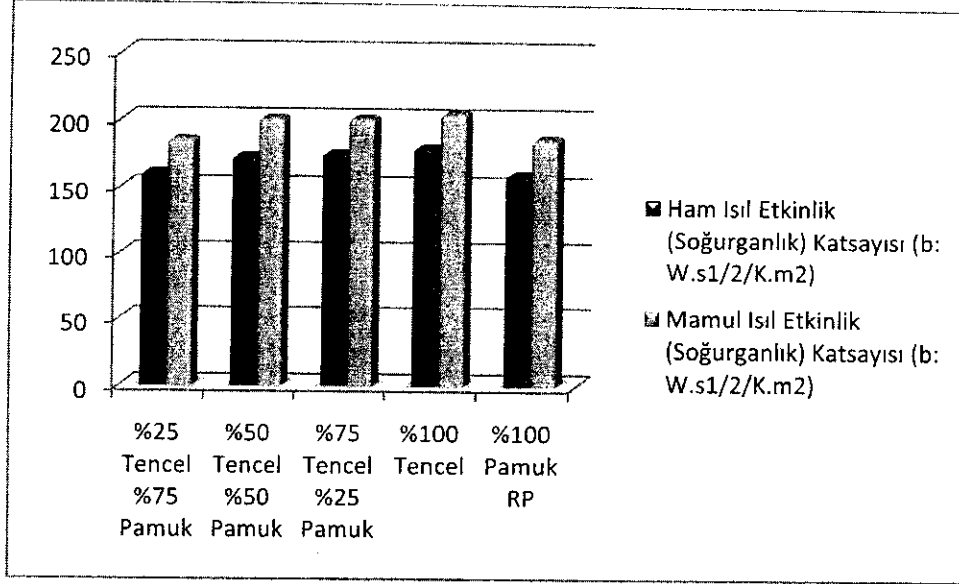
Karışım Oranı (Atkı İpliği)	Isıl İletkenlik Katsayısı ( $\lambda$ : W.10 <sup>3</sup> /m.K)	
	Ham	Mamul
%25 Tencel %75 Pamuk	42,920(1)	46,040(1)
%50 Tencel %50 Pamuk	43,280(1)	45,860(1)
%75 Tencel %25 Pamuk	42,680(1)	46,400(1)
%100 Tencel	42,460(1)	46,060(1)
%100 Pamuk RP	44,080(2)	46,000(1)



**Şekil 5.26.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ : W.10<sup>3</sup>/m.K) ölçüm sonuçları

**Çizelge 5.11.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (11)

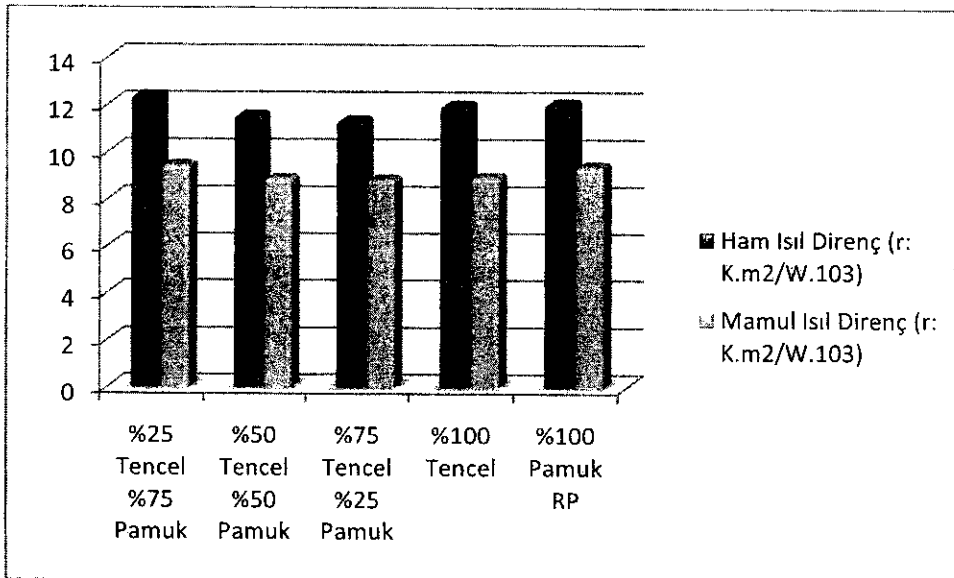
Karışım Oranı (Atkı İpliği)	Isıl Etkinlik (Soğurganlık) Katsayısı ( $b$ : W.s <sup>1/2</sup> /K.m <sup>2</sup> )	
	Ham	Mamul
%25 Tencel %75 Pamuk	161,80(1)	185,40(1)
%100 Pamuk RP	160,20(1)	186,80(1)
%50 Tencel %50 Pamuk	173,60(2)	201,40(2)
%75 Tencel %25 Pamuk	176,20(2-3)	201,40(2)
%100 Tencel	180,60(3)	205,00(2)



Şekil 5. 27.Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların ısıl etkinlik katsayısı (b:  $W.s^{1/2}/K.m^2$ ) ölçüm sonuçları

Çizelge 5.11. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (11)

Karışım Oranı (Atkı İpliği)	Isıl Direnç (r: $K.m^2/W.10^3$ )	
	Ham	Mamul
%25 Tencel %75 Pamuk	12,400(2)	9,480(2)
%50 Tencel %50 Pamuk	11,580(1)	8,900(1)
%75 Tencel %25 Pamuk	11,360(1)	8,860(1)
%100 Tencel	12,000(2)	8,960(1)
%100 Pamuk RP	12,080(2)	9,420(2)



Şekil 5. 28.Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların ısıl direnç (r:  $K.m^2/W.10^3$ ) ölçüm sonuçları

Farklı karışım oranlarının tencel-pamuk ipliklerinden oluşturulan ham ve mamul kumaşların ısı geçirgenlik özelliklerine (ısı iletkenlik katsayısı, ısı etkinlik (soğurganlık) katsayısı ve ısı direnç değerlerine) etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan SNK test sonuçlarını gösteren Çizelge 5.11 incelendiğinde karışım oranının, ham ve mamul kumaşların ısı etkinlik katsayısı ve ısı direnç değerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu, ısı iletkenlik katsayısına etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.

Şekil 5. 26 incelendiğinde ham kumaşlarda ısı iletkenlik katsayısı %100 penye pamuk ipliği ile dokunan kumaşların tencelli karışımlara göre daha yüksek çıkması ve istatistiksel olarak anlamlı olması beklenen bir durumdur. Isı iletkenlik katsayısı bir materyalden, birim kalınlıkta 1<sup>0</sup>K sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının ölçüsüdür. Malzemenin iki yüzeyi birim sıcaklık farkına maruz kaldığında gerçekleşmektedir (Marmaralı ve ark. 2006, Yüksel 2010, Çarkıt 2012). Giysilerde yüksek ısı iletkenlik özelliği, fiziksel aktiviteler sırasında vücutta oluşan fazla ısının uzaklaştırılmasını desteklemektedir (Marmaralı ve Oğlakcıoğlu 2013). Tencel lifi doğal selülozik ve sentetik liflere göre daha yüksek absorpsiyon kapasitesine, çok düzenli bir şekilde yerleşmiş kristalin nanofibril selülozik yapıya ve fibriller lif tarafından kaplandığı için pürüzsüz bir yüzeye sahiptir. Ayrıca bu liflerde su absorpsiyonu fibriller arasındaki kapilar boşluklarda meydana geldiği için su buharının, sıvı suyun ve daha büyük çözülmemiş moleküllerin kolay bir şekilde girişini sağlar (Schuster ve ark. 2006). Kumaşların ısı iletkenlik değeri, liflerin ısı iletkenlik katsayısının yanında, kumaş içerisinde hapsedilen hava miktarı ile de yakından ilgilidir. Havanın ısı iletkenlik katsayısı oldukça düşüktür ve bu nedenle içerisinde fazla miktarda hava ihtiva eden liflerin ısı iletkenlik katsayıları da düşük olmaktadır (Marmaralı ve Oğlakcıoğlu 2013). Tencel lifi doğal selülozik ve sentetik liflere göre daha fazla su emme özelliğinden dolayı daha fazla hava ihtiva eder dolayısıyla ısı iletkenlik değerleri pamuğa göre daha düşüktür. Dolayısıyla tencel lifi ile oluşturulan kumaşların ısı konfor özelliklerinin iyi olması beklenir.

Suyun yüksek ısı kapasitesinden dolayı su içeren liflerin de yüksek ısı kapasitesine sahip olmaları beklenir. İnsan vücudunun ısı düzenlemesine yardımcı olmak için önemli bir faktördür. Tencel nem içeriğinden dolayı orantılı bir şekilde yüksek ısı kapasitesine sahiptir. Kuru tencel lifleri sorpsiyon ısısından dolayı su buharını absorpsiyonu yoluyla

enerji üretir ki bu da sıcak bir etki oluşturur, fakat nemli tencel lifleri suyun buharlaşması yoluyla serin bir etki oluşturur (Schuster ve ark. 2006).

Isıl etkinlik (soğurganlık) (absorbsiyon) katsayısı bir kişinin kumaşa ilk temas ettiği anda hissettiği sıcak veya soğuk algısının objektif bir ölçüm parametresidir. Bir kumaşın ısıl soğurganlığı, birim zamanda kumaşın yüzeyinden uzaklaşan ısı miktarının bir ölçüsüdür. Bir kumaşın yüzeyinden ısı uzaklaşmıyorsa ılık(sıcak) hissedilir ve uzaklaşıyorsa soğuk hissedilir. Dolayısıyla ısıl soğurganlık değeri yüksek ise kumaş tarafından soğurulacak ısı artar ve kişi ilk temasta soğuk hissi algılar (Schuster ve ark. 2006).

Çizelge 5.11, Şekil 5. 27 incelendiğinde ham ve mamulde istatistiksel anlamlılık seviyesi farklılık göstermekle birlikte karışımdaki tencel oranı arttıkça ısıl etkinlik (soğurganlık) katsayısı artmaktadır ve en yüksek değerler % 100 tencel iplikten oluşan kumaşlarda görülmüştür. Tencel içerikli ürünlerde ortam nemi arttıkça tencel lifinin nem içeriği artacağından dokunulduğunda serinlik hissi artar. Bu davranış pamukla kıyaslandığında daha belirgindir. Çünkü ortam nemi arttıkça su içeriğinin artışı tencelde pamuğa göre yüksektir. Bu davranış sıcak ve nemli ortamlarda serinliğe ihtiyaç duyulduğunda serinlik hissini artırır. Diğer taraftan bir kumaşta sıcak tutma özelliğine ihtiyaç duyduğumuzda tencelin hidrofobik ve hidrofilik liflerle karışımlarından oluşmasını ve hızlı bir şekilde kuruma davranışı göstermesini ve bunu sıcaklık hissi olarak geri dönüşünü sağlamasını bekleriz. Dolayısıyla vücut sıcaklığının dengesi tencel içeriğinin optimal bir şekilde ayarlanması ile sağlanabilir (Schuster ve ark. 2006, Marmaralı ve ark. 2006, Bedez Üte ve ark. 2008, Hes ve Loghin 2009, Güney ve Üçgül 2010, Bozdoğan 2010, Çarkıt 2012, Kanat ve Özdil 2013). Bu çalışmada tencel oranının artmasıyla ısıl soğurganlık değeri artmasına rağmen en optimum değerler istatistiki açıdan % 50 tencel - % 50 pamuk ile oluşturulmuş kumaşlarda elde edilmiştir.

Çizelge 5.11 ve Şekil 5. 28 incelendiğinde karışım oranının ham ve mamul kumaşların ısıl direnç özelliklerine etkisinin iplik kompozisyonundaki tencel oranının %25'den%50'yeartmasıve mamul kumaşlar için ayrıca iplik kompozisyonundaki tencel oranının %75'den %100'e artması istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturduğu görülmektedir. Isıl direnç özellikle soğuk günlerde giysinin kişiyi soğuktan koruyabilmesi yani kişiyi sıcak tutabilmesi açısından önemlidir. Isıl direnç değeri düşük olan kumaşları kişi soğuk hissi ile algılamaktadır. Dolayısıyla soğuktan korunabilmek

için yani giysilerde yüksek ısı izolasyonu sağlayabilmek için yüksek ısı direnç değerine sahip kumaşlar tercih edilirken bahar ve yaz aylarında serin ve konforlu hissedebilmek için ise düşük ısı direnç değerine sahip kumaşlar tercih edilmelidir (Marmaralı ve Oğlakcıoğlu 2013).

Ham ve mamul kumaşlarda %75 tencel - %25 pamuk ipliğiyle dokunan kumaşların ısı direnci diğer karışım oranlarından dokunan kumaşlara göre daha düşük olduğu için yukarıda belirtildiği gibi bahar ve yaz aylarında bu karışım oranının yeterli olacağı düşünülmektedir. Diğer taraftan bir kumaşta sıcak tutma özelliğine ihtiyaç duyduğumuzda ise bu çalışmada özellikle kış aylarında % 25 tencel - % 75 pamuk karışımının yeterli olduğu görülmektedir. Dolayısıyla vücut sıcaklığının dengesi tencel içeriğinin optimal bir şekilde ayarlanması ile sağlanabilir (Schuster ve ark. 2006).

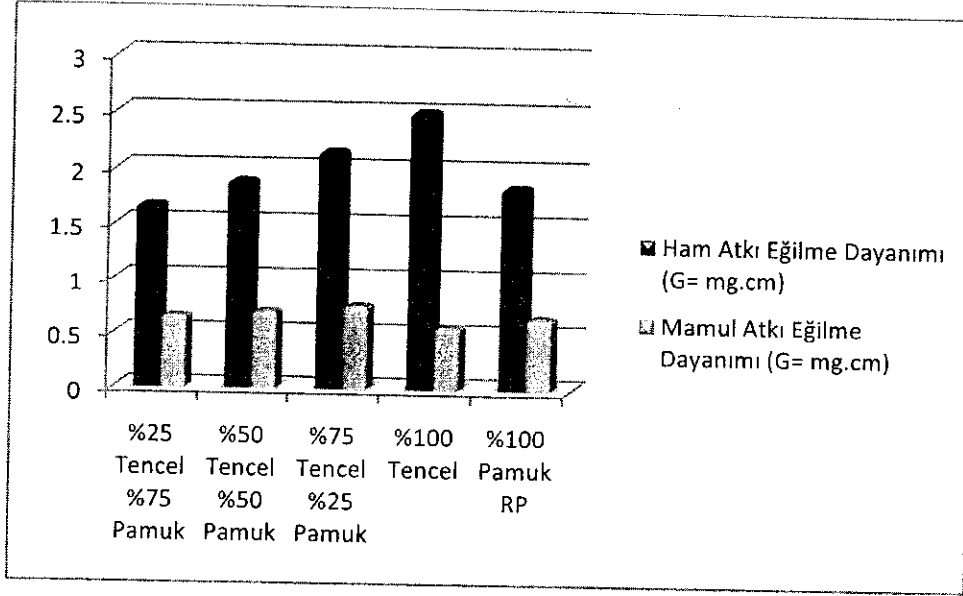
Çizelge 5.11, Şekil 5.26, 5.27 ve 5. 28 incelendiğinde ham ve mamul kumaşların ısı iletkenlik ve ısı etkinlik katsayıları karşılaştırıldığında ham kumaşların ısı iletkenlik ve ısı etkinlik katsayıları mamul kumaşların ısı iletkenlik ve ısı etkinlik katsayılarına göre daha düşük çıkmış ve ısı dirençleri kıyaslandığında ise tam tersine ham kumaşların ısı direnci mamul kumaşların ısı direncine göre daha yüksek çıkmış olup tüm bunların sebebinin ise ham kumaşlara uygulanan haşıl ve mamul kumaşlara uygulanan gaze işleminin olduğu sonucuna varılmıştır. Gaze işlemi sonrasında mamul kumaşın yüzeyi daha az tüylü hale gelmekte bu durumun ısı iletkenlik ve ısı etkinlik katsayılarını arttırdığı ve ısı direnç değerini azalttığı düşünülmektedir.

### 5.2.3. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşın diğer önemli özelliklerinin ölçüm sonuçlarının tartışılması

#### 5.2.3.1. Eğilme dayanımı ölçüm sonuçlarının tartışılması

Çizelge 5.12. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (12)

Karışım Oranı (Atkı İpliği)	Atkı Eğilme Dayanımı (G=mg.cm)	
	Ham	Mamul
%25 Tencel %75 Pamuk	1,6688(1)	0,6606(1)
%50 Tencel %50 Pamuk	1,8963(1)	0,7065(1)
%75 Tencel %25 Pamuk	2,1647(1-2)	0,7662(1)
%100 Tencel	2,5178(2)	0,5762(1)
%100 Pamuk RP	1,8574(1)	0,6630(1)



**Şekil 5. 29.**Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atk eğilme dayanımı (G=mg.cm) ölçüm sonuçları

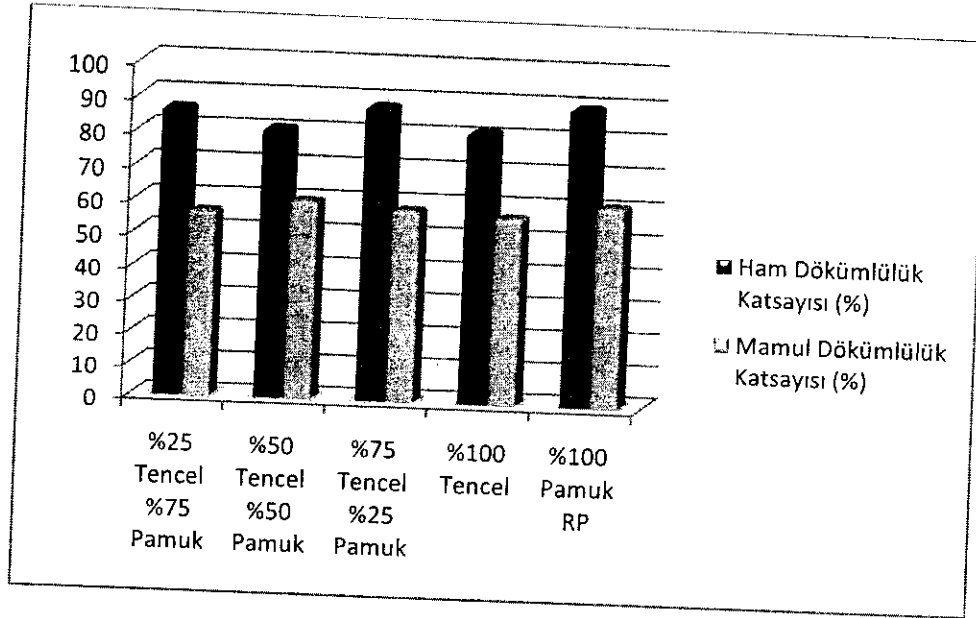
Farklı karışım oranlarının tencel-pamuk ipliklerinden oluşturulan ham ve mamul kumaşların eğilme dayanımı özelliğine etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan SNK test sonuçlarını gösteren Çizelge 5.12 incelendiğinde karışım oranının, ham kumaşların eğilme dayanımı değerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu, mamul kumaşların ise eğilme dayanımı değerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Çizelge 5.12 ve Şekil 5. 29 incelendiğinde ham kumaşların eğilme dayanımlarının mamul kumaşların eğilme dayanımlarından yüksek olduğu görülmüştür.

Tüm bunların sebebinin ham kumaşların üzerinde bulunan haşıl maddesinden ve mamul kumaşa uygulanan bitim işlemlerinden kaynaklanan varyasyonlardan olduğu düşünülmektedir (Özdil 2014).

### 5.2.3.2. Dökümlülük katsayısı ölçüm sonuçlarının tartışılması

**Çizelge 5.13.** Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (13)

Karışım Oranı (Atkı İpliği)	Dökümlülük Katsayısı (%)	
	Ham	Mamul
%25 Tencel %75 Pamuk	86,7420(1-2)	56,5020(1)
%50 Tencel %50 Pamuk	81,2820(1)	60,3120(2)
%75 Tencel %25 Pamuk	88,8020(2)	58,5260(1-2)
%100 Tencel	82,0000(1)	57,0000(1)
%100 Pamuk RP	90,0500(2)	61,2100(2)



**Şekil 5. 30.**Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların dökümlülük katsayısı (%) ölçüm sonuçları

Farklı karışım oranlarının tencel-pamuk ipliklerinden oluşturulan ham ve mamul kumaşların dökümlülük özelliğine etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan SNK test sonuçlarını gösteren Çizelge 5.13. incelendiğinde karışım oranının, ham ve mamul kumaşların dökümlülük katsayısı değerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.

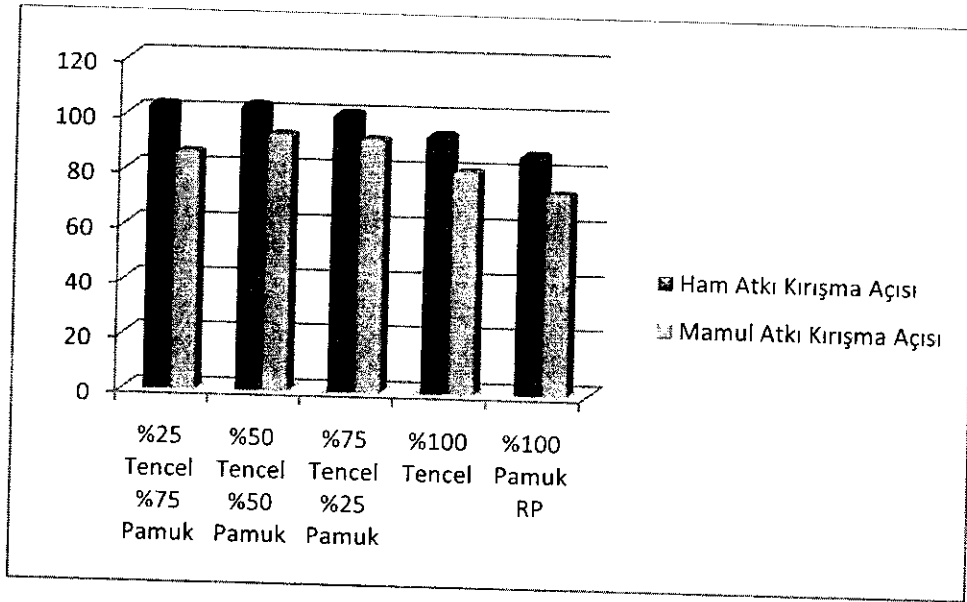
Dökümlülük kumaşın kendi ağırlığı altındaki deformasyonu olup dökümlülük katsayısı arttıkça dökümlülük azalmaktadır. Kumaşın dökümlülüğü; kumaşın gramajına, hammade cinsine ve sertliğine bağlıdır (Bozdoğan 2010, Özdil 2014). Çizelge 5.13 ve Şekil 5. 30 incelendiğinde mamul kumaşların dökümlülük katsayısı değerlerinin ham kumaşların dökümlülük katsayısına göre daha düşük çıktığı görülmektedir. Bunun nedeninin ham kumaşların üzerinde bulunan haşıl maddesinden ve mamul kumaşa uygulanan bitim işlemlerinden kaynaklanan varyasyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



### 5.2.3.3. Kırışma açısı ölçüm sonuçlarının tartışılması

Çizelge 5.14. Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlara ait SNK test sonucu (14)

Karışım Oranı (Atkı İpliği)	Atkı Kırışma Açısı (°)	
	Ham	Mamul
%25 Tencel %75 Pamuk	103,60(1)	86,40(2-3)
%50 Tencel %50 Pamuk	103,80(1)	93,30(3)
%75 Tencel %25 Pamuk	101,40(1)	92,20(3)
%100 Tencel	94,20(1)	81,00(1-2)
%100 Pamuk RP	87,60(1)	73,50(1)



Şekil 5. 31.Farklı karışım oranındaki tencel-pamuk ipliklerinden oluşan kumaşların atkı kırışma açısı (°) ölçüm sonuçları

Farklı karışım oranlarının tencel-pamuk ipliklerinden oluşturulan ham ve mamul kumaşların kırışma açısı özelliğine etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan SNK test sonuçlarını gösteren Çizelge 5.14. incelendiğinde karışım oranının, ham ve mamul kumaşların kırışma açısı değerine etkisinin anlamlı olmadığı görülmüştür.

Su, selüloz yapılı lif elementlerinin sahip oldukları hidroksil gruplarından dolayı lifler arasında daha kolay nüfus eder ve iplik kesitlerinin kolayca şişmesine yol açmaktadır. İpliklerin kesitlerinin şişmesi ise kumaşların çekmesi ve büzülmesi sonucunu doğurmaktadır. Kumaşı oluşturan tekstil liflerinin içerisindeki lif elementleri yani kristaller, mikrofibriler bir denge halinde bulunmaktadır. Kumaşa dışarıdan herhangi bir kuvvet etki ettiğinde lif elementleri bu kuvvetin etkisiyle birbirine göre kayarak yeni bir denge meydana getirmektedirler. Etki eden kuvvet kalktığında yeni meydana gelmiş

denge tamamen eski haline dönemediğinden lifler ve dolayısıyla kumaş buruşmuş olur (Yazıcıoğlu ve Üstün 1996, Arık 2015). Liflerin yüksek oraynatasyon derecesi yüksek kopma dayanımına, az uzamaya yani az elastikiyet ve yüksek derecede buruşmaya neden olur (Yazıcıoğlu ve Üstün 1996). Oryantasyon derecesi bakımından pamuk ve keten buruşmaya en fazla meyilli lifler arasındadır (Yazıcıoğlu ve Üstün 1996, Özdil 2014). Viskon lifi ise oryantasyon düzeni bakımından az buruşma özelliğine sahiptir. Ancak bu lifin gerek kolay nüfus edilebilen bölgelerinin çokluğu gerekse fazla nem alabilme özelliği ve nemden kolay etkilenmesi buruşmasını arttırmaktadır (Yazıcıoğlu ve Üstün 1996). Özel bir rejenere selülozik lif olan tencelin hem yüksek oryantasyona sahip olması hemde yüksek nem alabilme özelliği nedeniyle Çizelge 5.14'de de görüldüğü gibi pamuğa çok benzer kırışma davranışı sergilemektedir.

Buruşmazlık kumaşların belirli bir basınç altında kırıştırıldıktan sonra basınç etkisi kaldırıldığında eski formuna dönebilme yeteneği olup (Özdil 2014) Çizelge 5.14 ve Şekil 5.31 incelendiğinde atkı kırışma açısının ham kumaşta mamule kıyasla daha yüksek çıkmasının nedeni ise ham kumaşın üzerinde bulunan haşıl maddesinin etkisinden kaynaklanabileceği düşünülmekte ve dolayısıyla ham kumaşın buruşmaya eğilimi mamule kıyasla daha az olacağı beklenmektedir.

Yapılan çalışma sonucunda iplik ile ilgili şu önemli sonuçlara varılmıştır;

**Çizelge 5. 15.** İplik ölçüm sonuçlarının genel değerlendirilmesi

İplik Özellikleri / Karışım Oranı	%100 Pamuk RP	%25 Tencel %75 Pamuk	%50 Tencel %50 Pamuk	%75 Tencel %25 Pamuk	%100 Tencel
Kopma Yüğü (N)	1	2	3	4	5
Kopma Uzaması (%)	1	2	3	4	5
Kopma Mukavemeti (cN/tex)	1	2	3	4	5
Kopma İşi (N.cm)	1	2	3	4	5
Düzgünsüzlük Um (%)	2	1	3	4	5
Varyasyon Katsayısı CVm(%)	2	1	2	3	4
Tüylülük (H)	1	2	2	2	1
İnce Yer (%30)	2	1	3	4	5
İnce Yer (%40)	2	1	3	4	4
Kalın Yer (%35)	3	1	2	4	5
Kalın Yer (%50)	3	1	2	3	3
Neps (+140)	4	1	2	3	5
Neps (+200)	4	1	2	3	4
Rutubet (%)	1	2	3	4	5
Büküm Canlılığı (Kr)	1	2-1	2-1	3	2
Bobin Sertliği (N)	1	2	2	2	3

\*5: en iyi, 1: en kötü

Çizelge 5. 15. incelendiğinde; %100 penye pamuk, % 25 tencel - % 75 pamuk, % 50 tencel - % 50 pamuk, % 75 tencel - % 25 pamuk ve % 100 tencel iplikleri arasında en iyi değerler tüylülük hariç % 100 tencel iplikte elde edilmiştir;

- Çizelge 5. 15. incelendiğinde karışımdaki tencel lif oranı arttıkça ipliklerin kopma yükü, kopma uzaması, kopma mukavemeti ve kopma işi değerlerinin arttığı görülmüştür. Bunun sebebi tencel lifinin doğal ve diğer rejenere selülozik liflere göre daha yüksek oryantasyona ve kristalin yapıya sahip olmasından dolayı daha mukavemetli olmasıdır.
- Çizelge 5. 15. incelendiğinde karışımdaki tencel lif oranı arttıkça ipliklerin % Um, % Cvm, ince-kalın yer, neps değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir ki karışım ipliklerde kullanılan sentetik lif veya rejenere lif oranlarının artması ipliklerin varyasyon katsayısı ve düzgünsüzlük değerlerini azaltıcı yönde etki etmektedir. Ayrıca en yüksek tüylülük değeri % 100 Tencel ipliklerde görülmüş olup tencel lifinin fibrilasyona eğilimi birçok life göre yüksek olması sonucu bu beklenmektedir.
- Tencel lifinin nem emilimi pamuk lifinin nem emiliminden yüksek olması ve tencel lifinin nem oranı bilindiği gibi pamuk lifinin nem oranından yüksek olması sonucu Çizelge 5. 15. incelendiğinde de karışımdaki tencel lif oranı arttıkça ipliklerin rutubet değerlerinin arttığı tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda kumaş (ham ve mamul) ile ilgili şu önemli sonuçlara varılmıştır;

**Çizelge 5. 16.**Ham ve mamul kumaş ölçüm sonuçlarının genel değerlendirilmesi

Kumaş Özellikleri / (Atkı İpliği) Karışım Oranı	%100 Pamuk RP		%25 Tencel %75 Pamuk		%50 Tencel %50 Pamuk		%75 Tencel %25 Pamuk		%100 Tencel	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
	Kopma Yükü (kN)	1	1	1	2	2	3	3	4	4
Kopma Mukavemeti (MPa)	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5
Kopma Uzaması (%)	1-2	1	1	1	2	2	3	2	4	2
Kopma İş (J)	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4
Atkıya Dik Yırtılma Mukavemeti (N)	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2
Aşınma Dayanımı (20000 devirdeki Kütle Kaybı: %)	5	4	4	3	3	1	2	2	1	1
Hava Geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s)	4	3	1	1	1-2	1	2-3	1-2	3	2
Tek Yöne Toplanmış Transfer İndeksi (OWTC: %)	1	3	1	3	1	2-3	1	1	1	1-2
Kapsamlı Nem Ölçüm Kapasitesi (OMMC)	1	1	1	1	1	1	1-2	1	2	1
Isıl İletkenlik Katsayısı (λ: W.10 <sup>3</sup> /m.K)	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Isıl Etkinlik (Soğurganlık) Katsayısı (b: W.s <sup>1/2</sup> /K.m <sup>2</sup> )	1	1	1	1	2	2	2-3	2	3	2
Isıl Direnç (r: K.m <sup>2</sup> /W.10 <sup>3</sup> )	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1
Atkı Eğilme Dayanımı (G=mg.cm)	2	2	2	2	2	2	2-1	2	1	2
Dökümlülük Katsayısı (%)	1	1	2-1	2	2	1	1	2-1	2	2
Atkı Karışım Açısı (°)	3	3	3	2-1	3	1	3	1	3	3-2

\*5: en iyi, 1: en kötü

Çizelge 5. 16. incelendiğinde; %100 penye pamuk, % 25 tencel - % 75 pamuk, % 50 tencel - % 50 pamuk, % 75 tencel - % 25 pamuk ve % 100 tencel atkı ipliklerinden dokunan kumaşlar arasında genelde en iyi değerler % 100 tencel atkı ipliğiyle dokunan ham ve mamul kumaşlarda elde edilmiştir;

- Çizelge 5.16. incelendiğinde karışımdaki tencel lif oranı arttıkça ham ve mamul kumaşların kopma yükü, kopma uzaması, kopma mukavemeti, kopma işi ve yırtılma mukavemeti değerlerinin, tencel lif yapısının doğal ve diğer rejenere selülozik liflere göre daha oryante ve kristalin olması ve tencel lifi mukavemet değerlerinin pamuk lifi mukavemet değerlerinden yüksek olması sonucu arttığı tespit edilmiştir.
- İplik kompozisyonundaki tencel lif oranı arttıkça ham ve mamul kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin arttığı görülmüş olup sebebinin tencel lif yapısıyla ilgili olduğu düşünülmektedir.
- Ham ve mamul kumaşlarda istatistiksel anlamlılık seviyesi farklılık göstermekle birlikte karışımdaki tencel oranı arttıkça ısıl etkinlik (soğurganlık) katsayısı artmaktadır ve en yüksek değerler % 100 tencel iplikten oluşan kumaşlarda görülmüştür. Tencel içerikli ürünlerde ortam nemi arttıkça tencel lifinin nem içeriği artacağından dokunulduğunda serinlik hissi artar. Bu davranış pamukla kıyaslandığında daha belirgindir. Çünkü ortam nemi arttıkça su içeriğinin artışı tencelde pamuğa göre yüksektir. Bu davranış sıcak ve nemli ortamlarda serinliğe ihtiyaç duyulduğunda serinlik hissini artırır.

## KAYNAKLAR

- Abdullah, I., Blackburn, R. S., Russell, S. J., Taylor, J. 2006.** Tensile and elastic behavior of tencel continuous filaments. *Journal of Applied Polymer Science*, 99: 1496-1503.
- Abu-Rous, M., Varga, K., Bechtold, T., Schuster, K. C. 2007.** A new method to visualize and characterize the pore structure of tencel (lyocell) and other man-made cellulosic fibres using a fluorescent dye molecular probe. *Wiley Inter Science*, 106: 2083-209.
- Alp, E. 2010.** Tencel kumaşlarda farklı parametrelerde dikiş büzgülerinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, MÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul, 4-10.
- Anonim, Mayıs 2013a.** Lenzing'den dev bir adım daha. *Tekstil & Teknik Dergisi*, 29(340): 24-28.
- Anonim, Haziran 2013b.** Lenzing "Botanic – Lounge" konseptini tanıttı. *Tekstil & Teknik Dergisi*, 341.
- Anonim, Haziran 2013c.** Lenzing AG, Tencel Botanic Lounge'ı tanıttı. *Tekstil Teknoloji Dergisi*, 199.
- Anonim, 2014a.** % 100 Tencel. [http://www.karsu.com.tr/px\\_p/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/tencel-ve-karisimlari.php](http://www.karsu.com.tr/px_p/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/tencel-ve-karisimlari.php)- (Erişim tarihi:16.03.2014)
- Anonim, 2014b.** Tencel. <http://www.lenzing.com/> (Erişim tarihi:16.03.2014)
- Badr, A. A., El-Nahrawy, A., Hassanin, A. 2014.** Comfort and protection properties of tencel/cotton blends. Beltwide Cotton Conferences, New Orleans, LA,6-8 Ocak, 1009 – 1020.
- Bahar, N., 2015.**Tencel dokuma kumaşların terbiye işlemleri. [http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/4\\_niyazi\\_bahar.pdf](http://experiencetencel-bursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/4_niyazi_bahar.pdf)- (Erişim tarihi: 19.06.2015)
- Bedez Üte, T., Oglakcıoğlu N., Çelik, P., Marmaralı, A., Kadoğlu, H. 2008.** Doğal renkli pamuk ve angora tavşanı lifi karışımından üretilen ipliklerin özellikleri ve örgü kumaşların ısı konforuna etkileri üzerine bir araştırma. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3: 191-197.
- Borbély, E. 2008.** Lyocell, the new generation of regenerated cellulose. *Acta Polytechnica Hungarica*, 5(3): 11-18.
- Bozdoğan, F. 2010.** Fiziksel tekstil muayeneleri (kumaş testleri). EÜ Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, İzmir, 160s.

- BS EN 22313:1992, ISO 2313:1972.** Tekstil kumaşları. Enine (yatay) katlanmış numunenin kırışmasından sonra kırışma açısının belirlenmesi
- Brigita, K. S. 2004.** The structure and final properties of woven fabrics. 2nd International Textile Clothing & Design Conference, Dubrovnik, Croatia, 3-6 Ekim, 206-210.
- Çakmak, A. Ağustos 2013.** The evaluation of physical and comfort performance of various denim cloths. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-34.
- Çarkıt, G. Ağustos 2012.** Bambu-pamuk karışımı örme kumaşların özelliklerinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 14-27.
- Çetin, C. 2007.** Dokuma kumaş özelliklerinin ve görmüş olduğu mekanik bitim işlemlerinin dokuma kumaş mukavemetine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 29-30.
- Çoban, S., Namlıgöz, E. S. 2005.** Termofizyolojik giysi konforu ve test cihazları. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 15(4): 245-252.
- Debbie, J. X. Y. 2003.** Tensile drawing behavior of rotor spun yarn. The Hong Kong Polytechnic University, Institute of Textiles and Clothing.
- Demir, Ö. 2016.** Luxicool elyafı kullanımının kumaş konfor özelliklerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, PÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, 35-37.
- Durakçay, C., 2015.** Nevresim takımları için tencel® elyaf portföyü. <http://docplayer.biz.tr/5818971-Nevresim-takimlari-icin-tencel-elyaf-portföyü-cenk-durakçay-2-haziran-2015-bursa.html>- (Erişim tarihi: 19.06.2015)
- Dziworska, G., Frydrych, I., Matusiak, M., Filipowska, B. 2000.** Aesthetic and hygienic properties of fabrics made from different cellulose raw materials. *Fibres & Textiles in Europe*, 29: 2.
- Frydrych, I., Dziworska, G., Bilka, J. Ekim 2002.** Comparative analysis of the thermal insulation properties of fabrics made of natural and man-made cellulose fibres. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 40-44.
- Goldman, R. F. 2005.** The four “fs” of clothing comfort. *Environmental Ergonomics*, 315-320.
- Gün, A. D., Bodur, A. 2014.** Kumaşların su buharı geçirgenliği. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(3): 20-34.
- Günaydın, M. N. 15 Nisan 2009.** Rejenere selülozik lifler karakteristik özellikler ve tekstilde kullanım alanları. *Tekstil ve Mühendis Dergisi*, 17-20.

- Güney, F., Üçgül, İ. 2010.** Koruyucu giysiler içindeki nefes alabilir membranların termal yalıtım özellikleri. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1: 9-16.
- Haemmerle, F. M., 2015.** Product improvements by blending cotton with tencel. Experience tencel goes Bursa. [http://experientencelbursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2\\_franz\\_haemmerle.pdf](http://experientencelbursa.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/2_franz_haemmerle.pdf)- (Erişim tarihi: 19.06.2015)
- Hatch, K. L. 1993.** Comfort properties. *Textile Science*, MN: West Publishing Co., Minneapolis, 26-27.
- Hes, L., Loghin, C. 2009.** Heat, moisture and air transfer properties of selected woven fabrics in wet state. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 2: 3.
- Ibbett, R. N., Domvoglou, D., Phillips, D. A. S. 2008.** The hydrolysis and recrystallisation of lyocell and comparative cellulosic fibres in solutions of mineral acid. *Cellulose*, 15: 241-254.
- Kaimouz, A. W., Wardman, R. H., Christie, R. M. 2010.** 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.
- Kanat, Z. E., Özdil, N. Nisan 2013.** Aktiviteye bağlı olarak giysilerde değişen nem miktarının ısı konforuna etkisi. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Isıl Konfor Sempozyumu, İzmir. 1967-1972.
- Kaplan, S., Okur, A. 2005.** Kumaşların geçirgenlik-iletkenlik özelliklerinin giysi termal konforu üzerindeki etkileri. *Tekstil Maraton*, 56-65.
- Kaplan, S. 2009.** Kumaşların mekanik özelliklerinden ve geçirgenlik özelliklerinden yararlanılarak giysi konforunun tahminlenmesi. *Doktora Tezi*, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 5-17.
- Kasahara, K., Sasaki, H., Donkai, N., Yoshihara, T., Takagishi, T. 2001.** Modification of tencel with treatment of ferric sodium tartrate complex solution I. effect of treatment condition. *Cellulose*, 8: 23-28.
- Kılıç, M., Okur, A. 2011.** The properties of cotton-tencel and cotton-promodal blended yarns spun in different spinning systems. *Textile Research Journal*, 81(2): 156-172.
- Kılıç, M., Okur, A. Mart 2014.** Comparison of the results of different hairiness testers for cotton-tencel blended ring, compact and vortex yarns. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 39: 49-54.
- Kreze, T., Malej, S. 2003.** Structural characteristics of new and conventional regenerated cellulosic fibers, *Textile Research Journals*, 73(8): 675-684.

- Leimer, S., Moore, M. A., Goldsmith, E. 1997.** Effects of laundering and exposure to light on environmentally-improved fabrics. *Journal of Testing and Evaluation (JTEVA)*, 25(5): 497-502.
- Lou, C. W., Lin, C. W., Chen, Y. S., Yao, C. H., Lin, Z. S., Chao, C. Y., Lin, J. H. 2008.** Properties evaluation of tencel/cotton nonwoven fabric coated with chitosan for wound dressing. *Textile Research Journal*, 78(3): 248-254.
- Mak, C. M., Yuen, C. W. M., Ku, S. K. A., Kan, C. W. 2005.** Changes in surface morphology of tencel fabric during the fibrillation process. *The Journal of The Textile Institute*, 97(3): 241-246.
- Mak, C. M., Yuen, C. W. M., Ku, S. K. A., Kan, C. W. 2006.** Objective evaluation of the tencel fabric after fibrillation. *The Journal of The Textile Institute*, 97(3): 223-229.
- Mak, C. M., Yuen, C. W. M., Ku, S. K. A., Kan, C. W. 2010.** Low-temperature plasma treatment of tencel. *The Journal of The Textile Institute*, 97(6): 533-540.
- Männer, J., Ivanoff, D., Morley, R. J., Jary, S. 2011.** Tencel® - newcellulose fibers for carpets. *Lenzinger Berichte*, 89: 60-71.
- Marmaralı, A., Dönmez Kretzschmar, S., Özdil, N., Gülsevin Oğlakcıoğlu, N., 2006.** Giysilerde ısı konforu etkileyen parametreler. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4: 241-246.
- Marmaralı, A., Oğlakcıoğlu, N., 2013.** Giysilerde ısı konforu. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17-20 Nisan, İzmir, 1957-1962.
- Mbe, P. W. 2000.** Lyocell: the production process and market development: Regenerated cellulosic fibres, Ed.: Calvin Wooding, pp: 62-87.
- Milenkovic, L., Skundric, P., Sokolovic, R., Nikolic, T. Eylül 1999.** Comfort properties of defense protective clothings. *Working and Living Environmental Protection*, 1(4): 101 - 106.
- Namlıgöz, E. S., Çoban, S., Bahtiyari, M. İ. 2010.** Comparison of moisture transport properties of the various woven fabrics. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2: 93-99.
- Nergis, B. U., Beceren, Y. Temmuz/Eylül 2008.** Visual evaluation of the surface of tencel/cotton blend fabrics in production and cleaning processes. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 16(3): 68.
- Nicolai, M., Nechwatal, A., Mieck, K. P. 1996.** Textile crosslinking reactions to reduce the fibrillation tendency of lyocell fibers. *Textile Research Journals*, 66(9): 575-580.
- Nostro, P. L., Fratoni, L., Ridi, F., Baglioni, P. 2003.** Surface treatments on tencel fabric: grafting with  $\beta$ -Cyclodextrin. *Journal of Applied Polymer Science*, 88: 706-715.



- Onur, N. 2009.** Tencel kumaşlarda dikiş parametrelerinin dikiş mukavemetine etkilerinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, MÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul, 4-11.
- Owen, G. 2012.** Innovation in the man-made fibres industry: corporate strategy and national institutions. Paper prepared for seminar at SPRU, 21 Ekim, 1-18.
- Öner, E., Okur, A. 2010.** Materyal, üretim teknolojisi ve kumaş yapısının termal konfora etkileri. *Tekstil ve Mühendis*, 80(17): 20-29.
- Öner, E. Aralık 2008.** Dokuma kumaşların konfor özellikleri üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, PÜFen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 1-43.
- Özdil, N., Marmaralı, A., Dönmez Kretzschmar, S. 2007.** Effect of yarn properties on thermal comfort of knitted fabrics. *International Journal of Thermal Sciences*, 46: 1318-1322.
- Özdil, N. 2014.** Kumaşlarda fiziksel kalite kontrol yöntemleri. EÜ Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, İzmir, 120s.
- Öztürk, H. B., Potthast, A., Rosenau, T., Abu-Rous, M., Macnaughtan, B., Schuster, K. C., Mitchell, J. R., Bechtold, T. 2009.** Changes in the intra- and inter-fibrillar structure of lyocell (tencel) fibers caused by NaOH treatment. *Cellulose*, 16: 37-52.
- Robertson, A. F. 1950.** Air porosity of open - weave fabrics. Part II: Textile fabrics. *Textile Research Journal*, 20: 844-857.
- Schuster, K. C., Suchomel, F., Männer, J., Abu-Rous, M., Firgo, H. 2006.** Functional and comfort properties of textiles from tencel® fibres resulting from the fibres' water absorbing nanostructure. *Macromolecular Symposia*. 244(1): 149-165.
- Shin, Y., Son, K., Yoo, D. I. 2000.** Structural changes in tencel by enzymatic hydrolysis. *Journal of Applied Polymer Science*, 76: 1644-1651.
- Shishoo, R. 2005.** Textiles in sport. *The Textile Institute*, Boca, Raton, Boston, New York, Washington: CRC, WP, 1-11.
- Silva, C. G., Benaducci, D., Frollini, E. 2011.** Lyocell and cotton fibers as reinforcements for a thermoset polymer. *BioResources*, 7(1): 78-98.
- Singha, K. 2012.** Importance of the phase diagram in lyocell fiber spinning. *International Journal of Materials Engineering*, 2(3): 10-16.
- Smole, S. M., Persin, Z., Kreze, T., Kleinschek, K. S., Ribitsch, V., Neumayer, S. 2003.** X-Ray study of pretreated regenerated cellulose fibres. *Mat Res Innovat*, 7: 275-282.

- Syed, U. Kasım 2010.** 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.
- Stankovic, S. B., Popovic, D., Poparic, G. B.2008.** Thermal properties of textile fabrics made of natural and regenerated cellulose fibers. *Polymer Testing*, 27: 41–48.
- Şardağ, S. 2008.** İpliklerde vakumlu buharlama işlemleri ve iplik özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma. *Doktora Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Şekerden, F. 2009.** PES/VİS/LYCRA® içerikli atkı elastan dokumalarda çeşitli dokuma faktörlerinin kumaşın fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisinin incelenmesi. *Doktora Tezi*, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 6.
- TS EN ISO 139/A1. 2012.** Tekstil- Kondisyonlama ve deneyler için standard atmosfer şartları
- TS EN ISO 12945-1/T1.2014.** Tekstil- Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkinliğinin tayini- Bölüm 1: Boncuklanma kutusu metodu
- TS EN ISO 12947-3/AC. 2014.** Tekstil - Martindale metoduyla kumaşların aşınmaya karşı dayanımının tayini- Bölüm 3: Kütle kaybının tayini
- TS EN ISO 13934-1. 2013.** Tekstil - Kumaşların gerilme özellikleri - Bölüm 1: En büyük kuvvetin ve en büyük kuvvet altında boyca uzamanın şerit yöntemiyle tayini
- TS EN ISO 13937-1/AC. 2006.** Tekstil - Kumaşların yırtılma özellikleri- Bölüm 1: Balistik sarkaç metodu ile yırtılma kuvvetinin tayini
- TS 244 EN ISO 2060. 1999.** Tekstil-İplikler-Doğrusal yoğunluk (birim uzunluk başına kütle) tayini-Çile metodu
- TS EN ISO 2061. 2015.** Tekstil - İpliklerde büküm tayini- Doğrudan sayma metodu
- TS 391 EN ISO 9237. 1999.** Tekstil -Kumaşlarda hava geçirgenliğinin tayini
- TS 251. 2008.** Dokunmuş kumaşlar - Birim uzunluk ve birim alan kütlelerinin tayini
- TSE - TS 1409. 1973.** Dokuma kumaşların eğilme dayanımı tayini
- TSE - TS 9693.1991.** Tekstil- Dokuma kumaşların dökümlülüğünün belirlenmesi
- Turan, R. B., Okur, A.2008.** Kumaşlarda hava geçirgenliği. *Tekstil ve Mühendis*, 15(72): 16-25.

- Tyagi, G. K., Ashvani, G., Chattopadhyay, R. 2013a.** Physical characteristics of tencel-polyester and tencel-cotton yarns produced on ring, rotor and air-jet spinning machines. *Indian Journal of Fibres & Textile Research*, 38: 230-236.
- Tyagi, G. K., Ashvani, G., Chattopadhyay, R. 2013b.** Influence of twist and blend ratio on characteristics of ring-spun tencel blended yarns. *Indian Journal of Fibres & Textile Research*, 38: 138-143.
- Udomkichdecha, W., Chiarakorn, S. 2001.** Factors to predict the fibrillation tendency of lyocell fibers. *Journal Science Resource*, 26(1):49-56.
- Umur, Y. 2010.** Selülozik esaslı liflerde fibrilleşmenin kopma yükü ve uzama oranı üzerine etkisi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 15(1): 121-133.
- Varga, K., Kljun, A., Noisternig, M. F., Ibbett, R. N., Gruber, J., Schlangen, J., Griesser, U. J., Schuster, K. C. 2009.** Physiological investigation of resin-treated fabrics from tencel and other cellulosic fibres. *Lenzinger Berichte*, 87: 135-141.
- Yazıcıoğlu, Y., Üstün, G. Haziran 1996.** Dokuma kumaşlarda buruşmazlık işlemleri yeri ve önemi. *Gazi Üniversitesi End. San. Eğitim Fakültesi Dergisi*, Ankara, 167-176.
- Yıldırım, H. B. 2005.** Tencel kumaşların tutum özelliklerinin dikiş büzgüleri oluşumu açısından incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, MÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul, 3-19.
- Yoo, H. S., Hu, Y. S. 2000.** Effects of heat and moisture transport in fabrics and garments determined with a vertical platesweating skin model. *Textile Research Journal*, 70(6): 542-549.
- Yüksel, H. G. 2010.** Subjektif konfor değerlendirmeleri ile laboratuvar testleri arasındaki ilişkiler. *Yüksek Lisans Tezi*, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 1-102.
- Yüksel, H. G., Okur, A. 2011.** Subjektif konfor değerlendirmeleri ile laboratuvar testleri arasındaki ilişkiler. *The Journal of Textiles and Engineer*, 18(84): 38-48.

## EKLER

**EK 1: İplik Kompozisyonundaki Tencel Oranının İplik Özelliklerine Etkisini İncelemek Amacıyla Yapılan Varyans Analizi Sonuçları**

Varyans Kaynağı	Değişken	SS	df	MS	F	Sig.
Karişim oranı	Kopma yükü	125,846	4	31,462	1422,597	0
	Kopma uzaması	188,83	4	47,208	2475,112	0
	Kopmanukavemeti	1444,18	4	361,045	1422,967	0
	Kopma işi	3557,093	4	889,273	5419,946	0
	Um	26,993	4	6,748	751,968	0
	CVm	45,585	4	11,396	817,316	0
	Tüylülük (H)	2,421	4	0,605	10,355	0
	İnce yer %30	1179701	4	294925,3	719,81	0
	İnce yer %40	793,32	4	198,33	163,16	0
	Kalın yer %35	520153,5	4	130038,4	748,418	0
	Kalın yer %50	7581,08	4	1895,27	174,984	0
	Neps +140	759067,1	4	189766,8	661,895	0
	Neps +200	35844,88	4	8961,22	276,733	0
Hata	Rutubet	103,604	4	25,901	535,15	0
	Büküm canlılığı	1,362	4	0,34	9,31	0
	Bobin sertliği	300,92	4	75,23	28,52	0
	Kopma yükü	0,995	45	0,022		
	Kopma uzaması	0,858	45	0,019		
	Kopmanukavemeti	11,418	45	0,254		
	Kopma işi	7,383	45	0,164		
	Um	0,404	45	0,009		
	CVm	0,627	45	0,014		
	Tüylülük (H)	2,631	45	0,058		
	İnce yer %30	18437,7	45	409,727		
	İnce yer %40	54,7	45	1,216		
	Kalın yer %35	7818,8	45	173,751		
Kalın yer %50	487,4	45	10,831			
Neps +140	12901,6	45	286,702			
Neps +200	1457,2	45	32,382			
Rutubet	2,178	45	0,048			
Büküm canlılığı	1,645	45	0,037			
Bobin sertliği	118,7	45	2,638			
Toplam	Kopma yükü	2462,839	50			
	Kopma uzaması	3243,869	50			
	Kopmanukavemeti	28243,85	50			
	Kopma işi	17747,8	50			
	Um	3381,857	50			
	CVm	5435,509	50			
	Tüylülük (H)	2793,902	50			
	İnce yer %30	3486655	50			
	İnce yer %40	1593	50			
	Kalın yer %35	1352814	50			
	Kalın yer %50	18552	50			
	Neps +140	2359018	50			
	Neps +200	112264	50			
Rutubet	3914,681	50				
Büküm canlılığı	620,979	50				
Bobin sertliği	124123	50				

**EK 2: İplik Kompozisyonundaki Tencel Oranının Kumaş Özelliklerine Etkisini İncelemek Amacıyla Yapılan Varyans Analizi Sonuçları**

**Ek 2. 1. İplik kompozisyonundaki tencel oranının *ham* kumaş özelliklerine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları**

Varyans Kaynağı	Değişken	SS	df	MS	F	Sig.
Karışım oranı	Kopma yükü	0,335	4	0,084	145,472	0
	Kopmamukavemeti	539,065	4	134,766	140,028	0
	Kopma uzaması	90,81	4	22,702	121,262	0
	Kopma işi	234,656	4	58,664	162,441	0
	Çözüye Dik Yırtılma mukavemeti	391,161	4	97,79	187,476	0
	AşınmaDayanımı(kütle kaybı%)	93,232	4	23,308	11205,82	0
	Isıl iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ )	8,05	4	2,012	6,594	0,001
	Isıl etkinlik katsayısı (b)	1629,44	4	407,36	31,002	0
	Isıl direnç (r)	3,426	4	0,856	11,994	0
	Hava geçirgenliği 20cm <sup>2</sup> 100Pa	148925	4	37231,24	15,182	0
	MMT OMMC	0,089	4	0,022	5,179	0,005
	MMT OWTC	2052778	4	513194,5	3,39	0,028
	Dökümlülük katsayısı	314,056	4	78,514	4,949	0,006
	Kırışma açısı atkı	995,44	4	248,86	1,912	0,148
Hata	Atkı eğilme dayanımı	6,942	4	1,735	4,237	0,004
	Kopma yükü	0,012	20	0,001		
	Kopmamukavemeti	19,249	20	0,962		
	Kopma uzaması	3,744	20	0,187		
	Kopma işi	7,223	20	0,361		
	Çözüye Dik Yırtılma mukavemeti	10,432	20	0,522		
	AşınmaDayanımı(kütle kaybı%)	0,021	10	0,002		
	Isıl iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ )	6,104	20	0,305		
	Isıl etkinlik katsayısı (b)	262,8	20	13,14		
	Isıl direnç (r)	1,428	20	0,071		
	Hava geçirgenliği 20cm <sup>2</sup> 100Pa	49046,8	20	2452,34		
	MMT OMMC	0,086	20	0,004		
	MMT OWTC	3027976	20	151398,8		
	Dökümlülük katsayısı	317,306	20	15,865		
Kırışma açısı atkı	2603,2	20	130,16			
Toplam	Atkı eğilme dayanımı	30,72	75	0,41		
	Kopma yükü	10,289	25			
	Kopmamukavemeti	16447,42	25			
	Kopma uzaması	4058,516	25			
	Kopma işi	1635,094	25			
	Çözüye Dik Yırtılma mukavemeti	92354,88	25			
	AşınmaDayanımı(kütle kaybı%)	3375,302	15			
	Isıl iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ )	46419,93	25			
	Isıl etkinlik katsayısı (b)	728478	25			
	Isıl direnç (r)	3535,59	25			
	Hava geçirgenliği 20cm <sup>2</sup> 100Pa	12435375	25			
	MMT OMMC	7,632	25			
	MMT OWTC	75727261	25			
	Dökümlülük katsayısı	184566	25			
Kırışma açısı atkı	244287	25				
Atkı eğilme dayanımı	364,418	80				

Ek 2. 2. İplik kompozisyonundaki tencel oranının *mamul* kumaş özelliklerine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Değişken	SS	df	MS	F	Sig.
Karışım oranı	Kopma yükü	0,22	4	0,055	104,984	0
	Kopmamukavemeti	351,198	4	87,8	102,668	0
	Kopma uzaması	91,723	4	22,931	12,895	0
	Kopma işi	91,69	4	22,922	101,434	0
	Çözüye Dik Yırtılma mukavemeti	473,983	4	118,496	4,796	0,007
	AşınmaDayanımı(kütle kaybı%)	59,964	4	14,991	1499,1	0
	Isıl iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ )	0,794	4	0,199	0,549	0,702
	Isıl etkinlik katsayısı (b)	1681,6	4	420,4	11,836	0
	Isıl direnç (r)	1,806	4	0,451	13,276	0
	Hava geçirgenliği 20cm <sup>2</sup> 100Pa	23837,44	4	5959,36	30,983	0
	MMT OMMC	0,01	4	0,002	1,671	0,196
	MMT OWTC	106897,9	4	26724,47	10,785	0
	Dökümlülük katsayısı	83,248	4	20,812	5,71	0,003
	Kırışma açısı atkı	2705,48	4	676,37	6,87	0
Atkı eğilme dayanımı	0,311	4	0,078	2,067	0,094	
Hata	Kopma yükü	0,01	20	0,001		
	Kopmamukavemeti	17,104	20	0,855		
	Kopma uzaması	35,566	20	1,778		
	Kopma işi	4,52	20	0,226		
	Çözüye Dik Yırtılma mukavemeti	494,176	20	24,709		
	AşınmaDayanımı(kütle kaybı%)	0,1	10	0,01		
	Isıl iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ )	7,236	20	0,362		
	Isıl etkinlik katsayısı (b)	710,4	20	35,52		
	Isıl direnç (r)	0,68	20	0,034		
	Hava geçirgenliği 20cm <sup>2</sup> 100Pa	3846,8	20	192,34		
	MMT OMMC	0,03	20	0,001		
	MMT OWTC	49560,51	20	2478,026		
	Dökümlülük katsayısı	72,897	20	3,645		
	Kırışma açısı atkı	4430,6	45	98,458		
Atkı eğilme dayanımı	2,817	75	0,038			
Toplam	Kopma yükü	7,833	25			
	Kopmamukavemeti	12533,51	25			
	Kopma uzaması	6590,805	25			
	Kopma işi	1028,083	25			
	Çözüye Dik Yırtılma mukavemeti	71385,15	25			
	AşınmaDayanımı(kütle kaybı%)	1465,6	15			
	Isıl iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ )	53073,76	25			
	Isıl etkinlik katsayısı (b)	962792	25			
	Isıl direnç (r)	2083,67	25			
	Hava geçirgenliği 20cm <sup>2</sup> 100Pa	1052638	25			
	MMT OMMC	12,355	25			
	MMT OWTC	33849285	25			
	Dökümlülük katsayısı	86327,75	25			
	Kırışma açısı atkı	370770	50			
Atkı eğilme dayanımı	39,524	80				

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** Tuğçe Begüm BİLİR

**Doğum Yeri ve Tarihi:** İznik, BURSA - 25.10.1988

**Yabancı Dili:** İngilizce

**Eğitim Durumu:**

**Lise:** Orhangazi Çok Programlı Lisesi 2005

**Lisans:** Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü  
2012

**Yüksek Lisans:** Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Teknolojisi AnaBilim Dalı  
2016

**İletişim (e-posta):** tbbilir.gfb@hotmail.com - tbbilir.fb@gmail.com