

**T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜŐÜ**

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GERİ KAZANILMIŞ LİFLERDEN ELDE EDİLEN ÇORAPLARIN BOYUTSAL
VE BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATİCE NUR ERÇAKIR

**KASIM 2014
UŞAK**

**Bu araştırma UŞAK ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR BİRİMİ
tarafından desteklenmiştir.**

**T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜŐÜ**

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GERİ KAZANILMIŞ LİFLERDEN ELDE EDİLEN ÇORAPLARIN BOYUTSAL
VE BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATİCE NUR ERÇAKIR

UŞAK 2014

**Bu araştırma UŞAK ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR BİRİMİ
tarafından desteklenmiştir.**

Hatice Nur ERÇAKIR tarafından hazırlanan Geri Kazanılmış Liflerden Elde Edilen Çorapların Boyutsal ve Bazı Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi adlı bu tezin Yüksek Lisans olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Ahu DEMİRÖZ GÜN
Tez Danışmanı, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Ayşen AÇIKGÖZ
Tekstil Teknolojisi Bölümü Celal Bayar Üniversitesi

Prof. Dr. Ahu DEMİRÖZ GÜN
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Bahar TİBER
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak Üniversitesi

Tarih: 28/11/2014

Bu tez ile U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Lütfullah TÜRKMEN

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Hatice Nur ERÇAKIR

GERİ KAZANILMIŞ LİFLERDEN ELDE EDİLEN ÇORAPLARIN BOYUTSAL VE BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hatice Nur ERÇAKIR

UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kasım 2014

ÖZET

Bu çalışmanın amacı orijinal poliester lifi ve geri kazanılmış lif karışımından elde edilen çorapların boyutsal ve fiziksel özelliklerini elastan ilavesinin etkisi ile birlikte orijinal pamuk lifinden yapılan benzer çorapların boyutsal ve fiziksel özellikleri ile karşılaştırmaktır.

Geri kazanılmış lif içeren çoraplar pamuk çoraplardan daha yüksek ilmek yoğunluğu, ağırlık, kalınlık ve boncuklanma eğilimi ve daha düşük hava geçirgenliği göstermiştir. Geri kazanılmış lif içeren ve pamuk içeren çorapların patlama mukavemetleri arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Çorapların aşınma dayanımları aşınma devirlerinden sonraki ağırlık kaybı ve renk değerleri ölçülerek gözlemlenmiştir. Geri kazanılmış lif içeren çorapların aşınmadan sonraki ağırlık kayıpları pamuk çorapların ağırlık kayıplarından daha düşük olarak bulunmuştur. Aşınmadan sonraki renk özelliklerine göre, geri kazanılmış lif içeren çoraplar daha yüksek renk dayanıklılığı (K/S) ve daha düşük renk farkı (ΔE^*) değerleri göstermiştir. Aşınmadan sonraki bu renk sonuçları geri kazanılmış lif içeren çorapların renklerini pamuk çoraplardan çok az derece daha az kaybettiği anlamına gelebilmektedir.

Tüm sonuçlardan, orijinal pamuk lifi kadar, geri kazanılmış lif de poliester lifi ile karıştırılarak kabul edilebilir kalitedeki çorapların üretiminde kullanılabileceği sonucu çıkarılabilir.

Bilim Kodu : 621.91.02

Anahtar Kelimeler : Geri kazanılmış lif, çorap, elastan, pamuk lifi, aşınma

Sayfa Adedi : 113

Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Ahu DEMİRÖZ GÜN

DIMENSIONAL AND SOME PHYSICAL PROPERTIES OF SOCKS MADE FROM RECLAIMED FIBRES

(M.Sc. Thesis)

Hatice Nur ERÇAKIR

**UŞAK UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

(November 2014)

ABSTRACT

The purpose of this study is to compare the dimensional and physical properties of the socks made from the blend of reclaimed fibre and virgin polyester fibre with those of the similar socks made from virgin cotton fibre, together with the influence of incorporated elastane.

The reclaimed fibre socks exhibit higher stitch density, weight, thickness and pilling tendency and lower air permeability than the cotton socks. No significant difference is observed between the bursting strength results of the reclaimed fibre and cotton socks. Abrasion resistance of the socks are assessed by measuring the weight loss and colour values after abrasion cycles. The weight loss values of the reclaimed fibre socks are found to be lower than those of the cotton socks after abrasion. Regarding to the colour properties after abrasion, the reclaimed fibre socks reveal higher colour strength (K/S) values and lower colour difference (ΔE^*) values. These colour results after abrasion may imply that the reclaimed fibre socks lose their colour less than the cotton socks after abrasion.

From all the results, it can be concluded that as well as virgin cotton fibre, reclaimed fibre can be used in the production of socks in acceptable quality by blending it with virgin polyester fibre.

Science Code : 621.01.02

Key Words : Reclaimed fibre, sock, elastane, cotton fibre, abrasion

Page Number : 113

Adviser : Prof. Dr. Ahu DEMİRÖZ GÜN

TEŞEKKÜR

Bu Yüksek Lisans tezimin gerçekleşmesinde desteğini esirgemeyen, bilgi birikimini, tecrübesini ve değerli zamanını benimle paylaşan tezin düzenlenmesinde, değerlendirilmesinde ve yazımında bana katkıda bulunan sayın danışman hocam Prof. Dr. Ahu DEMİRÖZ GÜN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Deneyle sırasında bana yardımcı olan Arş. Gör. Ayşe ŞEVKAN MACİT ve Arş. Gör. Gonca ALAN hocalarıma ve diğer tüm hocalarımla her birine çok teşekkür ederim.

İpliklerin temin edilmesini sağlayan Uçak Tekstil'e ve Haksa Tekstil'e, ipliklerin boyamasını gerçekleştiren Akpamuk Tekstil işletmesine, çorapların örülmesini sağlayan Azra Çorap işletmesine ve iplik testlerinin gerçekleştirilmesini sağlayan Kaynak Tekstil'e tüm sağlamış oldukları katkılarından dolayı ayrı ayrı teşekkürler ederim.

Yüksek lisans tezimin gerçekleştirilmesi için maddi destek sağlayan Uşak Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi'ne teşekkürlerimi arz ederim.

Maddi ve manevi her zaman yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xv
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. GERİ DÖNÜŞÜM VEYA GERİ KAZANIM İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	14
2.1. Atık Teriminin Tanımı	14
2.2. Atıkların Yönetilmesi	14
2.3. Geri Dönüşümün Tanımı	15
2.4. Geri Dönüşümün Tarihçesi	16
2.5. Geri Dönüşümde Yasal Mevzuat	16
2.6. Geri Dönüştürülen Malzemeler	16
2.7. Tekstil Katı Atık Malzemeleri ve Bunların Sınıflandırılması	16
2.7.1. Müşteri öncesi atıklar	17
2.7.2. Müşteri sonrası atıklar	18
2.8. Tekstil Atık Malzemelerinin Geri Dönüşümünün Sağladığı Yararlar	19

	Sayfa
2.9. Tekstil Atıkların Geri Kazanılmasında Kullanılan Yöntemler	21
2.10. Mekanik Geri Kazanım Yöntemi	22
2.11. Tekstil Atıklarının Lif Haline Getirilmesinde Kullanılan Kesici, Parçalayıcı ve Açıcı Makinalar	22
2.12. Geri Kazanılmış Liflerin Özellikleri	26
2.13. Geri Kazanılmış Liflerin Değerlendirilmesi	27
2.14. Türkiye'deki Tekstil Atık Miktarları ve Değerlendirilmesi ile İlgili İstatistiksel Veriler	28
3. MATERYAL VE METOD	29
3.1. Materyal	29
3.1.1. Çorapların örülmesinde kullanılan ipliklerin özellikleri	29
3.1.2. Kullanılan çorap örme makinesinin özellikleri	31
3.2. Metot	32
3.2.1. Üretilen çorap çeşitleri	32
3.2.2. Çorapların gördüğü relaksasyon işlemleri	33
3.2.3. Çorapların boyutsal özelliklerinin belirlenmesi	34
3.2.3.1. Sıklık değerlerinin belirlenmesi	34
3.2.3.2. İlmek iplik uzunluk değerlerinin belirlenmesi	34
3.2.3.3. Boyutsal <i>K</i> parametrelerinin belirlenmesi	35
3.2.3.4. En ve boy yönünde meydana gelen % çekmeler	36
3.2.4. Çorapların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan testler	36
3.2.4.1. Çorapların ağırlık (gramaj) değerlerinin ölçülmesi	36

	Sayfa
3.2.4.2. Çorapların kalınlık değerlerinin ölçülmesi	37
3.2.4.3. Çorapların hava geçirgenlik değerlerinin ölçülmesi	37
3.2.4.4. Çorapların patlama mukavemeti değerlerinin ölçülmesi	37
3.2.4.5. Çorapların aşınma dayanımlarının ölçülmesi	38
3.2.4.5.1. Çorapların aşınma devirleri sonrasındaki ağırlık kayıplarının ölçülmesi	38
3.2.4.5.2. Çorapların aşınma devirleri sonrasındaki renk ölçümleri	39
3.2.4.6. Çorapların boncuklanma değerlerinin ölçülmesi	42
3.2.5. İstatistiksel değerlendirme	43
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	44
4.1. Geri Kazanılmış Lif ve Pamuk Lifinden Üretilen Çorapların Boyutsal Özellikleri	44
4.2. Geri Kazanılmış Lif ve Pamuk Lifinden Üretilen Çorapların Ağırlık Sonuçları	56
4.3. Geri Kazanılmış Lif ve Pamuk Lifinden Üretilen Çorapların Kalınlık Sonuçları	62
4.4. Geri Kazanılmış Lif ve Pamuk Lifinden Üretilen Çorapların Hava Geçirgenliği Sonuçları	68
4.5. Geri Kazanılmış Lif ve Pamuk Lifinden Üretilen Çorapların Patlama Mukavemeti Sonuçları	74
4.6. Geri Kazanılmış Lif ve Pamuk Lifinden Üretilen Çorapların Aşınma Dayanımı Sonuçları	80
4.6.1. Aşınma devirleri sonrasında çoraplarda meydana gelen ağırlık kayıp sonuçları	80
4.6.2. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonrasındaki renk sonuçları	88

	Sayfa
4.6.2.1. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonrasındaki K/S sonuçları	88
4.6.2.2. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonrasındaki L* sonuçları	91
4.6.2.3. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonrasındaki C* sonuçları	94
4.6.2.4. Aşınma devirleri sonrasındaki ΔE^* sonuçları	96
4.7. Geri Kazanılmış Lif ve Pamuk Lifinden Üretilen Çorapların Boncuklanma Sonuçları	103
5. SONUÇ	105
KAYNAKLAR	109
ÖZGEÇMİŞ.....	113

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeren ipliklerin fiziksel özellikleri	31
Çizelge 3.2. Üretilen 12 farklı çorap çeşidi	33
Çizelge 3.3. İlmek iplik uzunluk değerleri	35
Çizelge 4.1. Kuru ve tam relakse konumlarındaki çorapların sıklık değerleri	45
Çizelge 4.2. Pearson korelasyon katsayıları	51
Çizelge 4.3. Regresyon denklemleri	53
Çizelge 4.4. Kuru ve tam relakse haldeki düz örgü çoraplar için boyutsal K parametreleri	54
Çizelge 4.5. Tüm çoraplarda meydana gelen enine ve boyuna çekmeler	55
Çizelge 4.6. Çorapların ağırlık sonuçları	56
Çizelge 4.7. Çorapların ağırlık değerleri için varyans analizi sonuçları	58
Çizelge 4.8. Farklı lif içeren çorapların ağırlık değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları	60
Çizelge 4.9. Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların ağırlık değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları	61
Çizelge 4.10. Lif tipi ve ilmek iplik uzunluğuna göre hesaplanan ortalama ağırlık değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	62
Çizelge 4.11. Çorapların kalınlık sonuçları	63
Çizelge 4.12. Çorapların kalınlık değerleri için varyans analizi sonuçları	64
Çizelge 4.13. Farklı lif içeren çorapların kalınlık değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları	66
Çizelge 4.14. Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların kalınlık değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları	67
Çizelge 4.15. Lif tipi ve ilmek iplik uzunluğuna göre hesaplanan ortalama kalınlık değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	68

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.16. Çorapların hava geçirgenliği sonuçları	69
Çizelge 4.17. Çorapların hava geçirgenliği değerleri için varyans analizi sonuçları	70
Çizelge 4.18. Farklı lif içeren çorapların hava geçirgenlik değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları	72
Çizelge 4.19. Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların hava geçirgenlik değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları	73
Çizelge 4.20. Lif tipi ve ilmek iplik uzunluğuna göre hesaplanan ortalama hava geçirgenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	74
Çizelge 4.21. Çorapların patlama mukavemeti sonuçları	75
Çizelge 4.22. Çorapların patlama mukavemeti değerleri için varyans analizi sonuçları	76
Çizelge 4.23. Farklı lif içeren çorapların patlama mukavemeti değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları	78
Çizelge 4.24. Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların patlama mukavemeti değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları	79
Çizelge 4.25. Lif tipi ve ilmek iplik uzunluğuna göre hesaplanan ortalama hava geçirgenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	80
Çizelge 4.26. 5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirleri sonunda çoraplarda meydana gelen ağırlık kayıpları	81
Çizelge 4.27. 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda çoraplarda meydana gelen ağırlık kaybı için varyans analizi sonuçları	82
Çizelge 4.28. 5000, 10000 ve 15000 aşınma devrinde farklı lif tipine sahip çoraplarda meydana gelen ağırlık kaybı için çoklu karşılaştırma testi sonuçları	85

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.29. Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların 10000 ve 15000 aşınma devri sonunda meydana gelen ağırlık kaybı için çoklu karşılaştırma testi sonuçları	86
Çizelge 4.30. 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda çorapların lif tipi ve ilmek iplik uzunluğuna göre hesaplanan ortalama ağırlık kaybı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	87
Çizelge 4.31. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonunda elde edilen K/S değerleri	88
Çizelge 4.32. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonunda elde edilen L* değerleri	91
Çizelge 4.33. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonunda elde edilen C* değerleri	94
Çizelge 4.34. 5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirleri sonunda çoraplarda meydana gelen renk değişimleri (ΔE^* değerleri)	96
Çizelge 4.35. 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda elde edilen ΔE^* değerleri için varyans analizi sonuçları	97
Çizelge 4.36. 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda farklı lif tipine sahip çorapların ΔE^* değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları	99
Çizelge 4.37. Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların 5000, 10000 ve 15000 aşınma devri sonundaki ΔE^* değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları	101
Çizelge 4.38. 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda çorapların lif tipi ve ilmek iplik uzunluğuna göre hesaplanan ortalama ΔE^* değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	102
Çizelge 4.39. Çorapların boncuklanma sonuçları	104

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Çevre ve Orman Bakanlığı'nca önerilen atık yönetim piramidi [26].....	15
Şekil 2.2. Tekstil atıklarının sınıflandırılması [6]	17
Şekil 2.3. Tekstil atıklarının yönetimi [6]	21
Şekil 3.1. 3 boyutlu CIELAB renk sistemi ve koordinatları [48].....	39
Şekil 3.2. 3 boyutlu CIELAB renk sisteminin 2 boyutlu olarak şematik gösterimi [46]	40
Şekil 3.3. CIELab renk sisteminde ton (h), kroma (C*) ve açıklık-koyuluk (L*) [49]	41
Şekil 4.1. Elastansız çoraplar için, çubuk/cm (w/cm) ve ilmek iplik uzunluğunun tersi ($1/l$) arasındaki ilişki	46
Şekil 4.2. Elastanlı çoraplar için, çubuk/cm (w/cm) ve ilmek iplik uzunluğunun tersi ($1/l$) arasındaki ilişki	46
Şekil 4.3. Elastansız çoraplar için, sıra/cm (c/cm) ve ilmek iplik uzunluğunun tersi ($1/l$) arasındaki ilişki	47
Şekil 4.4. Elastanlı çoraplar için, sıra/cm (c/cm) ve ilmek iplik uzunluğunun tersi ($1/l$) arasındaki ilişki	47
Şekil 4.5. Elastansız çoraplar için, ilmek/cm ² (S) ve ilmek iplik uzunluğunun karesinin tersi ($1/l^2$) arasındaki ilişki	48
Şekil 4.6. Elastanlı çoraplar için, ilmek/cm ² (S) ve ilmek iplik uzunluğunun karesinin tersi ($1/l^2$) arasındaki ilişki	48
Şekil 4.7. Çorapların ağırlık sonuçları.....	57
Şekil 4.8. Çorapların kalınlık sonuçları	63
Şekil 4.9. Çorapların hava geçirgenliği sonuçları	70
Şekil 4.10. Çorapların patlama mukavemeti sonuçları.....	75
Şekil 4.11. 5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirleri sonunda çoraplarda meydana gelen ağırlık kayıpları.....	81

Şekil	Sayfa
Şekil 4.12. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonunda elde edilen K/S değerleri	89
Şekil 4.13. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonunda elde edilen L* değerleri	92
Şekil 4.14. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonunda elde edilen C* değerleri	95
Şekil 4.15. 5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirleri sonunda çoraplarda meydana gelen renk değişimleri (ΔE^* değerleri)	97

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	...Sayfa
Resim 2.1. Befama firmasına ait AC39A döner kesim makinası [29]	23
Resim 2.2. Befama firmasına ait şifanoz makinası [30].....	24
Resim 2.3. Balkan firmasına ait DT30 mega şifanöz makinası [31]	24
Resim 2.4. Befama firmasına ait garnet makinası [32]	25
Resim 2.5. Şifanoz makinasında açılmış geri kazanılmış lifler.....	26
Resim 2.6. Garnet makinasında açılmış geri kazanılmış lifler	26
Resim 3.1. Lonati firmasına ait çorap örme makinası	32

1. GİRİŞ

Geri kazanım, ikincil kullanım gibi kavramları da kapsayan geri dönüşüm; değerlendirilebilir atıkların çeşitli fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerle ikincil hammaddeye dönüştürülerek tekrar üretim sürecine dahil edilmesi işlemidir [1-2].

Cam, kağıt, alüminyum, plastik, pil, motor yağı, akümülatör, beton, organik atıklar, elektronik atıkları, tekstil atıkları gibi malzemeler geri dönüşümü en yaygın olarak yapılan malzemelerdir [2]. Tüm dünyadaki katı atıklar içerisinde tekstil atıkları %4-%5 arasında değişen bir paya sahiptir [3]. 2009 yılı TOBB verilerine dayanarak, Altun adlı araştırmacının çalışmalarında [4-5] belirttiği gibi, Türkiye’de ise yılda yaklaşık olarak 430 bin tekstil atığı evlerde, 460 bin ton tekstil atığı ise tekstil endüstrisinde üretilmektedir. Tekstil ve diğer tüm atıklarının geri dönüştürülmesi ekonomik kazanç, çevre kirliliğinin önlenmesi, enerji tasarrufu, çöp alanlarının azaltılması, doğal kaynakların korunması, istihdam yaratma vs. gibi konularda da ciddi katkılar sağlamaktadır [1, 6-9]. Bu nedenle, geri dönüşüm işlemi ekonomik, çevresel ve sosyal avantajlar sunması bakımlarından büyük önem taşımaktadır

Dünya nüfusunun artması ile birlikte genel olarak tüketimin, dolayısı ile tekstil tüketimin artması bazı çevre sorunlarını beraberinde getirmektedir. Tüketimin artışı her geçen gün doğal kaynaklarımızın önemli ölçüde azalarak tükenmesine neden olmaktadır. Tüketilen ürünlerin geri kazanılması öncelikle üretim için gereken hammadde ihtiyacını azaltması yanında, pamuk, keten v.s. gibi doğal hammaddelerin yetiştirilmesi sırasında harcanan su ihtiyaçlarını da azaltacaktır. Bu şekilde, doğal kaynaklarımız korunmuş olacaktır. Ayrıca, geri dönüşüm işlemleri atıkların yok edilmesi sırasında gürültü, titreşim ve koku yoluyla rahatsızlığa neden olabilecek, doğal çevrenin olumsuz etkilenmesine neden olabilecek, çevre ve insan sağlığına zarar verebilecek çevre kirliliğinin de önemli ölçüde önlenmesini de sağlayacaktır. Pamuk gibi selüloz esaslı doğal lifler kendi

kendilerine doğada kısa sürelerde yok olmaları nedeni ile, ciddi çevresel kirliliğe neden olmamaktadır. Buna karşın, sentetik ürünler doğada çözünmediği için ve doğada çözünmekte olan yünlü ürünler küresel ısınmaya neden olan metan gazı ürettiği için, bu liflerden üretilen ürünler çöp alanlarında bazı problemlere neden olurlar. Her ne kadar az önce bahsedildiği gibi, pamuk lifi doğada yok olması bakımından çevreye zarar vermese de, pamuk lifinin yetiştirilmesi sırasında uygulanan ilaçlama işlemleri çevreye önemli ölçüde zarar vermektedir.

Geri dönüşüm ile büyük ölçüde enerji tasarrufu da sağlanmaktadır. Orijinal doğal malzemeler ile karşılaştırıldığında, geri dönüştürülen malzemeler için üretim işletmelerinde özellikle elektrik ve sıvı yakıt bakımından daha az enerji kullanılmaktadır. Örneğin, üretilecek ürün ağartma ve boyama işlemleri gerektirmeyeceği için enerji ve aynı zaman da su tüketimi azalacaktır. Boyama maliyetlerinin yüksekliği göz önüne alındığında, geri dönüştürülen malzemelerden üretilen ürünlerin maliyeti de önemli ölçüde azalacaktır. Orijinal yün liflerinde olduğu, geri kazanılmış liflerin yüksek miktarlarda su kullanılarak yıkanmasına gerek olmadığı için su tüketimi bakımından geri kazanılmış lifler avantaj sunmaktadır. Ayrıca, atıkların geri kazanılması ile, atıkların depolanması işlemleri için gereken çöp sahası alanı azaltılmış ve atıkların taşınması için daha az enerji kullanılmış olacaktır.

Ülkelerin tabii kaynaklarından uzun vadede ve maksimum bir şekilde faydalanabilmeleri için atık israfına son vermeleri, ekonomik değeri olan maddeleri geri kazanma ve tekrar kullanma yöntemlerini araştırmaları gerekmektedir. Bu nedenle, hem çevreye olan zararlı etkilerini önlemek hem de ülke ekonomisine katkıda bulunabilmek amacıyla tekstil lif esaslı katı atıkların geri dönüşümü önemli bir konudur. Bu durumu farkına varan ülke ve üreticiler kaynak israfını önlemek ve ortaya çıkabilecek enerji krizleri ile baş edebilmek için atıkların geri dönüştürülmesi ve tekrar kullanılması için çeşitli yöntemler aramış ve geliştirmişlerdir.

Lif, iplik, dokuma, örme, terbiye, boya-baskı işlemlerini kapsayan tekstil sektörü ve konfeksiyon işlemlerini kapsayan konfeksiyon sektörü ülke kalkınmasında önemli bir role sahiptir. Tekstil sektörü hammaddenin lif ve ipliğe dönüşümünden başlayarak, dokuma, örme ve dokusuz yüzey gibi kumaş oluşturma teknikleri ile üst giyim, iç giyim, ev tekstili ve yüksek teknolojiye dayalı teknik tekstil üretimine kadar çok geniş bir aralıktaki ürün yelpazesini içine almaktadır. Tekstil ve konfeksiyon sektörü lif üretiminden bitmiş ürüne

kadar yüksek kapasitede ve geniş aralıkta üretim sürecini kapsadığından, her üretim sürecin de yüksek miktarlarda tekstil telefleri veya tekstil katı atıkları meydana gelmektedir. Üretim atıklarının azaltılması üretim değerinin artışı ve maliyetlerin azalmasını sağlamaktadır. Fakat, normal şartlar altında çalışırken, ne yazık ki atık oluşturmadan herhangi tekstil malzemesinin üretilmesi mümkün olmamaktadır. Teknolojik sınırlamalar ve istenilen kalite nedeni ile, daha aza indirgenemeyen minimum kabul edilebilir atık miktarı bulunmaktadır. Tekstil endüstrisi tarafından üretim sırasında meydana getirilen atıklara ilaveten ayrıca birde tekstil endüstrisi dışında insanlar tarafından meydana getirilen atıklar da mevcuttur. Bu nedenle, tekstil katı atık türleri ve miktarları kullanılan teknoloji ve işlem şartlarına göre değişiklik göstermektedir.

Tekstil katı atıkları müşteri öncesi ve müşteri sonrası olmak üzere iki ana grup altında sınıflandırılmaktadır [6-7]. Tekstil endüstrisinden gelen atıkları müşteri öncesi atıklar, insan kaynaklarından gelen atıkları ise müşteri sonrası atıklar oluşturmaktadır [6-7]. Müşteri öncesi tekstil atıkları iplik üretimi sırasında meydana gelen atıklar, dokuma ve örme işlemleri sırasında meydana gelen atıklar ve konfeksiyon sırasında meydana gelen atıklar olmak üzere 3 grup altında sınıflandırılmaktadırlar. [6]. İplik üretim sürecinin değişik aşamalarında meydana gelen iplik atıkları iplik kopuşları, dikkatsiz işlemler, makine hataları gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Örme ve dokuma kumaş atıklarını genellikle kenar kesik atıkları, konfeksiyon atıklarını ise, kesim odası atıkları ve diğer konfeksiyon üretim hattı sırasında meydana gelen atıklar oluşturmaktadır. Müşteri sonrası atıklar ise sahibinin artık ihtiyaç duymadığı ve elden çıkarmayı düşündüğü giysi ve ev tekstillerinden oluşmaktadır [6]. Müşteri öncesi atıklar homojen lif tipine ve benzer renklere sahip olduğu için, müşteri öncesi tekstil atıkları kullanılarak üretilen ürünler müşteri sonrası tekstil atıkları kullanılarak üretilen ürünlerden daha iyi kalitede olmaktadır.

Tarak bandı, cer bandı, fitil vs. gibi iplik üretimi tamamlanmadan meydana gelen temiz ve iyi kalitede hammaddeden oluşan atıkların bir kısmı iplik üretim sürecine herhangi bir ön işlem uygulamaksızın karıştırılarak tekrar kullanılabilir. Bu nedenle, bu tip atık türüne yeniden çalışılabilir atık da denilebilmektedir [6]. Fakat, sarım hataları, büküm hataları gibi iplik oluştuktan sonra meydana gelen iplik atıkları, dokuma, örme ve konfeksiyon sırasında meydana gelen atıklar ve müşteri sonrası meydana gelen atıklar üretim sürecine dahil edilemeyen atıklardır. Üretim sürecine dahil edilemeyen bu atıklar geri dönüşüm metotları ile yeni ürünlere dönüştürülmektedir.

Kullanılan ham madde tipine bağı olarak, katı tekstil malzemelerinin geri dönüşümü kimyasal, mekanik ve ısı metotları kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir. İnsan yapımı tekstil atık malzemelerinin geri dönüşümünde tüm geri dönüşüm metotları kullanılabilir. Doğal lif ve karışımlarını içeren tekstil atıklarının geri dönüşümünde ise, mekanik geri dönüşüm metotları kullanılmaktadır [6]. Mekanik geri kazanım yöntemi bu yöntemler içerisinde en ucuz ve kolay olanıdır. Bu nedenle, mekanik geri kazanım yöntemi diğer geri kazanım yöntemlerinden daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

Mekanik geri dönüşüm metodunda, iplik veya kumaş (konfeksiyon atıkları, triko kırpıntıları vs.) şeklindeki tekstil atıkları mekanik olarak kesme, açma ve tarama yöntemleri ile lif haline dönüştürülmektedir [6-7]. Bu işlemde tekstil atık malzemeleri öncelikle renk ve hammadde içeriklerine göre sınıflandırılmaktadır. Geri dönüşümde tekstil atıkları renklerine göre ayrıldığında, belirli renklerde lifler elde edilebilmektedir. Bu şekilde boyar madde ve kimyasal madde kullanımı olmadan boyalı pamuk elde edilmiş olmaktadır.

Renk ve içeriklerine göre sınıflandırılan atık malzemeler daha sonra küçük parçalara kesilmektedir. Kesilen parçaların açılması için, keskin metalik teller ile kaplanmış bir seri silindir ve tamburu olan garnet veya şifanöz makinaları olarak adlandırılan makinalar kullanılmaktadır. Üzerinde metalik telleri olan silindir veya tambur yüzeyi tekstil atıkları ile temas ederek bu tekstil atık malzemelerini açmaktadır. Bu işlem birden altıya kadar birçok pasajı içerebilmektedir. Lifler atık malzemelerden veya tekstil teleflerinden geri kazanıldığı için, bu lifler genellikle iyileştirilmiş ve geri kazanılmış lifler olarak da adlandırılmaktadır.

Mekaniksel yöntemle açılarak geri kazanılan lifler ya iplik haline getirilip dokuma veya örme kumaşlar üreterek değerlendirilebilmekte veya iplik haline getirilmeden direkt olarak dokusuz yüzey kumaş üretiminde kullanılabilir [6-7].

Geri kazanılmış liflerin kalitesi orijinal liflerden oldukça düşüktür. Mekanik yöntem ile lif açma işlemi liflerin işlenebilirliğini ve kalitesini büyük ölçüde etkilemektedir. Açma işlemindeki mekanik işlemlerin şiddeti liflerin kırılmasına neden olarak, liflere önemli ölçüde zarar vermektedir. Bu nedenle, açma işlemi sonunda, liflerin boyu orijinal liflere göre oldukça kısalmaktadır. Liflerin yalnızca %25-55 arasında olan kısmının lif uzunluğu 10 mm'den daha uzundur [3, 6-7]. Ayrıca, açma işleminde bazı küçük iplik ve kumaş parçaları tam olarak açılmayabilmektedir. Sonuç olarak, geri

kazanılmış lifler kısa lifler gibi veya tamamen açılmamış iplik veya kumaş parçaları gibi farklı lif uzunluklarında olabilmektedir [3, 7]. Homojen olmaması ve farklı uzunluklardaki lifler içermesi nedeni ile, geri kazanılmış lifler daha düşük kalitedeki ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Geri kazanılmış lifler daha çok dokusuz yüzey kumaşların üretimi için uygundur. Fakat, son zamanlarda, iplik üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek orandaki kısa lifler nedeni ile, geri kazanılmış lifler iplik formuna kısa ve daha düşük kalitedeki liflerin eğrilmesine imkan veren open end veya friksiyon iplik eğirme sistemleri kullanılarak dönüştürülmektedir. Open end iplik üretim sistemi daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

Geri kazanılmış lif içeren ipliklerin kalitesini artırmak için, geri kazanılmış lifler pamuk, poliester, akrilik vs. gibi orijinal lifler ile karıştırılmaktadır. Bu şekilde, kısa lifler orijinal lifler tarafından taşınmakta ve tekstil atığı içeren ipliğin kalitesi iyileştirilmiş olmaktadır. Tekstil atıklarından yeterli kalitede iplik üretirken, karıştırılan orijinal lif miktarını minimum seviyede tutmak önemlidir. Yüksek oranda orijinal lifler kullanıldığında (örneğin %50'den daha fazla) üretilen ürün daha çok orijinal liflerden oluşacağı için hem hammadde maliyeti artacak hem de kullanılan atık miktarı azalacaktır [6]. İplik kalınlığı veya numarası orijinal liflerin karıştırılma miktarında büyük ölçüde etkili olmaktadır. Yeterli kaliteye sahip iplik üretiminde, iplik inceldikçe orijinal liflerin karıştırılma miktarı artmaktadır. Ne20 numaradan daha kalın iplik üretiminde %50'den daha fazla miktarda atık kullanılabilirken, Ne20 den daha ince iplik üretiminde kullanılan atık miktarı %50'ye kadar çıkamamaktadır.

Mekanik olarak açılarak geri kazanılmış liflerin özellikleri ve bu liflerden open end iplik sistemi ile elde edilen iplik özellikleri ile ilgili yayımlanmış birçok çalışma bulunmaktadır.

El Nouby ve Kamel [10] çalışmasında harman hallaç, tarak ve cer de olmak üzere 3 farklı yerde %50/%50 oranında geri kazanılmış atıklardan ve geri kazanılmış pamuk lifi atıklarından ve harman hallaç da %90/%10 oranında geri kazanılmış atıklardan ve pamuk lifi atıklarından 3 farklı numarada ve 3 farklı büküm katsayısında üretilen ipliklerin mukavemet ve uzama özelliklerini incelemiş ve elde edilen sonuçları %100 pamuk lifi atıklarından üretilen benzer ipliklerin mukavemet ve uzama değerleri ile karşılaştırmışlardır. İpliklerde bulunan geri kazanılmış atık miktarı arttıkça, iplik mukavemet değerleri azalma gösterirken, uzama değerleri artma göstermiştir. Karışımın

harman hallaçta yapıldığı ipliklerde mukavemet ve uzama değerleri en yüksek, karışımın cerde yapıldığı ipliklerde ise mukavemet ve uzama değerleri en düşük olarak elde edilmiştir.

Geri kazanılmış lif içeren open end iplik ile ilgili diğer çalışma Halimi ve çalışma arkadaşları [11] tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, Halimi ve çalışma arkadaşları [11] açma, temizleme ve tarak makinalarının çeşitli kısımlarından toplanmış pamuk atıkları ve orijinal pamuk lif karışım oranlarının ve rotor tipi, açıcı silindir hızı, rotor hızı, büküm faktörü, iplik numarası gibi farklı eğirme parametrelerinin open end iplik kalitesi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Open end ipliklerin kalitesi mukavemet, uzama ve düzgünsüzlük değerleri ile belirlenen Toplam Kalite İndeks (TQI) parametresine göre belirlenmiştir. İplikte bulunan pamuk atık lif oranı arttıkça, yüksek kısa lif oranı ve düşük olgunluk değerleri ipliğin mekanik özelliklerinde ve düzgünsüzlük değerlerinde azalmaya neden olduğundan iplik kalitesi azalmıştır. Ayrıca, pamuk lif atıkları %0-25 arasında orijinal pamuk ile karıştırıldığında, iplik kalitesinde büyük değişiklik olmadığı belirtilmiştir. Pamuk lif atık oranı kadar diğer iplik numarası, büküm faktörü, rotor hızı gibi diğer eğirme parametrelerinin de iplik kalitesi üzerinde etkisi olduğu gösterilmiştir. İplik bükümü ve iplik kalınlığı arttıkça, iplik kalitesi artmış, rotor hızı arttıkça iplik kalitesi azalmıştır. Büküm artışı liflerin birbirine tutunmasını arttırdığı için, iplik kalınlığı da artan lif sayısında bağlı olarak iplik düzgünsüzlüğünü arttırdığı için iplik kalitesini etkilemiştir.

Bir sonraki çalışmalarında Halimi ve çalışma arkadaşları [12] yine açma, temizleme ve tarak makinalarından toplanmış pamuk atıkları ve orijinal pamuk lif karışım oranının ve rotor tipi, açıcı silindir hızı, rotor hızı, büküm faktörü, iplik numarası gibi farklı eğirme parametrelerinin open end ipliğin tüylülük, düzgünsüzlük, ince yer, kalın yer ve neps gibi özelliklerinin üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuçlara göre, pamuk atık oranının, rotor tipinin ve iplik numarasının bahsedilen iplik özellikleri üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Pamuk atık oranı arttıkça, iplik düzgünsüzlüğü, kalın yer, ince yer ve neps artış göstermiştir. Pamuk atık oranının iplik tüylülüğü üzerinde etkisi bulunmamıştır. Pamuk lif atıkları % 0-25 arasında orijinal pamuk ile karıştırıldığında, iplik düzgünsüzlüğü ve iplik hatalarında büyük değişiklik olmadığı belirtilmiştir. İplik kalınlığı azaldıkça, tüylülük azalmış buna karşın iplik hatalarında artış olmuştur. U40 ve U46 rotorlar yerine, T40 ve T46 rotorlarını kullanmak tüylülüğü, düzgünsüzlüğü ve iplik hatalarını azaltmıştır.

Hasani ve arkadaşları [13] rotor çapı, rotor hızı, düze (navel) tipi, açıcı hızı, ayırıcı açısı ve iplik lineer yoğunluğu gibi rotor iplik eğirme parametrelerinin çırçır makinalarından toplanarak elde edilen pamuk atıklarından ve orijinal pamuk liflerinden 3 farklı karışım oranlarında üretilen ipliklerin kalitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Daha sonra, çırçır işlemi atıklarından elde edilen pamuk ipliğinin en yüksek kalite indeks değerini elde etmek için, bu bahsedilen rotor iplik eğirme parametreleri optimize edilmiştir. İplik numarası ve rotor çapından oluşan rotor iplik eğirme parametrelerinin iplik kalite indeksi üzerinde en fazla etkiye sahip olduğu bulunmuştur. İplik numarası 16 Ne olan iplikler en yüksek iplik kalite indeks değeri göstermiştir. En iyi iplik kalitesi en küçük rotor çapı (48 mm), 48000 dev/dak rotor hızı ve 8 çentikli düze kullanıldığında elde edilmiştir. Optimum açıcı hızı rotor iplikçilikte kullanılan hammadde türüne bağlı olarak belirlenmiştir. Açıcı hızındaki artış iplik mukavemetini ve uzamayı negatif yönde etkilemektedir. Atık yüzdesi yüksek olan iplikler için optimum açıcı hızı 8400 dev/dak, atık yüzdesi düşük olan iplikler için optimum açıcı 9700 dev/dak olarak bulunmuştur. Yüksek kalite indeks değeri en düşük ayırıcı açısı (15°) kullanıldığında elde edilmiştir.

Bir diğer çalışmasında Hasani ve arkadaşları [14] rotor çapı, rotor hızı, düze (navel) tipi, açıcı hızı ve iplik lineer yoğunluğu gibi rotor iplik eğirme parametrelerinin çırçır makinalarından toplanarak elde edilen pamuk liflerinden ve orijinal pamuk liflerinden 3 farklı karışım oranlarında üretilen ipliklerin tüylülük üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Daha sonra, çırçır işlemi atıklarından elde edilen pamuk ipliğini en düşük tüylülük değerinde elde etmek için, bu bahsedilen rotor iplik eğirme parametreleri optimize edilmiştir. Rotor çapı ve düze tipinden oluşan rotor iplik eğirme parametrelerinin iplik tüylülüğü üzerinde en fazla etkiye sahip olduğu, açıcı hızının ise en az etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Rotor çapı ve rotor hızı arttıkça, iplik tüylülüğü artmıştır. En düşük tüylülük değerleri en küçük rotor çapı (48 mm) ve en düşük rotor hızı (41000 dev/dak) kullanıldığında elde edilmiştir. Düze tipinin rotor ipliklerinin tüylülük değerlerini direk olarak etkilediği gösterilmiştir. Minimum tüylülük değerleri çentiksiz düze kullanıldığında, maksimum tüylülük değerleri ise, 4 çentikli düze tipi kullanıldığında elde edilmiştir. Minimum tüylülük değeri 36,9 tex numara (kullanılan 49,2 tex, 36,9 tex ve 29,5 tex iplik numarasından orta incelikteki iplik numarası) iplik kullanıldığında elde edilmiştir.

Open end eğirme sistemi ile üretilen geri kazanılmış liflerden ve tekstil atıklarından oluşan ipliklerin performanslarının incelenmesi yanında, kısa liflerin eğrilmesine imkan

veren diğer alternatif iplik eğirme sistemi friksiyon iplik eğirme sistemleri kullanılarak üretilen geri kazanılmış lifler içeren ipliklerin performansları ile de çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

Merati and Okomura [15] friksiyon iplik eğirme sistemi ile, geri kazanılmış liflerden ve pamuk liflerinden elde edilen orta kalınlıkta ipliklerin ve geri kazanılmış ve pamuk lifi karışımlarından orta kalınlıkta iki ve üç bileşenli olarak elde edilen ipliklerin mukavemet, uzama ve düzgünsüzlük özelliklerini incelemişlerdir. Geri kazanılmış ve pamuk lif karışımlarından oluşan iki bileşenli iplikler merkezde bulunan geri kazanılmış liflerin tamamen pamuk lifleri ile kaplanacağı şekilde üretilmişlerdir. İpliklerin özelliklerini iyileştirmek için, sürekli filament iplikler merkezde, geri kazanılmış lifler iç kısımda ve pamuk lifleri dış kısımda olacak şekilde üç bileşenli iplikler üretilmiştir. Bu üç bileşenli iplikler de pamuk lifleri geri kazanılmış lifleri tamamen örtecek şekilde üretilmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, geri kazanılmış ve pamuk liflerinden oluşan iki bileşenli ipliklerin mukavemeti %100 geri kazanılmış liflerden oluşan ipliklerin kopma mukavemetinden daha yüksek, %100 pamuk liflerinden oluşan ipliklerin kopma mukavemetinden daha düşük olarak bulunmuştur. Geri kazanılmış ve pamuk liflerinden oluşan iki bileşenli ipliklerin kopma uzaması geri kazanılmış liflerden oluşan ipliklerin kopma uzaması ile aynı olarak elde edilmiştir. Aynı kopma uzama değerini gösteren bu geri kazanılmış ve pamuk liflerinden oluşan ipliklerin ve geri kazanılmış liflerden oluşan ipliklerin kopma uzaması %100 pamuk liflerinden oluşan ipliklerin kopma uzamasından daha yüksek olarak bulunmuştur. Pamuk ipliklerinin düzgünsüzlüğü en düşük, geri kazanılmış liflerden oluşan ipliklerin düzgünsüzlüğü en yüksek olarak elde edilmiştir. Geri kazanılmış ve pamuk liflerinden oluşan ipliklerin düzgünsüzlüğü geri kazanılmış liflerden oluşan ipliklerden daha düşük olarak elde edilmiştir. 40 tex'den daha düşük numara (ince iplik) değerlerindeki üç bileşenli iplikler %100 pamuk ipliklerinden, %100 geri kazanılmış lifli ipliklerden ve iki bileşenli geri kazanılmış ve pamuk lifli ipliklerden daha yüksek kopma mukavemeti ve uzama değerleri göstermiştir. Üç bileşenli ipliklerin ve iki bileşenli ipliklerin düzgünsüzlük değerleri birbirlerine yakın olarak elde edilmiştir.

Merati ve Okomura [16] bir diğer çalışmasında friksiyon iplik eğirme sisteminin besleme kısmında değişiklik yaparak, pamuğun geri kazanılmış liflerle kaplandđđı “geri kazanılmış- pamuk (RC)” lif karışımlarından, geri kazanılmış liflerin pamuk ile kaplandđđı “pamuk-geri kazanılmış (CR)” lif karışımlarından ve geri kazanılmış ve pamuk liflerinin

rastgele olarak karıştırıldığı “karışım” ipliklerinden oluşan 3 farklı 2 bileşenli ipliğin mukavemet, uzama ve düzgünsüzlük özelliklerini incelemişlerdir. 2 bileşenli iplik için elde edilen sonuçlar %100 pamuk iplikleri ve %100 geri kazanılmış liflerden oluşan ipliklerin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. İpliğin eğrilmesi sırasındaki yüksek kopuş oranları ve stapel uzunluklarının kısa olması ve mukavemetlerinin düşük olması nedeni ile, geri kazanılmış liflerden oluşan düşük tex numarasında friksiyon ipliklerin üretilmesinin mümkün olmadığı belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, geri kazanılmış ve pamuk liflerinden (RC) oluşan iki bileşenli ipliklerin kopma mukavemeti diğer iki bileşenli iplik tiplerinin kopma mukavemetinden daha yüksek olarak elde edilmiştir. Pamuk-geri kazanılmış (CR) lif karışımlarından oluşan ipliklerin ve karışım ipliklerinin mukavemetleri arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Önceki çalışmada olduğu gibi, iki bileşenli ipliklerin mukavemeti %100 geri kazanılmış liflerden oluşan ipliklerin kopma mukavemetinden yüksek, %100 pamuk liflerinden oluşan ipliklerin kopma mukavemetinden daha düşük olarak bulunmuştur. İki bileşenli ipliklerin kopma uzamaları pamuk iplikleri ile aynı olarak elde edilmiştir. İki bileşenli ve pamuk ipliklerinin kopma uzamaları geri kazanılmış liflerden oluşan ipliklerin kopma uzamalarından daha düşük olarak elde edilmiştir. Ayrıca, iki bileşenli ipliklerin düzensizliği geri kazanılmış liflerden oluşan ipliklerin düzensizliğinden daha iyidir.

Yukarıda bahsedilen çalışmalarda [10-16], iplik hammaddesi olarak çırçır, açma, temizleme ve tarak makinaları gibi iplik üretiminde kullanılan makinalardan toplanan pamuk atıklarının veya açılarak geri kazanılmış liflerin orijinal pamuk lifleri ile karışımları kullanılmıştır. Yapılan yukarıda bahsedilen çalışma sonuçlarına göre [11-12], genellikle pamuk atıklarından oluşan geri kazanılmış pamuk lifleri orijinal pamuk lifleri ile %20'ye kadar oranda karıştırıldığında, iplik kalitesinde önemli değişiklik olmadığı belirtilmiştir. İplik üretiminde orijinal liflerin yüksek oranda kullanılması daha öncede bahsedildiği gibi, iplik maliyetini yükseltmekte ve aynı zamanda geri kazanılmış lif kullanımını azaltmaktadır.

Çoğunluğu pamuk olan tekstil atıklarının açılması ile elde edilen geri kazanılmış lifler orijinal pamuk lifleri ile karıştırılarak iplik üretiminde kullanılabilirdiği gibi, yüksek mukavemet değerine sahip poliester gibi lifler ile de yaygın olarak karıştırılabilmektedir. Poliester gibi lifler daha yüksek mukavemet değerlerine sahip olduğu için, bu lifler ile karıştırılmış geri kazanılmış liflerden elde edilen ipliğin mukavemetini de yükseltmiş

olacaktır. Ayrıca, bu şekilde yeterli kalitede iplik üretiminde, geri kazanılmış lifler daha yüksek oranlarda kullanılabilir. Geri kazanılmış lif ve poliester karışımlarından oluşan open end iplik eğirme sistemi ile üretilen ipliklerin özellikleri ile ilgili çalışmalar da mevcuttur.

Duru ve Babaaslan [17] açıcı silindir hızının poliester ve tekstil atık karışımı rotor ipliğin kalitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Açıcı silindir hızının iplik mukavemetini negatif yönde, düzgünlük ve tüylülük pozitif yönde etkilediği görülmüştür. Döküntü analizine göre, 7000-8000 dev/dak arasındaki açıcı silindir hızları en etkili derecede temizleme sağlamıştır. İplik mukavemeti ve iplik kusurları açısından, en iyi açıcı silindir hızı 7000 dev/dak olarak elde edilmiştir.

Pınarlık ve Şenol [18] geri kazanılmış liflerin orijinal akrilik ve poliester lifleri ile karıştırılması ile elde edilen ipliklerin özelliklerini incelemişlerdir. %100 akrilik içeren cer bandı %80 geri kazanılmış lif ve %20 poliester içeren cer bandı ile 5 farklı dublajlarda karıştırılarak open end iplik makinasında 3 farklı numarada open end iplik elde edilmiştir. İplikteki geri kazanılmış lif oranı arttıkça iplik mukavemetinde ve kopma uzamasında azalma, optik düzgünlükte ise artma görülmüştür.

“Tarlaz Pamuk Üretiyoruz” sloganıyla geri dönüşümünün üssü haline gelen Uşak ili tekstil atıklarının geri kazanımında en önemli ildir. Uşak Türkiye’de bulunan şifanoz tesislerince üretilen geri kazanılmış elyafın %80’nini tek başına üretmektedir. Üretilen elyaf miktarının %65’i il içinde tüketilirken, %10’u Türkiye’deki diğer open-end tesislerine satılmakta, %25’i de ihraç edilmektedir [19].

Atıklardan elde edilen iplik üretiminde de Uşak lider durumdadır. Yıllık 133 727 ton iplik üretimi ile geri dönüşüm sektöründe %75’lik paya sahiptir. Uşak’ta üretilen geri kazanılmış liften oluşan ipliğin %35’i ihraç edilirken, % 45’lik kısmı yurtiçine satılmakta, %20’lik üretim de il içinde özellikle de battaniye ve kilim sektöründe kullanılmaktadır [19].

Uşak ilinde mekanik geri dönüşüm yöntemi ile daha çok ağırlık olarak pamuk, yün ve akrilik liflerini içeren tekstil atıkları açılmakta ve lif haline getirilmektedir. Uşak ilinde üretilen bu geri kazanılmış lifler en çok çorap, trikotaj, battaniye, kilim gibi dokuma ve örme sektörlerinde kullanılmaktadır [19].

Yukarıda da bahsedildiği gibi yapılan araştırma çalışmaları daha çok geri kazanılmış liflerden open end ve friksiyon iplik eğirme teknikleri ile elde edilen ipliklerin

özellikleri ile ilgilidir. Geri kazanılan liflerden oluşan iplikler yukarıda belirtildiği gibi örme ve dokuma kumaş üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Örme ve dokuma sektörlerinde geri kazanılan lif içeren ipliklerden üretilen örme veya dokuma kumaşların performansları ile ilgili çalışmalar oldukça kısıtlıdır.

Alan, Koçlu ve Yüksekaya [20] birisinin atkı ipliklerinin geri kazanılmış liflerden oluştuğu, diğerinin ise orijinal liflerden oluştuğu battaniyelerin kopma mukavemeti ve uzaması özelliklerini incelenmişlerdir. Geri kazanılmış liflerden ve orijinal liflerden oluşan battaniyelerin kopma uzaması değerleri arasında istatistiki olarak fark bulunmazken, her iki battaniye tipi arasında kopma mukavemet değerleri açısından, beklendiği üzere atkı yönünde istatistiksel olarak önemli farka rastlanmıştır ve orijinal battaniyenin kopma mukavemet değeri daha yüksek çıkmıştır.

Battaniyeler ile ilgili diğer bir çalışmada, Celep and Yüksekaya [21] geri kazanılmış lifler ve orijinal liflerden oluşan battaniyelerin ısı iletkenlik, ısı soğurganlık ve ısı direnç gibi özelliklerini incelemişlerdir. Geri dönüşüm liflerden ve orijinal liflerden elde edilen battaniyelerin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerlerinde istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamakla birlikte geri dönüşüm liflerden üretilen battaniyenin ısı soğurganlık değerinin orijinal liflerden elde edilen battaniyeden daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Yine son zamanlarda yapılan diğer bir çalışmada [22], bir hazır giyim firmasının kumaş kırpıntılarından Ne 28 %50 geri dönüşümlü pamuk-%50 poliester iplik elde edilmiştir. Karşılaştırma amacı için ise Ne 28 %50 pamuk-%50 poliester iplik seçilmiştir. Daha sonra, bu ipliklerden aynı üretim şartlarında süprem kumaşlar örülmüş ve bu kumaşlardan giysiler dikilmiştir. Mekanik geri dönüşüm yöntemi ile elde edilen ipliğin, bu iplikten elde edilen kumaşların ve giysilerin fiziksel özellikleri, yeni materyallerden üretilen ürünlerin fiziksel özellikleri ile karşılaştırılmıştır. Test sonuçları, geri dönüşümlü giysilerin kalitesi ve yeni materyaller kullanılarak elde edilen giysilerin kalitesi arasında belirgin bir fark olmadığını göstermektedir. Çalışmanın sonucunda, kumaş kırpıntılarından elde edilen geri dönüşümlü giysilerin hazır giyim sanayinde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Uşak ilinde yaygın olarak pamuk, akrilik ve yün liflerini içeren konfeksiyon ve kazak kırpıntılarından mekanik açma yöntemi ile elde edilen geri kazanılmış lifler kullanılarak iplik elde edilmektedir. Ağırıklı olarak pamuk lifi içeren konfeksiyon

kırpıntılarından oluşan tekstil teleflerinin açılması ile elde edilen geri kazanılmış lifler Uşak ilindeki üretimin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Pamuk lifi içeren tekstil atıklarının açılması ile elde edilen ve büyük oranda pamuk liflerini içeren bu geri kazanılmış lifler yaygın olarak orijinal poliester lifleri ile karıştırılmaktadır. Geri kazanılmış pamuk lifi ve orijinal poliester lifinden open end iplik teknolojisi ile elde edilen iplikler çorap üretimde yaygın olarak kullanıldığı halde, bu konuda bilgimize göre yayınlanmış hiç çalışma bulunmamaktadır.

Bu tez çalışmasında, open end iplik eğirme sistemi ile elde edilen ve geri kazanılmış pamuk lifi ve orijinal poliester lifi karışımından oluşan piyasada yaygın olarak kullanılan iplikten 3 farklı sıklık değerlerinde örülen çorapların boyutsal ve bazı fiziksel özelliklerinin %100 orijinal pamuk liflerinden oluşan ipliklerden elde edilen çorapların boyutsal ve fiziksel özellikleri ile karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Likra, spandex, dorlastan gibi isimler ile de bilinen elastan lifleri yüksek derecede uzama ve tekrar orijinal durumuna dönme özelliğine sahiptir. Elastan lifleri yapılarında en az %85 oranında segmente edilmiş poliüretan bulunan uzun zincirli sentetik lineer polimer zincirlerinden oluşmaktadır [23]. Bu lifler kimyasal yapılarından dolayı %200'den daha fazla miktarda kopma noktasında uzama gösterebilmekte ve üzerlerine etki eden kuvvet kaldırıldığında tamamen ve hızlı bir biçimde ilk hallerine dönebilmektedir [23-25]. Elastan yerleştirilmiş kumaşlar yüksek uzama, elastikiyet, eski haline geri dönebilme, iyi boyutsal stabilite göstermektedir [23-25].

Çorapların elastikiyetini arttırmak ve çorapların esnedikten sonra tekrar eski haline dönebilmesini ve bu şekilde çorapların şeklini korumasını sağlamak gibi avantajlarından dolayı, elastan iplik çorap üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Geri kazanılmış liflerin elastan ile birlikte olan performanslarını da inceleyebilmek için, geri kazanılmış lif ve poliester lifi içeren iplik ve %100 orijinal pamuk liflerini içeren iplik ile çoraplar hem elastan iplik kullanarak hem de elastan iplik kullanmadan üretilmişlerdir. Bu nedenle, bu tezin diğer bir amacı da, geri kazanılmış lif ve poliester lif karışımlarından oluşan iplik ile %100 orijinal pamuk ipliğinden elastan iplik ilavesi ile birlikte örülen çorapların boyutsal ve fiziksel özelliklerini incelemek ve sonuçları elastansız benzer çorapların boyutsal ve fiziksel özellikleri ile karşılaştırmaktır. Bu amaçla, elastan ilave etmeden ve elastan ilave ederek, geri kazanılmış liften ve orijinal pamuk lifinden üretilen 2 farklı iplik çeşidi kullanarak ve bu iplikler ile 3 farklı sıklık değerlerinde olmak üzere toplam 12 farklı çeşit

çorap üretilmiştir. Boyutsal özellik olarak çorapların sıklık, fiziksel özellik olarak çorapların ağırlık ve kalınlık, hava geçirgenlik, patlama mukavemeti, aşınma devirleri sonrasındaki ağırlık kaybı ve renk değerlerinden oluşan aşınma dayanımı ve boncuklanma değerleri karşılaştırmalı ve istatistiksel analiz yöntemleri de kullanılarak incelenmiştir.

Bu tez çalışmasının 1. Bölümünü konunun önemini, literatür araştırmasını, tezin amacını ve tezde neler yapıldığını içeren yukarıda bahsedilen “Giriş” Bölümü oluşturmaktadır.

2. Bölümde tekstil geri dönüşüm veya geri kazanım konusunda literatürde bulunan genel bilgiler yer almaktadır.

Materyal ve Metot Bölümünü oluşturan 3. Bölümde deneysel çalışmada kullanılan materyaller ve yine çalışmada kullanılan metotlar tanıtılmıştır.

Bulgular ve Tartışma başlıklı 4. Bölümde elde edilen deney bulguları ve bu deney bulgularının tartışılmasına yer verilmiştir.

Son bölüm olan 5. Sonuç Bölümünde ise elde edilen deney sonuçları özetlenmiştir.

2. GERİ DÖNÜŞÜM VEYA GERİ KAZANIM İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

2.1. Atık Teriminin Tanımı

Atık en basit tanımı ile, üretim ve kullanım faaliyetleri sonucu ortaya çıkan, insan ve çevre sağlığına zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı biçimde alıcı ortama verilmesi sakıncalı olan her türlü maddedir [26]. Sanayide, ulaşımda, tarımda, turizmde, inşaat sektöründe, üretim yaparken, hizmet verirken, çok sayıda madde ve malzeme biçim değiştirir. Bu faaliyetler için enerji kullanırken, gaz, sıvı ve katı halde atıklar ortaya çıkar. Bu atıkların bir bölümü ortadan kaldırılırken, bir bölümü de geri kazanılarak, yeniden kullanılabilir. Bu atıkların bir bölümü ortadan kaldırılırken, bir bölümü de geri kazanılarak, yeniden kullanılabilir.

2.2. Atıkların Yönetilmesi

Atık yönetimi atığın kaynağında azaltılması, özelliğine göre ayrılması, toplanması, geçici depolanması, ara depolanması, geri kazanılması, taşınması, bertarafı ve bertaraf işlemleri sonrası kontrolü ve benzeri işlemleri içeren bir yönetim biçimidir. [26]. Atık yönetiminde genel ilke, atıkların mümkün olduğunca kaynağında azaltılması, fakat, kaçınılmaz olarak meydana gelen atıkların da mümkün olan en yüksek oranda geri dönüştürülerek yeniden kullanılmasıdır.

Çevre ve Orman Bakanlığı'nca önerilen Atık Yönetim Piramidi Şekil 2.1 de verildiği gibi, üst basamaktan alt basamaklara doğru değerlendirilmektedir. Yani ilk aşama atığın oluşmasının “önlenmesi”, eğer bu sağlanamıyorsa atığın “Minimizasyonu”, diğer bir deyişle atığın en aza indirilmesi amaçlanır. Daha sonra atığın “Yeniden kullanımı” eğer bu da mümkün olmuyorsa “önce geri dönüşüm” ve sonra “enerji geri kazanımı” amaçlanır. Bu

uygulanan yöntemlerden sonra elimizde kalan atığa ya da bu yöntemleri uygulayamadığımız atığa yapılacak en son işlem ortadan kaldırma yani “Bertaraf” [26].



Şekil 2.1. Çevre ve Orman Bakanlığı’na önerilen atık yönetim piramidi [26]

2.3. Geri Dönüşümün Tanımı

Değerlendirilebilir atıkların çeşitli fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerle ikincil hammaddeye dönüştürülerek tekrar üretim sürecine dahil edilmesine geri dönüşüm veya atıkların yeniden kazanılması denmektedir. Ayrıca geri dönüşüm herhangi bir şekilde kullanılarak kullanım dışı kalan geri dönüştürülebilir atık malzemelerin çeşitli geri dönüşüm yöntemleri ile hammadde olarak tekrar imalat süreçlerine kazandırılması olarak da tanımlanmaktadır [1-2].

2.4. Geri Dönüşümün Tarihçesi

Geri dönüşüme olan ihtiyacın başlamasında savaşlar nedeniyle ortaya çıkan kaynak sıkıntıları etkili olmuştur. Büyük devletler, II. Dünya Savaşı sırasında ülke çapında geri dönüşümle ilgili kampanyalar başlatmışlardır. ABD’ de geri dönüşüm işlemi yurtseverlik anlayışında çok önemli bir yer edinmiştir. Hatta savaş sırasında oluşturulan kaynak koruma programları, doğal kaynakları kısıtlı bazı ülkelerde (Japonya gibi) savaş sonrası da devam ettirilmiştir. Kalkınma çabasında olan ve ekonomik zorluklarda karşı karşıya bulunan gelişmekte olan ülkelerin de tabii kaynaklarından uzun vadede ve maksimum bir

şekilde faydalanabilmeleri için atık israfına son vermeleri, ekonomik değeri olan maddeleri geri dönüşümle tekrar kullanma yöntemlerini uygulamaları gerekmektedir [27].

2.5. Geri Dönüşümde Yasal Mevzuat

Ülkemizde geri dönüşüm; çevre kanunu ve bu kanuna istinaden çıkarılan Yönetmeliklerle düzenlenmektedir. Bu yönetmelikler şöyle sıralanmıştır: [1, 28]

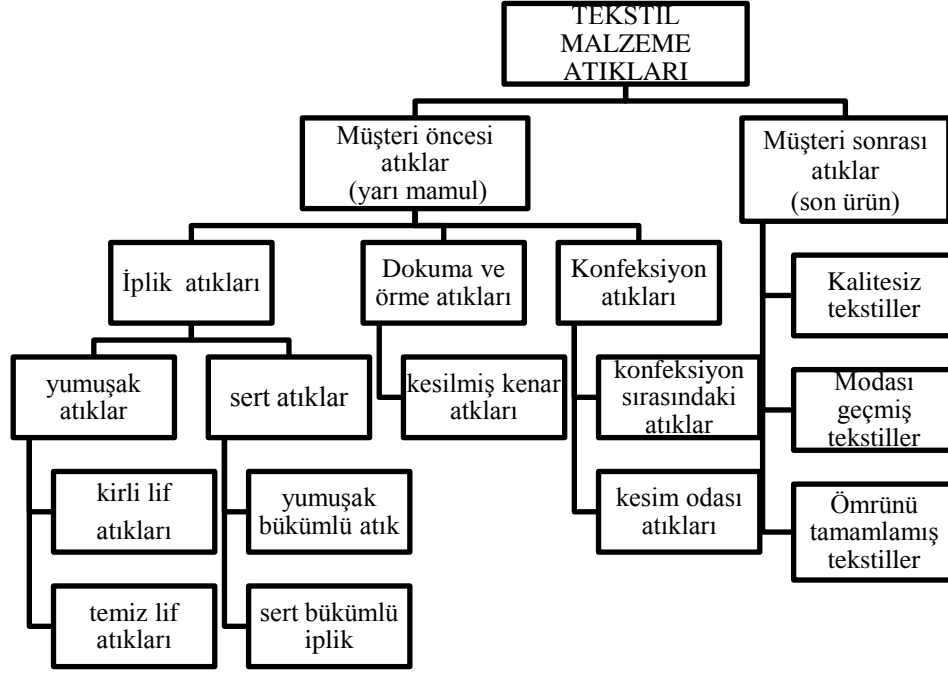
- Atık Pil Ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği (APAK)
- Ambalaj Atıkları Kontrolü Yönetmeliği
- Poliklorlu Bifenil Ve Poliklorlu Terfenillerin Kontrolü Hakkında Yönetmelik
- Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği
- Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği
- Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği

2.6. Geri Dönüştürülen Malzemeler

Geri dönüşebilen maddeler cam, kağıt, alüminyum, plastik, pil, motor yağı, akümülatör, beton, organik atıklar, elektronik atıklar ve tekstil atıklarından oluşmaktadır [1-2]. Özellikle, geri dönüştürülerek tekrar geri kazandırılan atıklar içerisinde tekstil katı atıkları büyük önem taşımaktadır.

2.7. Tekstil Katı Atık Malzemeleri ve Bunların Sınıflandırılması

Geri dönüşüm işlemi sırasında, üretimi yönetmek ve kontrol etmek için, tekstil atık tiplerini bilmek önemlidir. Tekstil atıkları Şekil 2.2'de verildiği gibi sınıflandırılabilir [6].



Şekil 2.2. Tekstil atıklarının sınıflandırılması [6]

Şekil 2.2’den de görüleceği üzere, tekstil atıkları genel olarak müşteri öncesi ve müşteri sonrası olmak üzere 2 ana grup altında sınıflandırılmaktadır [6-7].

2.7.1. Müşteri öncesi atıklar

Müşteri öncesi atıklarını tekstil işletmelerinde üretim sırasında meydana gelen tekstil atıkları veya telefleri oluşturmaktadır. İplik üretimi sırasında meydana gelen atıklar, dokuma/örme işlemleri sırasında meydana gelen atıklar ve konfeksiyon sırasında meydana gelen atıklar olmak üzere 3 grup altında sınıflandırılmaktadırlar [6].

-İplik atıkları

İplik atıkları iplik kopuşları, dikkatsiz işlemler, makine hataları gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. İplik atıkları yumuşak ve sert atıklar olmak üzere 2’ye ayrılmaktadır [6].

Yumuşak atıklar; kirli lif atıkları ve temiz lif atıklarından oluşmaktadır. Kirli lif atıkları harman hallaç ve tarak makinalarından elde edilmektedir. Bu atıkları harman hallaç ve tarak makinalarındaki uçuntular, filtre atıkları, zemindeki süprüntüler, düşük kalitedeki pamuk bantları ve diğer atık parçaları oluşturmaktadır. Bu atıklar balyalar halinde satıldığı

gibi, ilave temizleme işlemleri ile liflerin ve kirlerin ayrılması ile geri dönüştürülebilmektedir. Harman hallaç ve tarak telefleri büyük oranda kullanılabilir lif içermektedir. Bu lifler ring iplik harmanlarına %2-4,open end ipliklerine ise %5-20 arasında katılabilmektedir. Temiz lif atıkları iplik işlem aşamaları sırasında elde edilmekte ve tekrar kullanılabilir. Bu atıklar temiz ve iyi kalitedeki malzemedir oluşur. Tarak altı döküntüleri, düz bantlar, cer bantları, tarak bandı, tarak tülbendi bu atıklara verilebilecek örneklerdir. Bu atıklar ön işlem gerektirmeden tekrar önceki işlemlere katılabilmektedir [6].

Sert atık yumuşak bükümlü ve yüksek bükümlü atık olmak üzere iki gruba altında sınıflandırılmaktadır. Yumuşak bükümlü atıkları fitil atıkları oluşturmaktadır. Sert bükümlü atıkları ise, iplik ve sarım işlemi sırasında meydana gelen atıklar oluşturur. Bobin uçları ve sarım atıkları da bu gruba dahildir. Önlenemeyen atıklar liflerin temizleme işlemlerinde veya diğer üretim fonksiyonları sırasında uzaklaştırılan atık olarak tanımlanır. Tekrar kullanılamayan atıklardır. Bu nedenle, normal üretim işlemine tekrar dahil edilmez.

-Örme ve dokuma atıkları

Örme ve dokuma atıklarını genellikle kenar kesik atıkları oluşturmaktadır.

-Konfeksiyon atıkları

Kesim odası atıklarından ve diğer konfeksiyon üretim hattı atıklarından oluşmaktadır.

2.7.2. Müşteri sonrası atıklar

Sahibinin artık ihtiyacının olmadığı, elden çıkarmaya karar verdiği ve kalite özelliklerini karşılamayan herhangi tipteki giysi veya ev tekstilinden oluşmaktadır [6-7]. Bu tekstil ürünleri eskidiği, zarar gördüğü veya modası geçtiği için elden çıkarılmaktadır. Bu ürünlerdeki hammaddelerin birbirinden çok farklı olması ve bu ürünlerin yıkanma sorunlarından dolayı, bu giysiler daha çok çöp olarak elden çıkarılmakta veya çöp alanlarına gönderilmekte veya hayırseverlere verilerek tekrar kullanılabilir. Bu atıkların geri dönüşümü için gerekli önlemler alınmalıdır.

2.8. Tekstil Atık Malzemelerinin Geri Dönüşümünün Sağladığı Yararlar

Tekstil katı atık malzemelerin geri dönüşüm metotları ile geri kazanılması aşağıda verildiği gibi ekonomik, çevresel ve sosyal avantajlar sağlamaktadır [6-9].

1. **Enerji tasarrufu sağlanır:** Orijinal doğal malzemeler ile karşılaştırıldığında, geri dönüştürülen malzemeler için üretim işletmelerinde özellikle elektrik ve yakıt bakımından daha az enerji kullanılmaktadır. Örneğin, tekstil sektöründe üretilecek ürün yeniden ağartma, boyama gibi işlemleri gerektirmeyeceği için enerji tüketimi ve dolayısı ile maliyet azalacaktır. Ayrıca, geri kazanım ile yeni bir ürün elde edilmesi için harcanacak olan enerji harcanmamış ve kullanılmamış olacaktır. Bu şekilde, enerjinin farklı alanlarda değerlendirilmesi sağlanmış olacaktır.
2. **Doğal kaynaklarımız korunmuş olur:** Doğal kaynaklarımız dünya nüfusunun artması ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi nedeni ile her geçen gün azalmaktadır. Bu nedenle, geri dönüşüm doğal kaynaklarımızın korunması ve verimli kullanılması için son derece önemli bir işlemdir. Tekstil atıkları geri kazanılarak tekrar kullanıldığında, pamuk gibi doğal hammaddelerin yetiştirilmesi ve yün lifinin yıkanması için gerekli su ihtiyacı ortadan kalkacaktır. Ayrıca, hammaddelerin ön terbiye ve boyama için gerekli su ihtiyacı ortadan kaldırılacaktır. Bu şekilde, doğal kaynaklar üzerindeki baskı azaltılmış olmaktadır.
3. **Çevre kirliliği azalır:** Doğal lifler kendi kendilerine doğada kısa sürelerde yok olduğu için çevreye bu bakımdan zarar vermemektedir. Sentetik lifler doğada çözünmediği için daha ciddi çevre sorunlarına yol açmaktadır. Doğada çözünen diğer bir lif olan yün doğada çözünürken, küresel ısınmaya neden olan metan gazı üreterek çevreye zarar vermektedir.

Tekstil atıklarının geri dönüşümü ile boya veya kimyasal madde talepleri azalacağından, bu maddelerin kullanımı veya üretimi sırasındaki çevresel problemler de azalmış olacaktır.

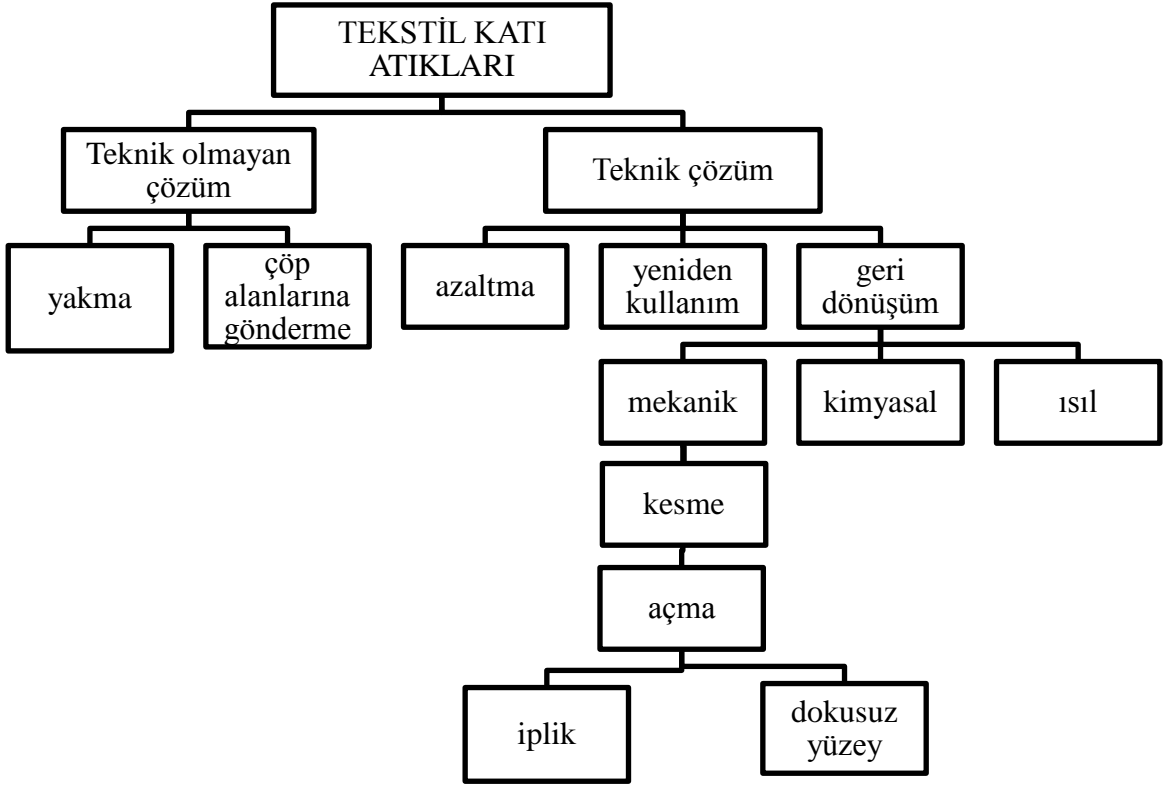
Her ne kadar pamuk lifi doğal olması nedeni ile çevre dostu olarak kabul edilmesine rağmen, pamuk lifi tarımının çevre üzerinde etkisi bulunmaktadır. Pamuk tarım ilaçlarının en yüksek veya ikinci kullanıldığı tarım alanıdır. Tekstil

atıklarının geri dönüşümü ile, arazi alanları korunmuş olmakta ve tekstil üretiminde kullanılan tarım ilaçları, enerji, su miktarları azaltılmış olmaktadır.

4. **Çöp işlemlerinde kolaylık sağlanır:** Geri dönüşümün uygulanması ile, çöplere giden tekstil atık miktarında azalma sağlanarak bu atıkların taşınması, depolanması ve yok edilmesi işlemleri için daha az miktarda alan ve daha az enerji kullanılacaktır.
5. **Ekonomik avantaj sağlanır:** Tekstil atıklarının geri dönüştürülerek tekrar hammadde olarak geri kazandırılması kısa ve uzun vade de ekonomik avantajlar sağlamaktadır. Örneğin, tekstil sektöründe üretilecek ürünün ön terbiye ve boyama gibi işlemleri gerektirmemesi maliyetleri azalacaktır. Doğal kaynakların ve enerji kaynaklarının mümkün olduğunca az kullanılması yine ekonomik açıdan avantajlar sağlayacaktır. Ayrıca, dışarıya bağımlı olduğumuz petrol, doğal gaz gibi hammaddelerin tüketiminin azalması sonucu para yurtiçinde kalmakta ve bu durum ekonomik olarak avantaj sağlamaktadır. Geri dönüşüm sonucu oluşan sentetik elyaf gibi ürünlerimizi de yurtdışına satarak ülkemize döviz girişi sağlanacaktır. Geri kazanılan malzemenin yeniden kullanımı gelişmiş ülkelerde ithalat maliyetlerini azaltmaktadır.
6. **Yeni iş alanları yaratır:** Katı atıklardan malzemenin geri dönüşümü gelişen ülkelerde mesleği olmayan kişilerin geçim kaynağını oluşturmaktadır. Halk atık malzemesinin geri dönüştürülebilir olduğunun farkına varmaya başladığında “atık paradır” ifadesi yaygınlaşır.

2.9. Tekstil Atıkların Geri Kazanılmasında Kullanılan Yöntemler

Şekil 2.3’de verildiği gibi, tekstil katı atıkları kullanılan hammadde tipine ve insanların çevresel problemlere karşı duyarlılığına göre farklı metotlar kullanılarak yönetilmektedir. Tekstil atık malzemelerinin yönetilmesinde teknik olmayan ve teknik olan çözümler kullanılmaktadır [6].



Şekil 2.3. Tekstil atıklarının yönetimi [6]

Teknik olmayan çözümler meydana getirdiği çevresel problemlerin ve bu çevresel problemlerin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin farkına varılmasından sonra artık pek tercih edilmemektedir. Herhangi üretim işleminden gelen atıkları azaltmak mevcut teknoloji ile sınırlı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Mevcut teknoloji ile üretim sırasında her zaman belli miktarda atık oluşmaktadır. Atıkları azaltılmasının önlenememesi geri dönüşüm teknolojisine daha fazla dikkat verilmesinin temel nedenidir. Şekil 2.3’de verilen şemaya göre, tekstil katı atıkları mekanik, kimyasal ve ısı yöntemleri kullanılarak geri dönüştürülmektedir. İnsan yapımı malzemelerden oluşan tekstil atıkları durumunda tüm geri dönüşüm metotları kullanılır. Doğal lif veya karışımları durumunda sadece mekanik geri dönüşüm kullanılır. Ucuz ve kolay olması nedenlerinden dolayı, mekanik geri dönüşüm diğer kimyasal ve ısı geri dönüşüm metotlarından çok daha yaygın olarak kullanılmaktadır [6].

2.10. Mekanik Geri Kazanım Yöntemi

Daha önce belirtildiği gibi, iplik veya kumaş halinde bulunan katı tekstil atıklarının geri kazanılması için lif haline getirilmesi gerekmektedir. Bu da çeşitli parçalama ve açma makineleriyle olmaktadır. Günümüzde mevcut olan makinalar “parçalama makinası”, “atık açma makinası” veya “yırtma makinası” olarak bilinmektedir.

Tekstil katı atıkları öncelikle lif içeriğine, renklerine ve diğer özelliklerine sınıflandırılmaktadır. Renklerine göre sınıflandırma özellikle önem taşımaktadır. Tekstil atıkları renklerine göre sınıflandırıldığında elde edilen bu geri kazanılmış liflerden oluşan kumaşlar ön terbiye ve boya gibi işlemleri gerektirmeyecektir.

Sınıflandırma işleminden sonra, tekstil katı atıkları önce küçük parçalar halinde kesilerek ön işleme tabi tutulmaktadır. Tekstil atıkları küçük parçalar haline getirildikten sonra, şifanoz ve garnet olarak adlandırılan yüksek hızda dönen ve üzerinde teller bulunan tamburun alıcı ünitesine transfer edilmektedir. Tekstil malzemeleri tambur yüzeyindeki çelik teller ile parçalanmakta ve lifler açığa çıkmaktadır. Tekstil yapılarının lif haline gelebilmesi için tambur boyunca birkaç pasaja tabi tutulması gerekmektedir. Bu nedenle, tambur ile lifleri açığa çıkan malzemeler bu işlemi tam ve mükemmel lif ayırımı yapana kadar tekrar gerçekleştiren diğer tamburlara iletilir. Lifleri veya tekstil atıklarını ard arda yerleştirilen telli tamburların her birisine iletmek için çeşitli farklı prensiplerde çalışan besleme sistemleri kullanılmaktadır. Bilinen parçalama makinaları genellikle malzemeden lifleri yetersiz derecede ayıran geri dönüşüm tertibatları ile donatılmıştır. Malzemeden liflerin ayrılması bir veya daha fazla tambur ilave edilerek iyileştirilebilmektedir.

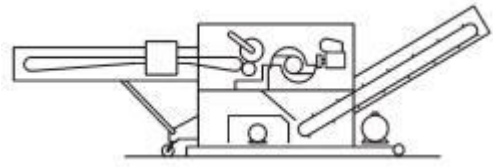
2.11. Tekstil Atıklarının Lif Haline Getirilmesinde Kullanılan Kesici, Parçalayıcı ve Açıcı Makinalar

İpliklerin ve kumaşların geri dönüştürülmesi için patentleri alınmış çok çeşitli kesme makinaları, parçalama ve açma yapan şifanoz ve garnet makinaları kullanılmaktadır.

Tekstil malzemelerinden liflerin mekanik olarak geri kazanılması için kullanılan Balkan, Befama, Rolanda, Laroche vs. gibi ticari firmalara ait şifanoz ve garnet makinaları bulunmaktadır. Bu makinalardan bazıları aşağıda verilerek özellikleri açıklanmıştır.

-Döner kesim makinası

Befama firmasına ait konfeksiyon ve diğer tekstil bölümlerinden gelen tüm tekstil atıklarını kesmek için tasarlanan döner kesim makinası Resim 2.1’de verilmiştir. Bu makinada tekstil atıkları garnet makinasında işlenmeye uygun şekilde küçük parçalara kesilir. Döner kesim makinası tekstil atıklarını 20-260 mm uzunlukta kesmek için tasarlanmıştır [29].

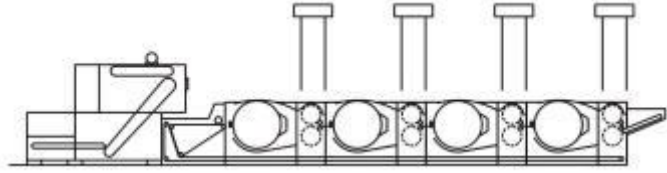


Resim 2.1. Befama firmasına ait AC39A döner kesim makinası [29]

-Şifanoz makinası

Şifanoz makinaları; iplik veya kumaş tipindeki tekstil katı atıklarını küçük parçalara ayırdıktan sonra lif haline getiren açıcı makinelerdir. Şifanoz makinaları genellikle malzemedan lifleri yetersiz derecede ayıran geri dönüşüm tertibatları ile donatıldığı için, şifanozdan çıkan lifler tam olarak açılmamış halde topak şeklinde bulunabilmektedir. Bu nedenle bu tam açılmamış liflerin tam olarak açılarak işlenmeye hazır hale gelmeleri için ikinci bir açıcıdan geçirilmeleri gerekmektedir.

Resim 2.2’de Befama firmasına ait AC400 şifanoz makinası, Resim 2.3’de Balkan firmasına ait DT30 mega şifanoz makinası gösterilmiştir. Şifanoz makinaları genellikle modüler şekilde yapılmaktadır. Modüler tasarım farklı sayıda tamburların makinaya yerleştirilmesini sağlamaktadır. Tamburların sayıları farklı tekstil sektörlerine göre değişebilmektedir. Genellikle 1-6 silindir sayılarında üretilmektedir. Makinaya besleme el ile veya otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir. Malzemenin sevki konveyör kayışı ile veya pnömatik olarak yapılabilmektedir. Makine üretim halinde iken, iğneli tambur ile besleme tablası arasının ayarı yapılabilmekte ve döküntü ayar bıçağı ile mesafesi kolayca ayarlanabilmektedir. Besleme boğaz silindirleri, birinci tambur çelik yivli silindir vasıtasıyla diğer silindirler ise kauçuk silindir baskısıyla çalışmaktadır [30-31].



Resim 2.2. Befama firmasına ait şifanoz makinası [30]



Resim 2.3. Balkan firmasına ait DT30 mega şifanoz makinası [31]

-Garnet (karnet) makinaları

Garnetleme iplik, paspas, dokuma kumaş parçaları gibi atık malzemeleri yumuşak hafif lif formuna dönüştüren bir işlemdir. (nouby) Garnet (karnet) makinaları; testere dişi biçiminde metalik dişlerle kaplı davul ve silindirleri bulunan az veya çok bükümlü tekstil atıklarını açmak için kullanılan bir tarak tipidir. Garnet makinaları ile tekstil katı atıkları daha ince bir şekilde açılmaktadır. Resim 2.4’de Befama firmasına ait Garnet makinası gösterilmiştir.



Resim 2.4. Befama firmasına ait garnet makinası [32]

Şifanoz ile garnet makineleri arasındaki farklar, garnet makinesinde uzun liflerden elde edilen kumaşların, şifanozda ise kısa liflerden elde edilen kumaşların açılması, garnette tambur üzerinde tellerin, şifanozda ise çivilerin kullanılması ve son olarak garnette düşük devirlerde çalışılırken şifanozda daha yüksek devirlerde çalışılıyor olmasıdır.

Resim 2.5 ve Resim 2.6’da sırası ile Şifanoz ve Garnet makinalarında açılmış olan geri kazanılmış elyaflarından örnekler gösterilmiştir.



Resim 2.5. Şifanoz makinasında açılmış geri kazanılmış lifler



Resim 2.6. Garnet makinasında açılmış geri kazanılmış lifler

2.12. Geri Kazanılmış Liflerin Özellikleri

Orijinal lifler ile karşılaştırıldığında, geri kazanılmış lifler farklı özelliklere sahiptir. Geri kazanılmış liflerin özelliklerini büyük ölçüde mekanik işlemler sırasında uygulanan parçalama işlemleri etkilemektedir. Tekstil atıklarının açılması sırasında uygulanan mekanik işlemler geri kazanılmış liflere hasar vererek liflerin kışalmasına neden olmaktadır. Bazı durumlar da, uygulanan açma işlemleri tekstil teleflerinin açılması için yeterli gelmemektedir. Bu nedenle, geri kazanılmış lifler toz, kısa lif, parçalanmayan iplik ve kumaş parçaları gibi farklı lif uzunluklarında olabilmektedir.

Lif uzunluğunun iplik yapımı veya dokusuz yüzey oluşumu için yeterli olması gerekmektedir. Geri kazanılmış lif karışımlarında bulunan parçalanmayan iplik parçaları dokusuz yüzey kumaşlarda yüzeyin oluşumunu direk olarak etkilediği için bu parçalanmayan iplik parçalarının tarak işlemi sırasında daha da parçalanması gerekmektedir. Parçalanma işleminin malzemeye göre belirlenmesi kısa lif oranını minimum seviyede tutacaktır. Günümüz teknolojileri liflerin %25 ve %55 arasındaki

miktarının 10 mm veya daha fazla uzunlukta olmasını sağlayabilmektedir [3, 7]. Geri kazanılmış lifler piyasada düşük fiyat ile satılmaktadır.

Tekstil atıkları pamuk, yün, jüt, rami gibi sadece farklı cinsten doğal liflerden değil, aynı zamanda rejenere selüloz, akrilik, polipropilen, poliestere gibi yapay liflerden de oluşabilmektedir. Bu nedenle, farklı lif cinslerine sahip tekstil atıklarının açılması ile geri kazanılmış lifler de çoğu durumda karışım halinde bulunmaktadır. Karışım içinde bulunan polimerin cinsini kolay bir şekilde belirlemek zordur. Genellikle, karışımın baskın olan polimerin cinsi belirlenerek geri dönüşüm işlemleri yapılmaktadır.

Orjinal lifler ile karşılaştırıldığında, geri kazanılmış liflerin kalitesinin belirlenmesi zordur. Konvansiyonel olarak kullanılan ölçüm işlemleri ve donatımı yeterli değildir. Bunun nedeni, geri kazanılan lif karışımlarının homojen olmaması, kısa lif ve lif haline gelmemiş tekstil kalıntılarının (iplik ve kumaş parçaları) miktarlarının fazla olmasıdır. Bu nedenle, geri kazanılmış liflere uygulanan testler orjinal liflerden farklıdır. Bu test işlemleri yüksek maliyetlidir. Günümüzde geri kazanılan lifler için kullanılan önemli test malzemenin parçalanma derecesi, lif uzunluğu ve lif uzunluğunun dağılımıdır [7].

Malzemenin parçalanma derecesi parçalanma işleminden sonraki malzemenin lif uzunluk aralığını belirler. Malzemenin parçalanma derecesi; karışım halindeki geri kazanılmış liflerden oluşan 3 ve 10 g numunede bulunan lif, iplik ve kumaş kalıntıları oranı olarak tanımlanmaktadır [7].

Geri kazanılmış lif kullanıcıları ve üreticileri geri kazanılmış lif karışımlarının malzeme bileşenini bilmelidirler. Bu bileşenler kimyasal analizler ile tanımlanabilir. Fakat, kimyasal analizler maliyetlidir. İnfrared spektroskopiyel sistemler ile de analiz işlemini gerçekleştirmekte mümkündür [7].

Geri kazanılan lifler yukarıda verildiği gibi, çok çeşitli tekstil atıklarından veya teleflerinden elde edilebilmektedir. Bu liflerin kalitesi ve işlenebilirliği tekstil atıklarının çeşidine bağlıdır. Eğrilmiş lif teleflerinden elde edilen liflerin kalitesi oldukça yüksektir. İçinde homojen lif tipi bulunmadığı için, ömrünü tamamlamış tekstillerden yani müşteri sonrası tekstil atıklarından yapılan geri kazanılmış liflerin ise kalitesi düşüktür.

2.13. Geri Kazanılmış Liflerin Değerlendirilmesi

Geri kazanılmış lifler iplik ve dokusuz yüzey kumaş üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Geri kazanılmış liflerin iplik halinde kullanılması oldukça yaygındır.

Bilindiği gibi, özellikle ring iplik eğirme sistemi ile iplik üretiminde liflerin belirli uzunlukta olması gerekir. Geri kazanılmış lifler daha öncede belirtildiği gibi açma işlemleri sırasında gördüğü hasardan dolayı, daha çok kısa liflerden oluşmaktadır. Bu nedenle, geri kazanılmış liflerin eğrilmesi için, daha çok kısa liflerin eğrilmesini sağlayan open end ve friksiyon (DREF) iplik eğirme sistemleri kullanılmaktadır. Liflerin kısa olmasından dolayı, geri kazanılmış lifler pamuk, poliester vs. gibi orijinal diğer lifler ile birlikte belli oranlarda karıştırılarak iplik haline dönüştürülmektedir. Pamuk lifinden oluşan tekstil atıklarından elde edilen geri kazanılmış lifler yaygın olarak orijinal pamuk lifleri ve poliester lifleri ile karıştırılmaktadır.

Taraktan sonra, genellikle tercih edilen yöntem olan dokusuz yüzey kumaşlar üretimi için dokusuz yüzey teknolojisi kullanılmaktadır.

Geri kazanılmış lifler giysi, çorap, battaniye, ev tekstili, kilim, yorgan, halı, keçe, teknik uygulamalar gibi birçok alanda kullanılabilir [3, 4, 6-7].

2.14. Türkiye'deki Tekstil Atık Miktarları ve Değerlendirilmesi ile İlgili İstatistiksel Veriler

2009 yılı TOBB verilerine göre, tekstil işletmelerinde ortaya çıkan toplam tekstil atık miktarı 458 484 ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu tekstil atıklarının 384 369 ton/yıl olan miktarı lif ve iplik atıklarından, 74 115 ton/yıl olan miktarı ise kumaş atıklarından oluşmaktadır [4-5].

Altun tarafından [4-5] meydana gelen atık tipleri, atık miktarları ve üreticilerin atıkları değerlendirme eğilimleri araştırılmıştır. Yapılan bu araştırma sonuçlarına göre, tekstil atıklarının %60'ı açma ve iplik üretiminde, %22'si açma ve dokusuz yüzey (tülbent) üretiminde, %13'ü dokusuz yüzey daha çok keçe üretiminde ve %5'i granül üretiminde kullanılmaktadır.

Geri kazanılan tekstil atıklarının %22'si dolgu malzemesi, %13'ü keçe üretiminde, %13'ü örme ürünlerde, %12'si dokuma ürünlerde, %11'i çorap üretiminde, %9'u iplik üretiminde, %4'ü kilim üretiminde ve %2'si de halı üretiminde kullanılmaktadır.

3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, geri kazanılmış pamuk lifinin orijinal poliester lifi ile karıştırılması ile elde edilen iplik kullanılarak elastansız ve elastanlı olarak 3 farklı sıklıklarda örülen çorapların boyutsal ve fiziksel özellikleri aynı özelliklerde orijinal %100 pamuk lifinden oluşan iplik kullanılarak örülen çorapların boyutsal ve fiziksel özellikleri ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çorapların üretiminde kullanılan iplik ve makina özellikleri, üretilen çorap çeşitleri, çoraplara uygulanan işlemler, çoraplara uygulanan testler ve test metotları aşağıda verilmiştir.

3.1. Materyal

3.1.1. Çorapların örülmesinde kullanılan ipliklerin özellikleri

Çorapları üretmek için 2 farklı iplik kullanılmıştır. İpliklerden 1 adedi pamuk lifi içeren tekstil teleflerinin açılması ile elde edilen geri kazanılmış liflerin orijinal poliester lifleri ile karıştırılması ile elde edilen ticari olarak piyasada yer alan iplikten oluşmaktadır. Karşılaştırma amacı için kullanılan diğer iplik ise, %100 orijinal pamuk lifinden oluşmaktadır. Geri kazanılmış liflerin çoraplarda sıkça kullanılan elastan iplik ile olan performansını da inceleyebilmek için çoraplar ayrıca elastan iplik ilave edilerek de örülmüştür.

Ticari olarak yer alan geri kazanılmış liften oluşan ipliğin en yaygın üretim metodunda renklerine, cinslerine vs. göre tasnif edilen kumaş parçaları önce küçük parçalar halinde kesilmekte, daha sonra garnet, şifanöz gibi telef açma makinalarında bulunan tarak telleri ile bu kesilmiş kumaş parçaları mekanik olarak açılarak lif haline getirilmekte ve son olarak belli oranlarda poliester lifleri ile karıştırılarak open end iplik makinalarında iplik olarak eğilmektedir. Geri kazanılmış liflerin ve poliester liflerinin karıştırılması ile elde edilen iplik open end iplik eğirme yöntemi ile üretildiği için, karşılaştırma amacı için kullanılan %100 orijinal pamuk lifinden oluşan iplikte open end

iplik eğirme yöntemi ile üretilmiştir. Geri kazanılmış liften oluşan ipliğin analiz edilmesi sonucunda, bu ipliğin %50 pamuk lifinden ve %50 oranında poliester lifinden oluştuğu tespit edilmiştir. Her iki ipliğin numarası Ne 20'dir.

Piyasada yaygın olarak kullanılan geri kazanım yönteminde ön terbiye ve boya işlemlerini oradan kaldırmak için, kumaş telefleri renklerine göre sınıflandırılarak açılmakta ve daha sonra iplik olarak eğilmektedir. Bu çalışmada kullanılan geri kazanılmış liften oluşan iplik rengi siyah olarak seçilmiştir. Yani, bu iplik siyah renkteki tekstil teleflerinin açılması ile elde edilmektedir. Bu nedenle, karşılaştırma amacı için seçilen open end pamuk ipliği boyanmamış olarak yani ham halde satın alınarak bobin olarak siyah renkte boyanmıştır. Bunun için, %100 pamuk lifinden oluşan iplik bobinleri ön terbiye ve boyama işlemlerine tabi tutulmuştur. Ön terbiye ve boyama işlemleri HT boyama makinasında 7,5:1 flotte oranında gerçekleştirilmiştir.

Bobinler 1gr/lt kombine ağartma maddesi, 2 gr/lt NaOH ve 1 gr/lt asetic asit kullanılarak 90 °C sıcaklıkta beyazlatılmıştır. Daha sonra, bobinler Reaktif boyarmadde kullanılarak boyanmıştır. Boyama banyosunda % 3 oranında Novacron Black G ve %3 oranında Novacron Black R boyarmadde, 90 gr/lt tuz, 20 gr/lt soda külü ve 2 gr/lt NaOH kullanılmıştır. Boyama işlemi 60 °C 120 dakikada gerçekleştirilmiştir.

Geri kazanılmış lif ve %100 orijinal pamuk lifi içeren ipliklerin fiziksel özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çorapların örülmesi sırasında geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeren iplikler ile birlikte kullanılan elastan iplik 70 denye/20 denye poliester/likra numarasında puntalı ipliklidir. Elastan iplik içindeki likra oranı %10 dur. Çorapların örülmesinde kullanılan diğer iki iplik siyah renkte olduğu için, elastan iplik de siyah renkte seçilmiştir.

Çizelge 3.1. Geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeren ipliklerin fiziksel özellikleri

İplik özellikleri		Lif cinsleri	
		Geri kazanılmış lif	Pamuk lifi
Numara (Ne)	Ortalama	18,43	19,47
	% CV	0,17	0,29
Büküm (T/M)	Ortalama	638,40	635,40
	% CV	11,35	1,95
Mukavemet (RKM)	Ortalama	7,46	7,82
	% CV	8,97	9,28
Uzama (%)	Ortalama	11,94	4,14
	% CV	11,64	7,46
Düzgünsüzlük (%)	U	10,45	10,30
	CVm	13,31	13,00
İnce Yer (-% 50)		0,5	1,0
Kalın Yer (+% 50)		62,5	18,5
Neps (+% 200)		57	0,5
Tüylülük indeksi		4,16	6,12

3.1.2. Kullanılan çorap örme makinesinin özellikleri

Çorapların üretiminde kullanılan çorap makinası Lonati 400 olup, E12 makine inceliğinde ve 3 ¾ inç makine çapındadır.

Çorapların üretiminde kullanılan çorap örme makinesinin resmi Resim 3.1'de gösterilmektedir.



Resim 3.1. Lonati firmasına ait çorap örme makinası

3.2. Metot

3.2.1. Üretilen çorap çeşitleri

Çoraplar tek iğne yatağından oluşan makinada tüm iğnelerin sürekli çalışarak ilmek oluşturduğu düz örgü kullanılarak üretilmiştir.

Tüm farklı çorap çeşidi sıkı, orta ve gevşek çorap yapılarını temsil etmek üzere kısa, orta ve uzun olarak adlandırılan 3 farklı ilmek iplik uzunluğu değerlerinde üretilmiştir.

Geri kazanılmış lif içeren iplik ile pamuk ipliği kullanarak, elastan ilave etmeden ve elastan ilave ederek ve 3 farklı ilmek iplik uzunluğu değerlerinde toplam 12 farklı çorap çeşidi üretilmiştir. Çorap çeşitleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Üretilen 12 farklı çorap çeşidi

Çorap numarası	Çorap çeşitleri		
	Elastan ilavesi	İlmek iplik uzunluğu	Lif cinsi
1	Elastansız	Kısa	Geri kazanılmış
2			Pamuk
3		Orta	Geri kazanılmış
4			Pamuk
5		Uzun	Geri kazanılmış
6			Pamuk
7	Elastanlı	Kısa	Geri kazanılmış
8			Pamuk
9		Orta	Geri kazanılmış
10			Pamuk
11		Uzun	Geri kazanılmış
12			Pamuk

3.2.2. Çorapların gördüğü relaksasyon işlemleri

Örme işleminden sonra, çoraplar kuru ve tam relaksasyon işlemlerine tabi tutulmuştur.

Kuru relaksasyon için, çoraplar % 65 ± 2 nem ve 20 ± 2 °C sıcaklık değerine sahip standart atmosfer koşullarında 1 hafta düz zemin üzerinde bekletilmişlerdir.

Tam relaksasyon için, çoraplar 0,05 gr/lit ıslatıcı ile tam otomatik çamaşır makinasında 60 °C de 1 saat yıkanmış ve daha sonra 70 °C sıcaklıkta tamburlu kurutucuda 1 saat kurutulmuşlardır. Ölçümlerden önce, çoraplar standart atmosfer koşullarında 24 saat kondisyonlanmışlardır.

3.2.3. Çorapların boyutsal özelliklerin belirlenmesi

3.2.3.1. Sıklık değerlerinin belirlenmesi

Kuru ve tam relaksasyon haldeki çorapların boyutsal özelliklerinin belirlenebilmesi için, 1 ilmeğe harcanan iplik miktarı olan ilmek iplik uzunluğu, cm'deki çubuk (çubuk/cm) ve cm'deki sıra sayıları (sıra/cm) ölçülmüştür.

Cm'deki çubuk ve sıra sayıları 5 cm'deki çubuk ve sıra sayıları sayılarak belirlenmiştir. Her farklı hammadde çeşidini içeren çoraplar için ölçümler 6 çorap üzerinden ve her çoraptan 5 ölçüm olacak şekilde çorapların toplam 30 farklı yerinden alınmıştır. Ortalamaları alınan 5 cm'deki sıklık değerleri, daha sonra 5'e bölünerek 1 cm'deki çubuk ve sıra sayıları belirlenmiştir.

Cm'deki çubuk ve sıra sayılarının çarpılması ile cm^2 deki ilmek sayısı yani ilmek yoğunluğu hesaplanmıştır.

3.2.3.2. İlmek iplik uzunluk değerlerinin belirlenmesi

İlmek iplik uzunluğunun belirlenmesi için, öncelikle aynı sırada bulunan 100 çubuğu (ilmeği) oluşturan iplik çoraptan çıkarılmış, daha sonra bu ipliğin uzunluğu HATRA benzeri ilmek iplik uzunluk ölçme tertibatı yardımı ile ucuna 10 g ağırlık asılarak ölçülmüştür. Yine her farklı hammadde çeşidini içeren çorap için 6 çorap üzerinden ve her çorap için 5 ilmek iplik uzunluğu olmak üzere toplam 30 ilmek iplik uzunluğu ölçülmüştür. Daha sonra bu ölçüm sonuçlarının ortalamaları alınmıştır. 100 ilmek için harcanan bu ortalama iplik uzunluğu 100'e bölünerek 1 ilmeğe harcanan iplik miktarı, yani ilmek iplik uzunluğu bulunmuştur.

12 farklı çeşit çorap için belirlenen ilmek iplik uzunluk değerleri Çizelge 3.3' de verilmiştir.

Çizelge 3.3. İlmek iplik uzunluk değerleri

Çorap çeşitleri			İlmek iplik uzunluğu değeri (cm)
Elastan ilavesi	İlmek iplik uzunluğu	Lif cinsi	
Elastansız	Kısa	Geri kazanılmış	0,556
		Pamuk	0,573
	Orta	Geri kazanılmış	0,592
		Pamuk	0,586
	Uzun	Geri kazanılmış	0,683
		Pamuk	0,682
Elastanlı	Kısa	Geri kazanılmış	0,552
		Pamuk	0,560
	Orta	Geri kazanılmış	0,590
		Pamuk	0,605
	Uzun	Geri kazanılmış	0,664
		Pamuk	0,672

3.2.3.3. Boyutsal K parametrelerinin belirlenmesi

Düz örgü çorapların boyutsal özelliklerinin belirlenmesi için [33-34] tarafından ortaya konan boyutsal K parametreleri hesaplanmıştır. Boyutsal K parametreleri ölçülen çubuk/cm, sıra/cm ve ilmek iplik uzunluk değerleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Boyutsal K parametreleri aşağıda verilmiştir.

$$K_w = (w/cm) \times l \quad (3.1)$$

$$K_c = (c/cm) \times l \quad (3.2)$$

$$K_s = S \times l^2 \quad (3.3)$$

$$K_R = \frac{c/cm}{w/cm} = \frac{K_c}{K_w} \quad (3.4)$$

Yukarıdaki ifadelerdeki w/cm =cm'deki çubuk sayısı (çubuk/cm) ve c/cm =cm'deki sıra sayısı (sıra/cm), $S = cm^2$ deki ilmek sayısı $[(w/cm).(c/cm)]$ (ilmek/cm²) ve l ise cm olarak ilmek iplik uzunluğudur.

3.2.3.4. En ve boy yönünde meydana gelen % çekmeler

Tam relaksasyon işleminden sonra çoraplarda meydana gelen enine ve boyuna % çekmelerin miktarı ölçülen çubuk/cm ve sıra/cm değerleri kullanılarak aşağıda verildiği gibi hesaplanmıştır.

$$\% \text{ enine çekme} = \left(\frac{\left(\frac{1}{w/cm} \right)_{tam} - \left(\frac{1}{w/cm} \right)_{kuru}}{\left(\frac{1}{w/cm} \right)_{kuru}} \right) \cdot 100 \quad (3.5)$$

$$\% \text{ boyuna çekme} = \left(\frac{\left(\frac{1}{c/cm} \right)_{tam} - \left(\frac{1}{c/cm} \right)_{kuru}}{\left(\frac{1}{c/cm} \right)_{kuru}} \right) \cdot 100 \quad (3.6)$$

3.2.4. Çorapların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan testler

Çorapların fiziksel özellikleri olarak ağırlık, kalınlık, hava geçirgenliği, patlama mukavemeti, aşınma ve boncuklanma özellikleri incelenmiştir. Bu özelliklerin ölçülmesinde kullanılan test cihazları ve ölçüm metotlar aşağıda verilmiştir. Tüm testler, numuneler laboratuvar şartlarında en az 24 saat süreyle kondisyonlandıktan sonra gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.1. Çorapların ağırlık (gramaj) değerlerinin ölçülmesi

Ağırlık ölçümünde kumaşların birim alandaki kütlesi belirlenmektedir. Ağırlık ölçümü TS 251 standardına göre yapılmıştır. Dairesel numune kesici yardımı ile çoraplardan 100 cm² alana sahip dairesele numuneler kesilmiştir. Her bir farklı tipte çorap için 5 numune kesilmiştir. Daha sonra bu dairesele numuneler hassas terazide tartılmıştır.

Ortalaması alınan ağırlık ölçüm sonuçlarının 100 ile çarpılması ile 1m² kumaşın ağırlığı gr/m² olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.2. Çorapların kalınlık değerlerinin ölçülmesi

Kumaşların kalınlıkları belirli basınç altındaki kumaş kalınlığı ölçülerek belirlenmektedir. Çorapların kalınlıkları James J. Heal firmasına ait R & B kalınlık ölçer cihazında ölçülmüştür. Tüm kalınlık ölçümleri TS 7128 standardına göre yapılmıştır. Cihazın test alanı 9 cm² dir. Ölçümler için makine basıncı 5 gr/cm² olarak ayarlanmıştır. Kalınlık değerleri mm olarak verilmiştir.

3.2.4.3. Çorapların hava geçirgenlik değerlerinin ölçülmesi

Hava geçirgenliği, bir malzemenin belirli bir hava basınç farkında, kumaşın bilinen bir alanı üzerinden 1 saniyede dik olarak geçen hava akışının hacmi veya hızıdır [35].

Çoraplara uygulanan hava geçirgenlik testi ISO 9237 standardına göre, Textest firmasına ait FX 3300 hava geçirgenlik test cihazında yapılmıştır. Test için kullanılan ölçüm alanı 20 cm² ve kumaşa uygulana basınç 100 Pascal'dır. Kumaş test kafasının altına düzgün bir şekilde yerleştirilmiş ve test kafasına el ile bastırılarak kumaş ölçüm alanına sabitlenmiştir. Kumaşın sabitlenmesiyle eş zamanlı olarak vakum pompası çalıştırılmıştır. Her numune için 6 ölçüm yapılmış ve elde edilen sonuçların aritmetik ortalaması alınarak lt/m²/s birimi cinsinden hava geçirgenliği değeri elde edilmiştir.

3.2.4.4. Çorapların patlama mukavemeti değerlerinin ölçülmesi

Patlama mukavemeti, kumaşı gererek koparmak için kumaş yüzeyine dik açı ile uygulanan basınç veya kuvvettir [35].

Çorapların patlama mukavemeti hidrolik diyafram metoduna göre çalışan Lawson Hemphill patlama mukavemeti test cihazında gerçekleştirilmiştir. Ölçümler ISO 13938-1 standardına göre yapılmıştır. Çorap numuneleri diyafram üzerine yerleştirilmiş ve basınç altında sıkıştırılmıştır. Diyafram şişirilmeye başlanarak kumaş patlatılmaya zorlanmıştır. Kumaşların patladığı andaki ekrandaki basınç değeri kumaşların patlama mukavemeti olarak kaydedilmiştir. Patlama mukavemeti kPa olarak ölçülmüştür. Her çorap çeşidi için 3 ölçüm yapılmıştır.

3.2.4.5. Çorapların aşınma dayanımlarının ölçülmesi

Aşınma dayanımı kumaşın aşınmaya karşı direnme yeteneğidir [36]. Kumaşların aşınma dayanımları yaygın olarak Martindale cihazında ölçülmektedir. Aşınma dayanımı testi ISO 12947-3 standardına göre ve Miguel ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada da [37] belirtildiği gibi, Martindale cihazı ile aşınma dayanımının ölçülmesi için 2 yöntem kullanılmaktadır.

1. yöntemde belirli sayıdaki aşınma devrinden sonra kumaşlarda meydana gelen ağırlık kaybı farkı belirlenmektedir.

2. yöntemde ise kumaşlardaki bir veya daha fazla ipliği koparmak için gerekli olan aşınma devri sayısı ölçülmektedir.

Ağırlık kaybı ve iplik koparma metotlarından başka, son zamanlarda kumaşların aşınma dayanımlarının belirlenmesi için bir diğer metot daha kullanılmaktadır. Bu metot da aşınma dayanımı belirli sayıdaki aşınma devirlerinden sonra kumaş renginde meydana gelen değişikliğin değerlendirilmesi ile de belirlenmektedir. Renge göre kumaşların aşınma dayanımlarının belirlenmesi yöntemi son zamanlarda yaygın olarak kullanılmakta olup, bu konuda birçok çalışma yapılmıştır [38-45]. Bu yöntem aşınma nedeni ile yüzeyde meydana gelen hasarların değerlendirilmesinde iyi sonuç vermektedir.

Bu çalışmada, çorapların aşınma dayanımları uygulanan aşınma devirleri (5000, 10000, 15000 ve 20000 devir) sonrasında meydana gelen ağırlık kayıpları ve renk değerleri belirlenerek incelenmiştir.

3.2.4.5.1. Çorapların aşınma devirleri sonrasındaki ağırlık kayıplarının ölçülmesi

Çorapların ağırlık kayıp miktarını içeren aşınma dayanımı testi ISO 12947-3 standardına göre ve Martindale aşınma test cihazında yapılmıştır. Ölçümler her farklı çorap çeşidinden 4 farklı ölçüm alınarak gerçekleştirilmiştir.

Aşınma dayanımı ölçümü belirli aşınma devri sonunda çorap numunelerinde meydana gelen ağırlık kayıp miktarı belirlenerek yapılmıştır. Bu nedenle, standartlara göre dairesel olarak kesilen numunelerin aşınma öncesi ağırlıkları hassas terazide ölçülmüş ve daha sonra çorap numunelerine 5000 devir aralıklarda toplam 20 000 aşınma devirleri uygulanmıştır. Numunelerin her 5000 aşınma devri sonundaki ağırlık kaybını, renk değerlerini ve renk farklarını belirleyebilmek için, her 5000 aşınma devri sonunda

numuneler Martindale test cihazından çıkarılarak, numunelerin önce hassas terazide ağırlıkları tartılmış ve daha sonra spektrofotometre cihazında renk değerleri ölçülmüştür. Ağırlık ve renk ölçümleri ölçüldükten sonra tekrar numuneler test cihazına yerleştirilmiştir. Her 5000 aşınma devrinden sonra ağırlıkları ölçülen numunelerin aşınma öncesi konumuna göre kaybettikleri ağırlık miktarı aşınma öncesi ağırlık değerlerinden belirli devirin uygulandığı aşınma sonrası ağırlık miktarı çıkarılarak mg olarak hesaplanmıştır.

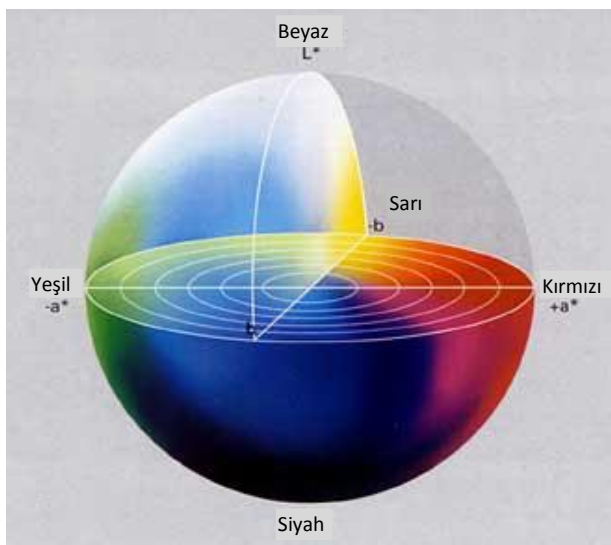
3.2.4.5.2. Çorapların aşınma devirleri sonrasındaki renk ölçümleri

Siyah renkteki çorapların aşınma öncesi ve aşınma sonrası renk değerleri Minolta marka spektrofotometre cihazında ölçülmüştür. Tüm ölçümler 10° lik gözlemci açısı ile specular component dahil (SCI) edilerek, D_{65} gün ışığı altında CIELAB sistemine göre yapılmıştır.

CIELAB renk sistemi rengin ölçülmesi ve tanımlanmasında en çok kullanılan standart sistemlerden birisidir. Tüm modern renk ölçüm sistemleri CIE sistemine dayanmaktadır [46-47]. 1931 yılında kurulan, CIE terimi uluslararası komitenin Fransızca başlığının (Commission Internationale de l'Eclairage) ilk harflerinden oluşmaktadır [46].

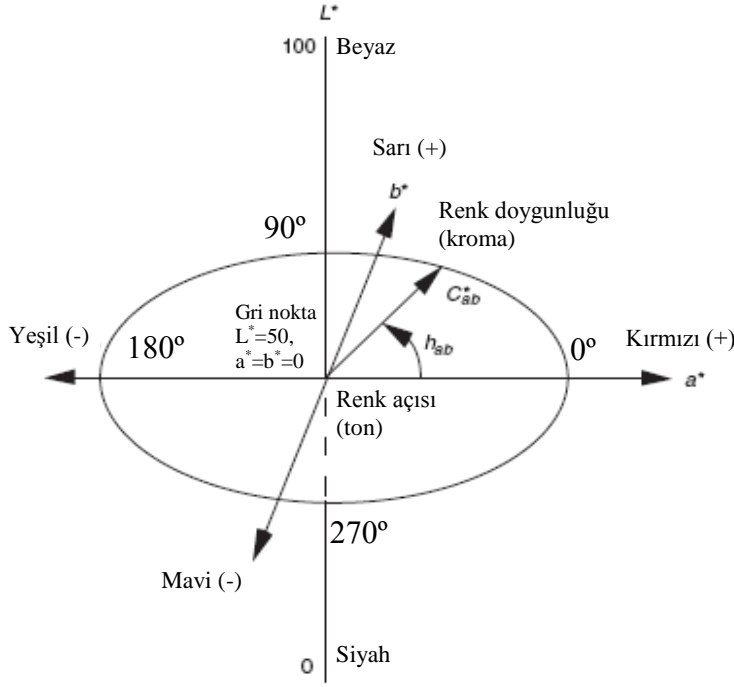
CIELAB renk sisteminde renklerin sayısal ifadesi olarak L^* a^* b^* değerleri kullanılmaktadır. L^* a^* b^* değerleri renk sisteminde birbirine dik eksenleri oluşturmaktadır

3 boyutlu CIELAB renk sistemindeki L^* a^* b^* koordinatları ve bu koordinatlarla oluşturulan renkler Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. 3 boyutlu CIELAB renk sistemi ve koordinatları [48]

CIELAB renk sistemi ayrıca Şekil 3.2’de 2 boyutlu olarak verilmiştir.

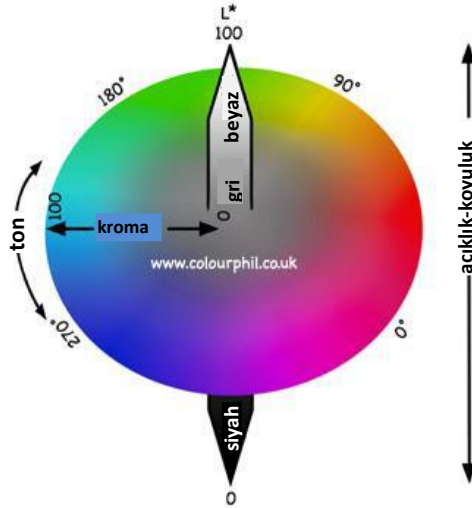


Şekil 3.2. 3 boyutlu CIELAB renk sisteminin 2 boyutlu olarak şematik gösterimi [46]

Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’den de görüleceği üzere, a^* ve b^* aynı düzlemde bulunan ve birbirlerini merkezde kesen eksenlerdir. a^* değeri kırmızı-yeşil eksenini, b^* değeri sarı-mavi eksenini temsil etmektedir. Bu sistemde, a^* b* eksenini dik olarak kesen üçüncü L^* eksenini bulunmaktadır. L^* eksenini CIELAB sisteminde rengin açıklık-koyuluk eksenini temsil etmektedir. L^* eksenini 0 ile 100 arasında değişmektedir. L^* değeri beyaz için 100, siyah için 0 değerini alır. 0 değerine yaklaşıldıkça bir rengin siyaha yakın yani koyu renkte olduğu, 100 değerine yaklaşıldıkça ise bir rengin beyaza yakın yani açık renkte olduğu gösterilmektedir [46-49].

Şekil 3.2’ de gösterilen C^* değeri CIELAB renk sisteminde kroma’nın sayısal ifadesidir. Bir rengin aynı değere sahip gri bir renkten olarak uzaklığını belirler. Yani, belirli bir rengin doygunluğunu ifade eder. Yüksek C^* değerleri rengin doymuş olduğunu temsil etmektedir. Düşük C^* değerleri rengin daha az doymuş olduğunu temsil etmektedir. C^* değerleri arttıkça rengin parlaklığı artmakta, buna karşın C^* değerleri azaldıkça renk daha mat hale gelmektedir [46-47].

Şekil 3.2’de gösterilen renksiz noktadan rengin bulunduğu noktaya çizilen doğrunun a^* eksenini ile yaptığı açı h açıdır ve rengin tonu (cinsi) için bir ölçektir. h açısı 0° ile 360° arasında değişir. Renkler gökkuşağındaki renk sırasına göre dizilmiştir. h açısı kırmızı için 0° , sarı için 90° , yeşil için 180° ve mavi için 270° dir [46]. Yukarıda açıklanan ton (h), kroma (C^*) ve L^* (açıklık-koyuluk) değerleri Şekil 3.3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. CIELab renk sisteminde ton (h), kroma (C^*) ve açıklık-koyuluk (L^*) [49]

İki boyalı numune arasındaki renk farkı ΔE^* bu numunelerden birisi standart diğeri numune kabul edilerek aşağıda verildiği gibi 2 denklemden birisi kullanılarak hesaplanmaktadır [46].

$$\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2} \quad (3.7)$$

$$\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta C^{*2} + \Delta H^{*2})^{1/2} \quad (3.8)$$

Boyalı yüzeyin ışığı absorblama (absorptiyon) ve ışığı saçma (scatterig) özelliği ile, bu yüzeyin ışığı yansıtma (reflection) özelliği arasında bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişki Kubelka-Munk teorisinden yararlanarak aşağıda verildiği gibi elde edilmektedir [46].

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R} \quad (3.9)$$

Yukarıdaki ifadede verilen K ışık absorpsiyon katsayısını, S ışık saçılma katsayısını ve R renkli örnekteki yansımadır [46-47]. K büyük oranda boyarmaddeden ve S ise tekstil materyali tarafından belirlenmektedir [46-47]. K/S bu değeri boyanmış kumaşın maksimum absorpsiyon (minimum reflektans) dalga boyunda ölçülmektedir.

Renk mukavemeti olarak adlandırılan K/S değerleri boya alımını yani renk verimliliğini göstermektedir. K/S değerinin yüksek olması renk verimliliğinin yüksek, düşük

olması ise renk verimliliğinin düşük olduğunu göstermektedir. Renk verimliliği yüksek olan kumaşlar daha koyu olmakta ve renk verimliliği düşük olan kumaşlar ise daha açık olmaktadır. Genellikle K/S ve L^* değerleri birbirlerine zıt olarak değişmektedir.

Çorapların spektrofotometre cihazındaki renk ölçümleri çoraplar aşınmamış halde iken ve aşınmış halde olarak ölçülmüştür. Renk ölçümleri olarak L^* , C^* , K/S ve ΔE^* değerleri kaydedilmiştir. Her numunenin spektrofotometre cihazındaki renk ölçümü 90° lik açılarla kendi ekseni etrafında döndürülerek 4 defa ölçülmüştür. Analizlerde bu değerlerin ortalamaları kullanılmıştır

Ölçümler için her farklı çorap çeşidinden 4 numune alınmıştır. Her numune önce aşınmaya maruz bırakılmadan yukarıda belirtilen bahsedilen renk ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra numuneler yukarıda bahsedildiği gibi, aşınma cihazında 5000 devir aralıklarla aşınma devirlerine maruz bırakılmıştır. Her 5000 aşınma devri sonunda numuneler tartılmış ve renk ölçümü yapılarak aşınma cihazına tekrar yerleştirilmiştir. Her defasında 5000 aşınma devri yaptırılarak 20 000 devre kadar işlem tekrar edilmiştir.

3.2.4.6. Çorapların boncuklanma değerlerinin ölçülmesi

Boncuklanma giyim ve yıkanma sırasında sürtünme hareketi ile kumaş yüzeyinden çıkan gevşek liflerin topaklanarak kumaş yüzeyinde küçük boncuklar oluşturmasıdır [35, 50].

Çorapların boncuklanma değerleri James J. Heal marka Martindale cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Tüm ölçümler ISO 12945-2 standardına göre yapılmıştır. Dairesel olarak kesilen çorap örnekleri Martindale cihazına yerleştirilmiş ve 2000 devir uygulanmıştır. Boncuklanma testinden sonra, çorap yüzeyinde oluşan boncuklar görsel olarak değerlendirilmiştir. Bunun için, çoraplar test sonrasında standart fotoğraflarla karşılaştırılarak, boncuklanma derecelerine göre 1'den 5'e kadar değerlendirilmiştir. Görsel değerlendirmede 5- Boncuklanma yok, 4- Hafif derecede boncuklanma 3- Orta derecede boncuklanma 2- İleri derecede boncuklanma 1- Çok ileri derecede boncuklanma anlamına gelmektedir. Çorap numunesinin görünümü birbirini takip eden iki derece arasında bulunduğu, değerlendirmede 1-2, 2-3,4-5 vs. gibi yarım değerler kullanılmıştır.

3.2.5. İstatistiksel değerlendirme

Çorapların boyutsal özelliklerinin değerlendirilmesinde Bivariate korelasyon analizi ve regresyon analizi kullanılmıştır. Bivariate korelasyon analizi ile çubuk/cm ve sıra/cm den oluşan sıklık değerleri ile ilmek iplik uzunluğunun tersi arasındaki ilişkileri ve ilmek/cm² den oluşan sıklık değerleri ile ilmek iplik uzunluğunun karesinin tersi arasındaki ilişkiyi belirlemek için Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

Elastan ilavesinin, çorapların üretiminde kullanılan lif tipinin ve ilmek iplik uzunluğunun, çorapların ağırlık, kalınlık, hava geçirgenliği, patlama mukavemeti, aşınma özellikleri üzerindeki etkisi varyans ve çoklu karşılaştırma (post hoc) istatistiksel test metotları ile belirlenmiştir.

Tüm istatistiksel değerlendirmeler SPSS 19 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde geri kazanılmış pamuk lifi ve poliester lifi karışımından oluşan iplik ve %100 orijinal pamuk lifinden oluşan iplik ile elastan iplik kullanmadan ve elastan iplik kullanılarak 3 farklı ilmek iplik uzunluk değerlerinde üretilen düz örgü çorapların boyutsal özellikleri ve ağırlık, kalınlık, hava geçirgenliği, aşınma, patlama mukavemeti ve boncuklanma özelliklerinden oluşan fiziksel özellikleri istatistiksel test yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Çorapların aşınma özellikleri, aşınma devirleri sonrasında meydana gelen ağırlık kayıpları ve renk değişimleri belirlenerek incelenmiştir. Tüm çorapların boyutsal ve fiziksel özellikleri ile ilgili deneysel ve istatistiksel sonuçlar ve bu sonuçlar ile ilgili olan yorumlar aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

4.1. Geri Kazanılmış Lif ve Pamuk Lifinden Üretilen Çorapların Boyutsal Özellikleri

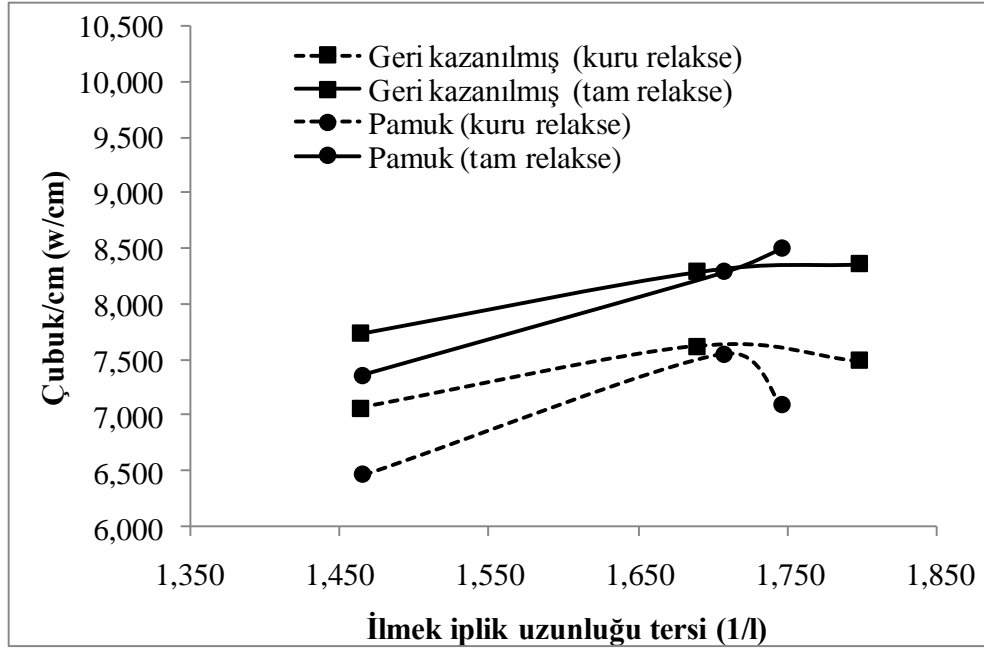
Bu bölümde elastansız ve elastanlı olarak geri kazanılmış lif ve pamuk lifinden kısa, orta ve uzun olmak üzere 3 farklı ilmek iplik uzunluk değerlerinde üretilen 12 farklı çeşit çorabın boyutsal özellikleri incelenmiştir. Boyutsal özellik olarak çorapların çubuk/cm, sıra/cm ve ilmek/cm²'den oluşan sıklık değerleri ve ilmek iplik uzunluk değerleri belirlenmiştir. Daha sonra bu sıklık değerleri ve ilmek iplik uzunluk değerleri kullanılarak boyutsal K parametreleri ve çorapların % enine ve % boyuna çekme miktarları hesaplanmıştır. "Materyal ve Metot" bölümünde de açıklandığı gibi, çorapların boyutsal özelliklerine ait ölçümler çoraplar kuru relakse ve tam relakse hale getirildikten sonra yapılmıştır. Bu nedenle, çorapların tüm sıklık sonuçları hem kuru hem de tam relakse halde verilmiştir.

Kuru ve tam relakse haldeki çorapların sıra/cm, çubuk/cm, ilmek/cm² ve sıra/çubuk değerlerinden oluşan sıklık sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

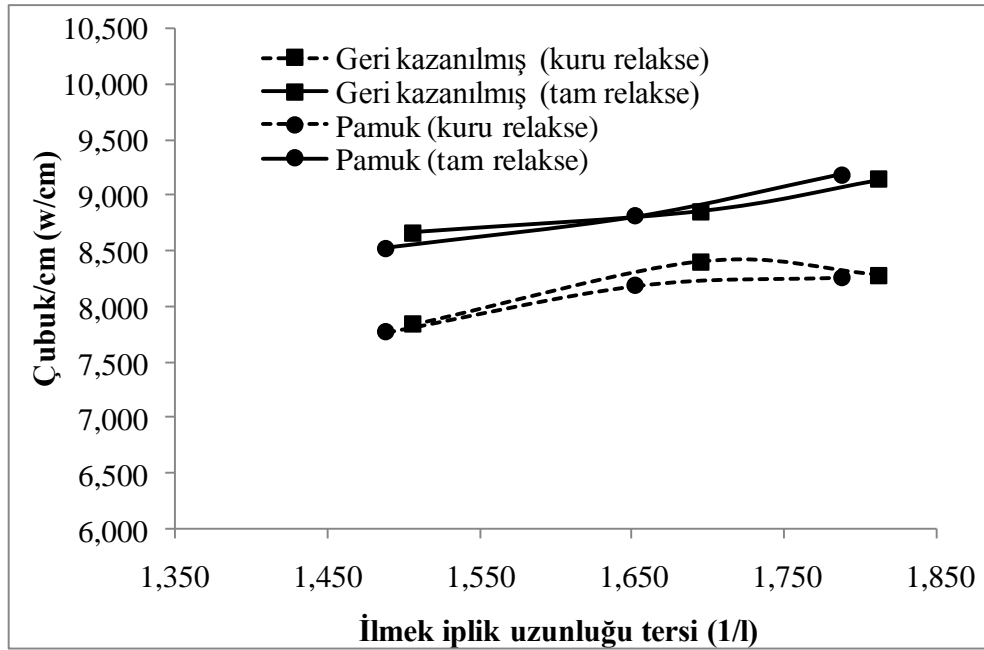
Çizelge 4.1. Kuru ve tam relakse konumlarındaki çorapların sıklık değerleri

Relaksas. konumu	Çorap çeşitleri			Sıklık parametreleri			
	Elastan ilavesi	İlmek iplik uzunluğu	Lif cinsi	Çubuk /cm (<i>w/cm</i>)	Sıra /cm (<i>c/cm</i>)	İlmek /cm ² (<i>S</i>)	Sıra/Çubuk (<i>R</i>)
Kuru relakse	Elastansız	Kısa	Geri kazanılmış	7,493	8,560	64,140	1,142
			Pamuk	7,093	8,193	58,113	1,155
		Orta	Geri kazanılmış	7,620	7,433	56,640	0,976
			Pamuk	7,553	7,360	55,590	0,974
		Uzun	Geri kazanılmış	7,060	6,213	43,864	0,880
			Pamuk	6,460	6,127	39,580	0,948
	Elastanlı	Kısa	Geri kazanılmış	8,280	12,007	99,418	1,450
			Pamuk	8,260	10,967	90,587	1,328
		Orta	Geri kazanılmış	8,400	11,100	93,240	1,321
			Pamuk	8,187	10,253	83,941	1,252
		Uzun	Geri kazanılmış	7,840	9,693	75,993	1,236
			Pamuk	7,767	8,747	67,938	1,126
Tam relakse	Elastansız	Kısa	Geri kazanılmış	8,360	9,693	81,033	1,159
			Pamuk	8,500	8,680	73,780	1,021
		Orta	Geri kazanılmış	8,293	8,333	69,106	1,005
			Pamuk	8,293	8,173	67,779	0,986
		Uzun	Geri kazanılmış	7,733	7,293	56,397	0,943
			Pamuk	7,360	7,087	52,160	0,963
	Elastanlı	Kısa	Geri kazanılmış	9,140	14,513	132,649	1,588
			Pamuk	9,180	13,280	121,910	1,447
		Orta	Geri kazanılmış	8,853	13,960	123,588	1,577
			Pamuk	8,807	12,647	111,382	1,436
		Uzun	Geri kazanılmış	8,660	12,067	104,500	1,393
			Pamuk	8,527	11,873	101,241	1,392

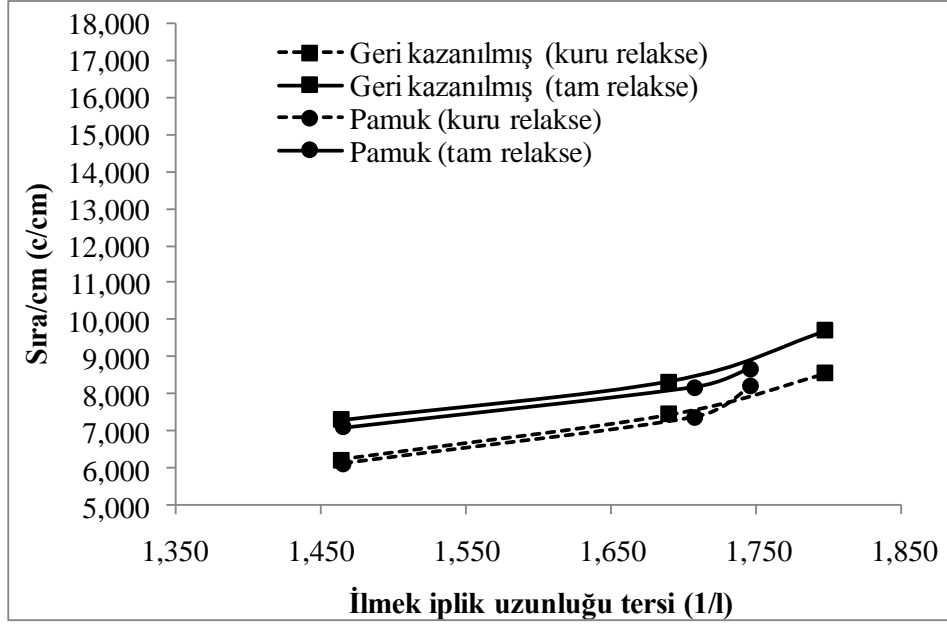
Şekil 4.1-Şekil 4.6 arasında verilen grafikler kuru ve tam relakse haldeki elastansız ve elastanlı çorapların çubuk/cm, sıra/cm ve ilmek/cm² değerlerinin ilmek iplik uzunluğunun tersi ile olan ilişkilerini göstermektedir.



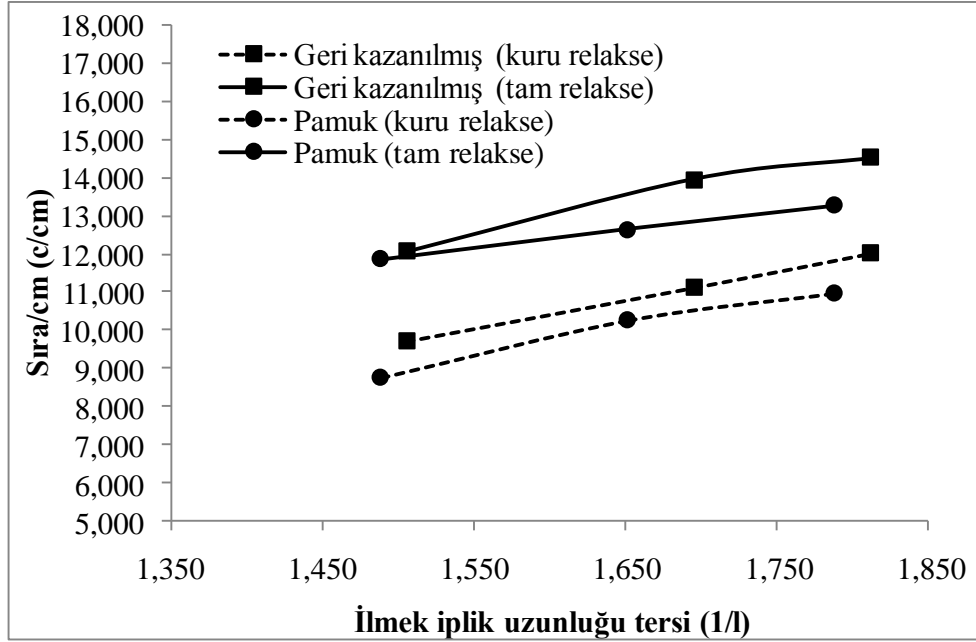
Şekil 4.1. Elastansız çoraplar için, çubuk/cm (w/cm) ve ilmek iplik uzunluğunun tersi ($1/l$) arasındaki ilişki



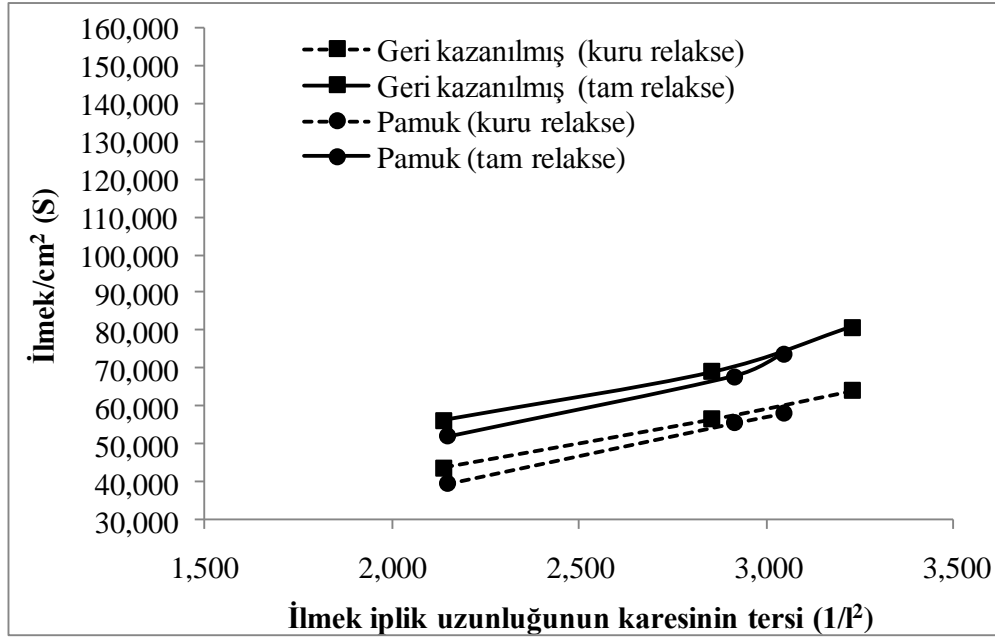
Şekil 4.2. Elastanlı çoraplar için, çubuk/cm (w/cm) ve ilmek iplik uzunluğunun tersi ($1/l$) arasındaki ilişki



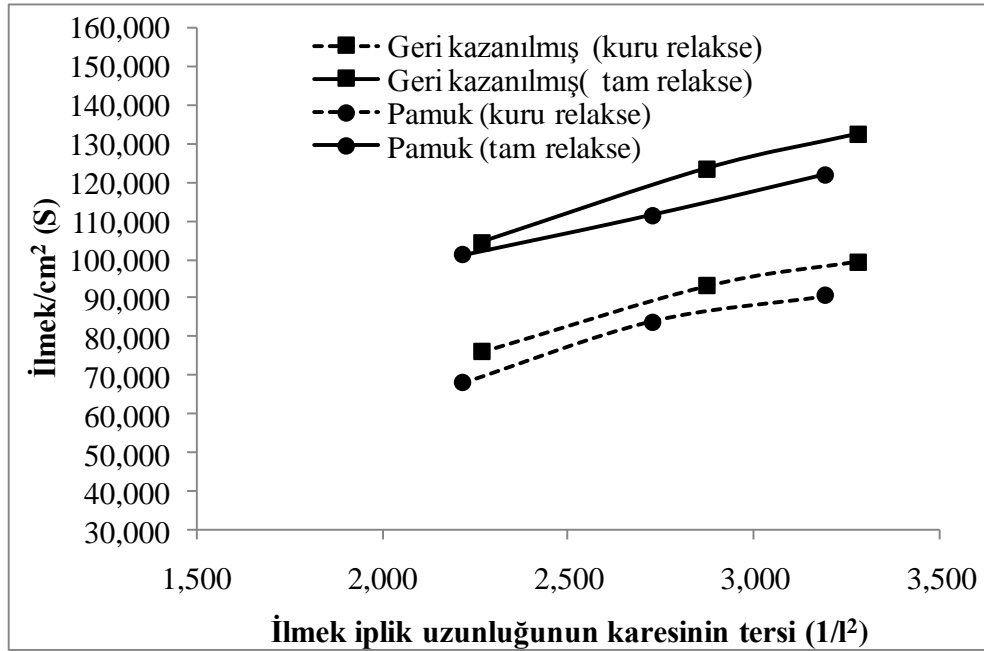
Şekil 4.3. Elastansız çoraplar için, sıra/cm (c/cm) ve ilmek iplik uzunluğunun tersi ($1/l$) arasındaki ilişki



Şekil 4.4. Elastanlı çoraplar için, sıra/cm (c/cm) ve ilmek iplik uzunluğunun tersi ($1/l$) arasındaki ilişki



Şekil 4.5. Elastansız çoraplar için, ilmek/cm² (S) ve ilmek iplik uzunluğunun karesinin tersi (1/l²) arasındaki ilişki



Şekil 4.6. Elastanlı çoraplar için, ilmek/cm² (S) ve ilmek iplik uzunluğunun karesinin tersi (1/l²) arasındaki ilişki

Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1-4.6’da verilen sonuçlardan relaksasyon işleminin sıklık değerleri üzerindeki etkisi incelenecek olursa, tüm çorapların kuru relakse haldeki çubuk/cm, sıra/cm ve ilmek/cm² değerlerinin tam relaksasyon işleminden sonra artış gösterdiği görülecektir. Yani, yıkama işlemi içermeyen kuru relaksasyon işleminden sonra uygulanan ve yıkama işlemi içeren tam relaksasyon işlemi çorapların tüm sıklık değerlerinde artışa neden olmaktadır. Doyle [33] ve Munden [34] adlı araştırmacıların ilk olarak belirttiği ve genel olarak kabul edildiği gibi, örme sırasında ilmekleri oluşturan iplik gerilim, eğilme ve burulma kuvvetleri etkisi altında kalmakta ve kumaş makinadan uzaklaştırıldığında veya kullanım sırasında üzerindeki kuvvetleri atmak için kumaş minimum enerji seviyesine veya stabil denge konumuna gelmekte yani relakse olmaktadır. Kumaş geometrik şeklini tam olarak minimum enerji seviyesine geldiğinde yani tam olarak relakse olduğunda almaktadır. Örme kumaşlara uygulanan kuru relakse işlemi örme kumaşları gerilimsiz, yani minimum enerji konumuna getirmede yetersiz kalmaktadır. Kuru relakse haldeki kumaşlar gerilim ve şekil değiştirmelerden tamamen yıkama işlemi yani yıkama işlemi içeren tam relaksasyon işlemi yardımı ile kurtulabilmektedirler. Kumaşlar relaksasyon sırasında üzerinde bulunan gerilimleri atarak gerilimsiz haline yaklaşırken enine ve boyuna yönde çekme göstermekte ve bu nedenle kumaşların çubuk/cm ve sıra/cm değerleri genel olarak artış eğilimi göstermektedir. Bu çalışmada olduğu gibi, tam relaksasyon işleminden sonra çubuk/cm, sıra/cm ve ilmek/cm² gibi sıklık değerlerinin artmasının nedeni çoraplarda enine ve boyuna yönde çekmelerin meydana gelmesinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.1’den ve Şekil 4.1-4.6’dan görüleceği üzere, elastansız pamuk lifi içeren kuru relakse haldeki çorapların çubuk/cm değerleri haricinde, kuru relakse konumunda, tüm diğer çorapların ilmek iplik uzunluk değerleri arttıkça çubuk/cm, sıra/cm ve ilmek/cm² değerleri azalmaktadır. Aynı eğilim tam relaksasyon işleminden sonra çubuk/cm, sıra/cm ve ilmek/cm² değerleri ile ilmek iplik uzunluk değerleri arasında da gözlemlenmektedir. Tam relaksasyondan sonra, tüm çorapların ilmek iplik uzunluk değerleri arttıkça çubuk/cm, sıra/cm ve ilmek/cm² değerleri azalmaktadır. Doyle [33] ve Munden [34] adlı araştırmacıların belirttiği ve “Materyal ve Metot” bölümünde Eş. 3.1-3.4 arasında verilen ifadelerden de görüldüğü gibi, kumaşlar relakse halde iken çubuk/cm ve sıra/cm değerleri ile ilmek iplik uzunluğu ve aynı şekilde ilmek/cm² değeri ile ilmek iplik uzunluğunun karesi ters orantılı olarak değişmektedir. Yani, ilmek iplik uzunluğu arttıkça çubuk/cm,

sıra/cm ve ilmek/cm² değerleri azalmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada sıklık değerleri ile ilmek iplik uzunluk değerleri Doyle ve Munden'in ifadeleri [33-34] ile uyumlu olarak ters orantılı olarak değişme göstermiştir. Kuru relakse haldeki elastansız çorapların çubuk/cm değerlerinin ilmek iplik uzunluğu ile ters orantılı olarak değişmemesinin nedeni kuru relaksasyon işleminin çorapların üzerinde bulunan gerilimleri yenerek çorapları minimum enerji seviyesine getirmede yetersiz olmasından kaynaklanmış olabilir. Yine Doyle ve Munden gibi [33-34] birçok araştırmacının da belirttiği gibi, özellikle pamuklu kumaşların relakse hale getirilmesi ancak yıkama işlemleri içeren tam relaksasyon işlemi ile gerçekleştirilebilmektedir.

Çizelge 4.1 ve şekil 4.1-4.6'da verilen sıklık değerleri, elastan ilave edilip edilmemesine göre karşılaştırılacak olursa, elastanlı çorapların çubuk/cm, sıra/cm ve ilmek/cm² değerlerinin elastansız çorapların çubuk/cm, sıra/cm ve ilmek/cm² değerlerinden oldukça yüksek olduğu görülecektir. Bilindiği gibi, elastanlı iplikler yüksek uzama kabiliyetine ve uzama sonrası tekrar eski haline gelebilme özelliğine sahiptir. Elastanlı ipliğin bu özelliği de bu iplikten üretilen çorapların üzerindeki gerilimleri daha çabuk atmasını ve daha çabuk relakse olmasını sağlamaktadır. Elastanlı iplikler çorapların enine ve boyuna yönde daha fazla relakse olmasını sağlayarak, bu iplikten üretilen çorapların enine ve boyuna yönde daha fazla miktarda çekmesine neden olacaktır. Bu enine ve boyuna yöndeki çekmeler elastanlı çoraplarda sıklık parametrelerinin artmasını sağlamıştır.

Sıklık değerleri çorapların üretiminde kullanılan geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeriklerine yani içerdikleri lif cinsine göre karşılaştırılacak olursa, hem kuru ve hem de tam relakse halde, elastan içermeyen ve içeren çoraplarda geri kazanılmış lif içeren çorapların çubuk/cm, sıra/cm ve ilmek/cm² değerleri pamuk içeren çorapların çubuk/cm, sıra/cm ve ilmek/cm² değerlerinden daha yüksektir. Bu sonucun nedeni, ipliklerin % uzama oranları ile açıklanabilir. "Materyal ve Metot" bölümünde belirtildiği gibi geri kazanılmış lifler teleflerin açılması ile elde edildiği için kısa lif uzunluğuna sahiptir. Bu nedenle, üretilen ipliğe yeterli mukavemet sağlamak için, bu lifler genellikle poliester lifleri ile karıştırılmaktadır. Geri kazanılmış lifler ile karıştırılan poliester lifleri elde edilen ipliğin % uzama değerlerini %100 pamuk lifinden üretilen ipliğe göre artırmaktadır. Çizelge 3.1'de verildiği gibi, geri kazanılmış lif içeren iplik %100 pamuk içeren ipliğe göre çok daha yüksek % uzama değerlerine sahiptir. Geri kazanılmış lif içeren ipliğin yüksek uzama oranına sahip olması bu ipliğin üzerindeki gerilimleri daha çabuk atmasını

dolayısı ile çorapların daha kolay relakse olmasını sağlayarak, sıklık parametrelerin de artışa neden olmuş olabilir. Geri kazanılmış lif içeren iplikten üretilen çorapların pamuklu çoraplara göre daha yüksek çekme göstermesinin diğer bir nedeni de ipliklerinin tüylülük indeksleri ile açıklanabilir. Geri kazanılmış lif içeren iplikteki liflerin nispeten daha kısa olması bu ipliklerin tüylülük indeks değerlerinin pamuk ipliğinden daha düşük olmasına neden olmaktadır. Daha düşük tüylülük indeksine sahip olan geri kazanılmış lif içeren iplik yıkama ve kurutma işlemleri sırasında kumaşı oluşturan ilmeklerin kesişim bölgelerindeki sürtünme kuvvetlerini daha çabuk yenerek çekme miktarlarını artıracaktır.

Sıklık değerleri ile ilmek iplik uzunluğunun tersi arasındaki ilişkiyi tanımlamak için regresyon analizi kullanılmıştır. Her farklı iplik cinsini içeren çorap için hesaplanan ve sıklık parametreleri ile ilmek iplik uzunluğunun tersi arasındaki ilişkileri gösteren Pearson korelasyon katsayıları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Pearson korelasyon katsayıları

Relaksasyon konumu	Çorap çeşitleri		$(wpc) \alpha$ (1/l)	$(cpc) \alpha$ (1/l)	$(S) \alpha$ (1/l ²)
	Elastan ilavesi	Lif cinsi			
Kuru relakse	Elastansız	Geri kazanılmış	0,859	0,984	1,000
		Pamuk	0,848	0,959	1,000
	Elastanlı	Geri kazanılmış	0,830	1,000	0,988
		Pamuk	0,946	0,989	0,979
Tam relakse	Elastansız	Geri kazanılmış	0,975	0,961	0,987
		Pamuk	0,999	0,982	0,991
	Elastanlı	Geri kazanılmış	0,969	0,986	0,996
		Pamuk	0,990	1,000	0,999

Bilindiği üzere, iki parametre arasında kuvvetli bir ilişki olabilmesi için Pearson korelasyon katsayılarının 1 sayısına mümkün olduğunca yakın olması gerekmektedir. Çizelge 4.2’de verilen Pearson katsayılarından, Pearson korelasyon katsayılarının 0,830-1.000 sayıları arasında değiştiği görülmektedir. Katsayılar 1 sayısına oldukça yakın ve hatta bazı çorap çeşitleri için 1 sayısına eşittir. Gerek bu Pearson katsayıları sonuçları gerekse Şekil 4.1-4.6’da arasında verilen grafikler sıklık değerleri ile ilmek iplik

uzunluğunun tersi arasında yüksek derecede pozitif lineer korelasyon bulunduğunu göstermektedir.

Şekil 4.1-4.2’de verilen grafiklerden ve Çizelge 4.2’den kuru relakse haldeki çorapların çubuk/cm değerleri ile ilmek iplik uzunluğunun tersi arasında daha düşük bir korelasyon olduğu görülecektir. Kuru relakse halde çubuk/cm ile ilmek iplik uzunluğu arasındaki ilişkinin tam olarak doğrusal olmaması doğaldır. Çünkü daha öncede belirtildiği gibi, kuru relakse işleminin çorapları tam olarak stabil hale getirmede yetersiz kaldığı bilinmektedir. Fakat yukarıda bahsedildiği gibi, tam relaksasyon işleminden sonra, çubuk/cm ile ilmek iplik uzunluğu tersi arasındaki Pearson korelasyon katsayısı beklenildiği gibi artmıştır.

Şekil 4.3-4.4’de arasında verilen grafiklerden ve yine Çizelge 4.2’den sıra/cm değerleri ile ilmek iplik uzunluğunun tersi arasındaki Pearson korelasyon katsayısının çubuk/cm ile ilmek iplik uzunluğunun tersi arasındaki Pearson katsayılarına göre daha yüksek olduğu görülecektir. Bu sonuç çorapların sıra yönüne göre çubuk yönünde daha çabuk relakse olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.2’de verilen Pearson korelasyon katsayıları çoraplara elastan ilave edilip edilmemesine göre karşılaştırılacak olursa, özellikle tam relaksasyondan sonra elastan içeren çorapların hem çubuk/cm ile ilmek iplik uzunluğunun tersi arasındaki Pearson katsayısı hem de sıra/cm ile ilmek iplik uzunluğunun tersi arasındaki Pearson katsayısı değerlerinin elastan içermeyen çoraplara göre daha yüksek olduğu görülecektir.

Çizelge 4.2’de verilen Pearson korelasyon katsayıları lif tipleri karşılaştırılacak olursa, özellikle tam relaksasyon işleminden sonra hem elastansız hem de elastanlı olarak pamuk lifinden oluşan çorapların çubuk/cm ile ilmek iplik uzunluğunun tersi arasındaki Pearson katsayısı, sıra/cm ile ilmek iplik uzunluğunun tersi arasındaki Pearson katsayısı ve ayrıca ilmek/cm² ile ilmek iplik uzunluğunun tersinin karesi arasındaki Pearson katsayısı değerlerinin geri kazanılmış liften üretilen çoraplara göre daha yüksek olduğu görülecektir.

Çorapların regresyon denklemleri Çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Regresyon denklemleri

Relaksas. konumu	Çorap çeşitleri		Regresyon denklemleri		
	Elastan ilavesi	Lif cinsi	$(wpc) \alpha (1/l)$	$(cpc) \alpha (1/l)$	$(S) \alpha (1/l^2)$
Kuru relakse	Elastansız	Geri kazanılmış	$wpc = \frac{1,48}{l} + 4,94$	$cpc = \frac{6,79}{l} - 3,81$	$S = \frac{18,56}{l^2} + 4,00$
		Pamuk	$wpc = \frac{3,08}{l} + 1,99$	$cpc = \frac{6,59}{l} - 3,58$	$S = \frac{20,75}{l^2} - 5,00$
	Elastanlı	Geri kazanılmış	$wpc = \frac{1,58}{l} + 5,54$	$cpc = \frac{7,53}{l} - 1,64$	$S = \frac{23,44}{l^2} + 23,74$
		Pamuk	$wpc = \frac{1,68}{l} + 5,31$	$cpc = \frac{7,49}{l} - 2,31$	$S = \frac{23,27}{l^2} + 17,69$
Tam relakse	Elastansız	Geri kazanılmış	$wpc = \frac{1,98}{l} + 4,87$	$cpc = \frac{6,80}{l} - 2,79$	$S = \frac{22,02}{l^2} + 8,46$
		Pamuk	$wpc = \frac{4,01}{l} + 1,48$	$cpc = \frac{5,28}{l} - 0,68$	$S = \frac{22,83}{l^2} + 2,87$
	Elastanlı	Geri kazanılmış	$wpc = \frac{1,51}{l} + 6,36$	$cpc = \frac{8,16}{l} - 0,12$	$S = \frac{27,97}{l^2} + 41,71$
		Pamuk	$wpc = \frac{2,17}{l} + 5,28$	$cpc = \frac{4,71}{l} + 4,87$	$S = \frac{21,09}{l^2} + 54,30$

İstatistiksel sonuçlar, regresyon çizgisinin merkezden geçmediğini ve kesişimlerin meydana geldiğini göstermektedir. Kesişimler relaksasyon işleminin tam olarak gerçekleşmediğini göstermektedir. Tam relaksasyon için, tekrarlı yıkama gibi ileri relaksasyon işlemleri gerekebilmektedir. Kesişimler aynı zamanda kumaşlarda kalıcı deformasyonların meydana geldiğini de gösterebilmektedir.

Tüm relakse olmuş düz örgü çorap tipleri için, K boyutsal parametreleri hesaplanmıştır. K parametrelerinin belirlenmesi ile çoraplar üretilmeden önce verilen ilmek iplik uzunluğu için özellikle tam relakse haldeki çorapların boyutlarını tahmin etmek

mümkün olacaktır. “Materyal ve Metot” bölümünde verilen 3.1-3.4 numaralı ifadeler kullanılarak hesaplanan tam relakse haldeki düz örgü çorapların K değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kuru ve tam relakse haldeki düz örgü çoraplar için boyutsal K parametreleri

Relak. kon.	Çorap çeşitleri		Boyutsal K parametreleri							
			K_W		K_C		K_S		K_R	
	Elastan ilavesi	Lif cinsi	Ort.	%CV	Ort.	%CV	Ort.	%CV	Ort.	%CV
Kuru relakse	Elastansız	Geri kazanılmış	7,391	3,973	7,402	15,855	54,884	18,680	0,999	13,284
		Pamuk	7,036	7,803	7,227	14,388	51,096	19,678	1,026	10,972
	Elastanlı	Geri kazanılmış	8,173	3,607	10,933	10,661	89,550	13,554	1,336	8,053
		Pamuk	8,071	3,298	9,989	11,346	80,819	14,408	1,235	8,242
Tam relakse	Elastansız	Geri kazanılmış	8,129	4,234	8,440	14,260	68,850	17,893	1,036	10,762
		Pamuk	8,051	7,544	7,980	10,201	64,574	17,287	0,990	2,970
	Elastanlı	Geri kazanılmış	8,884	2,718	13,513	9,495	120,247	11,952	1,519	7,190
		Pamuk	8,838	3,709	12,600	5,591	111,508	9,269	1,425	2,013

Çizelgeden de görüleceği üzere, kuru ve tam relakse düz örgü çoraplar için elde edilen K değerleri sıklık değerlerinde olduğu gibi kullanılan iplik veya lif cinsine göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle, lif cinsi boyutsal K parametrelerini etkilemektedir. “Materyal ve Metot” bölümünde verilen Eş. 3.1-3.4 arasında verilen ifadelerde olduğu gibi, K_W , K_C ve K_S değerleri, sırası ile çubuk/cm, sıra/cm ve ilmek/ cm^2 gibi ilmek sıklık faktörleri ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu nedenle, K_W , K_C and K_S değerleri ilmek sıklık değerlerini yansıtmaktadır. Yüksek sıklık değerleri yüksek K değerlerine neden olmaktadır. Çizelgedeki K parametreleri daha önce verilen sıklık ile ilgili sonuçları doğrulamaktadır. Tam relakse çorapların daha yüksek sıklık değerlerine sahip olması, benzer şekilde, elastanlı çorapların elastansız çoraplara göre daha yüksek sıklık değerlerine sahip olması, tam relakse ve elastanlı çorapların K değerlerinin de daha yüksek olmasına neden olmuştur. Aynı şekilde, pamuklu çoraplar ile karşılaştırıldığında, geri kazanılmış lif kullanılarak elde edilen çorapların yine sıklık değerlerinin yüksek olması geri kazanılmış ipliklerinden elde edilen çorapların daha yüksek K değerleri göstermesini sağlamıştır.

Çubuk/cm ve sıra/cm değerleri kullanılarak tam relaksasyon işleminden sonra çorapların eni ve boyu yönünde meydana gelen çekmeler daha önce de “Materyal ve Metot” bölümünde Eş. 3.5 ve 3.6 numaralı denklemlerde belirtildiği gibi hesaplanabilmektedir. Çorapların enine ve boyuna yönünde meydana gelen % çekme miktarları Çizelge 4.5’ de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Tüm çoraplarda meydana gelen enine ve boyuna çekmeler

Çorap çeşitleri			Enine çekme (%)	Boyuna çekme (%)
Elastan ilavesi	Lif cinsi	İlmeç iplik uzunluğu		
Elastansız	Geri kazanılmış	Kısa	11,571	13,236
		Orta	8,832	12,108
		Uzun	9,537	17,383
	Pamuk	Kısa	19,836	5,944
		Orta	9,802	11,046
		Uzun	13,932	15,668
Elastanlı	Geri kazanılmış	Kısa	10,386	20,875
		Orta	5,393	25,766
		Uzun	10,459	24,492
	Pamuk	Kısa	11,138	21,091
		Orta	7,573	23,349
		Uzun	9,785	35,738

Çizelge 4.5’de verilen % enine ve % boyuna çekme miktarları sonuçlarına göre, yıkama ve kurutma işlemleri ile yapılan tam relaksasyondan sonra elastansız kısa ilmeç iplik uzunluğundaki pamuk çorap haricinde diğer tüm çorapların boyuna yönde çekme miktarları enine yönde çekme miktarlarından daha yüksektir. Elastanlı çoraplar elastansız çoraplara göre daha fazla boyuna yönde çekme göstermiştir. Elastanlı çoraplarda meydana gelen enine yöndeki çekmeler ise, elastansız çoraplardan daha düşük olma eğilimindedir. Bu sonuç, elastan ipliğinin çorapların boyuna yönde meydana gelen çekmelerde daha etkili olduğunu göstermektedir. Bilindiği gibi, elastanlı iplikler yüksek uzama kabiliyetine ve uzama sonrası tekrar eski haline gelebilme özelliğine sahiptir. Elastanlı ipliğin bu özelliği

de bu iplikle üretilen çorapların üzerindeki gerilimleri daha çabuk atmasını ve daha çabuk relakse olmasını sağlamaktadır. Elastanlı iplikler çorapların daha çok boyuna yönde relakse olmasında etkili olup, bu çoraplarda boyuna yönde çekmelere neden olduğu için, bu boyuna yöndeki çekmeler elastanlı çoraplarda enine yönde genişlemeye neden olmuştur. Elastanlı çoraplarda enine yönde meydana gelen genişlemelerde % enine çekme miktarlarını düşürmüştür.

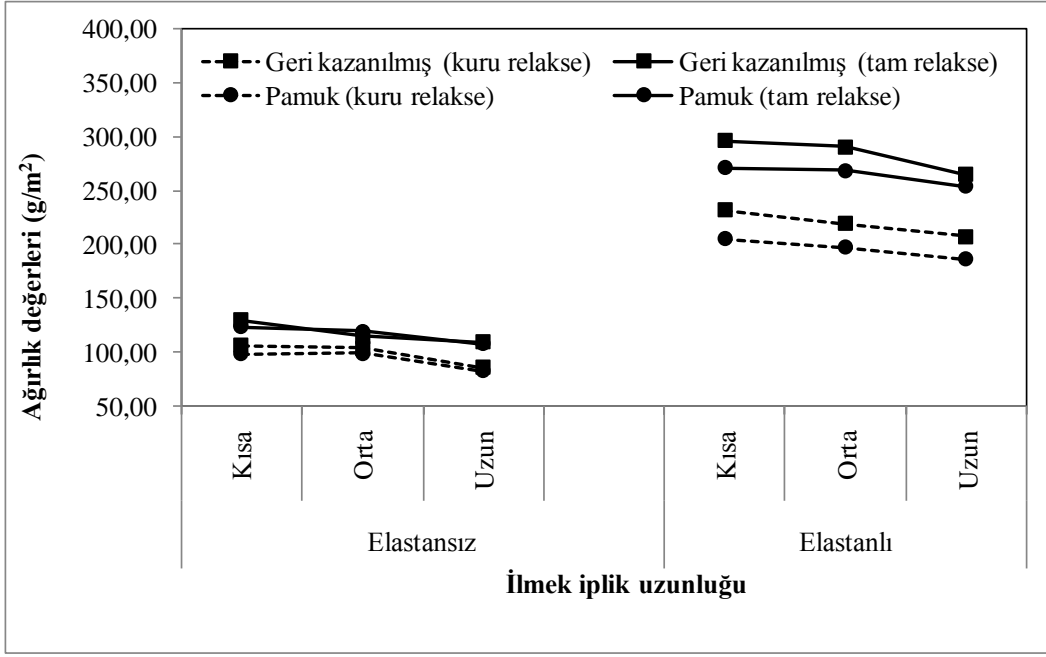
Geri kazanılmış lif içeren çoraplar hem elastanlı ve elastansız durumda daha yüksek enine ve boyuna yönde çekme eğilimi göstermektedir. Bunun nedeni, daha öncede belirtildiği gibi, ipliklerin % uzama oranından kaynaklanabilir.

4.2. Geri Kazanılmış Lif ve Pamuk Lifinden Üretilen Çorapların Ağırlık Sonuçları

Kuru ve tam relakse hale getirilmiş tüm çorapların ağırlık ölçüm sonuçları Çizelge 4.6'da tablo olarak, Şekil 4.7'de grafiksel olarak verilmiştir.

Çizelge 4.6. Çorapların ağırlık sonuçları

Çorap çeşitleri			Ağırlık (g/m ²)	
Elastan ilavesi	İlmek iplik uzunluğu	Lif cinsi	Kuru relakse	Tam relakse
Elastansız	Kısa	Geri kazanılmış	106,48	130,05
		Pamuk	98,43	123,31
	Orta	Geri kazanılmış	103,89	114,65
		Pamuk	98,82	119,26
	Uzun	Geri kazanılmış	86,00	109,52
		Pamuk	82,98	107,56
Elastanlı	Kısa	Geri kazanılmış	231,98	295,98
		Pamuk	204,67	270,95
	Orta	Geri kazanılmış	219,20	290,31
		Pamuk	197,18	268,25
	Uzun	Geri kazanılmış	207,08	264,88
		Pamuk	186,30	253,59



Şekil 4.7. Çorapların ağırlık sonuçları

Çizelge 4.6 ve Şekil 4.7'den görülebileceği üzere, relaksasyon işlemi ilerledikçe, çorapların ağırlığı artmaktadır. Yani, tam relakse haldeki tüm çorapların ağırlık değerleri kuru relakse haldeki çorapların ağırlık değerlerinden yüksektir. Bu sonucun nedeni yıkama işlemini içeren tam relaksasyon işleminden sonra çorapların enine ve boyuna çekme göstermesidir. Çorapların boyutsal özelliklerinin incelenmesi sırasında belirtildiği gibi, tam relakse işleminden sonra çoraplar enine ve boyuna yönde çekme gösterdiği için birim alandaki ilmek sayıları yani çorapların ilmek yoğunluğu artmıştır. Yüksek ilmek yoğunluk değerleri çorapların ağırlığını arttırmıştır.

Çizelge 4.7'de hem kuru relakse hem de tam relakse haldeki çoraplar için elastan ilavesinin, lif cinsinin ve ilmek iplik uzunluğunun ağırlık sonuçları üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak gösteren varyans analizi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.7. Çorapların ağırlık değerleri için varyans analizi sonuçları

Bağımlı değişkenler	Kuru relakse		Tam relakse	
	F Değeri	Önem seviyesi (p değeri)	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)
Elastan ilavesi	6217,287	0,001	7869,457	0,001
Lif cinsi	103,053	0,001	34,784	0,001
İlmek iplik uzunluğu	67,690	0,001	50,958	0,001

Elastan iplik kullanılarak örülen çoraplar elastan iplik kullanmadan örülen çoraplar ile karşılaştırıldığında (Bkz. Çizelge 4.6 ve Şekil 4.7), her iki relakse konumunda, tüm ilmek iplik uzunluklarında, elastan içeren çorapların ağırlık değerlerinin elastan içermeyen çorapların ağırlık değerlerinden daha fazla olduğu görülecektir. Bu sonuca göre, elastan iplik hem geri kazanılmış lif hem de pamuk lifi içeren çorapların ağırlığını artırmaktadır. Çizelge 4.7’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, kuru ve tam relakse çoraplarda elastan ilavesinin çorapların ağırlık değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçüktür. Bu nedenle, elastan ilavesinin çorapların ağırlık değerleri üzerindeki etkisi anlamlıdır. Yani, elastan içeren ve içermeyen çorapların ağırlık değerleri arasında fark bulunmaktadır. Daha önce çorapların boyutsal özelliklerinin incelenmesi sırasında belirtildiği gibi, elastan iplik çorapların birim alandaki ilmek sayısı ile ifade edilen ilmek yoğunluğunu (ilmek/cm²) arttırmaktadır. Bu nedenle, elastan içeren çoraplardaki yüksek ilmek yoğunluğu değerleri çorapların ağırlığını arttıracaktır. Ayrıca, elastan ipliğin numarasından dolayı çoraplara verdiği ağırlıkta yine kumaşların ağırlığını artırmaktadır.

Çizelge 4.6 ve Şekil 4.7’de verilen ağırlık sonuçları çorapların üretiminde kullanılan geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeriklerine yani içerdiği lif cinslerine göre karşılaştırılacak olursa, tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde, elastansız çoraplarda her iki relakse konumda geri kazanılmış lif içeren çoraplar ile pamuk içeren çorapların ağırlık değerlerinin birbirine yakın, elastanlı çoraplarda ise, her iki kuru ve tam relakse konumlarında geri kazanılmış lif içeren çorapların ağırlığının pamuk içeren çorapların ağırlığından biraz daha yüksek olduğu görülecektir. Çizelge 4.7’de verilen varyans analizi sonuçları hem kuru hem de tam relakse konumlarında, geri kazanılmış lif ve pamuk lifi

içeren çorapların ağırlık değerleri arasında fark bulunduğunu göstermektedir. Geri kazanılmış lif içeren çorapların ağırlığının pamuklu çoraplardan yüksek olması geri kazanılmış lif içeren çorapların sıklık değerlerinin pamuk içeren çorapların sıklık değerlerinden çok az yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.7'de verildiği gibi, her iki relaksasyon konumunda ilmek iplik uzunluğunun çorapların ağırlık değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçük yani, ilmek iplik uzunluğunun çorapların ağırlık değerleri üzerindeki etkisi anlamlıdır. Çizelge 4.6 ve Şekil 4.7 incelendiğinde, her iki relaksasyon konumunda, elastanlı ve elastansız çoraplarda ilmek iplik uzunluğu arttıkça ağırlık değerlerinin azaldığı görülecektir. İlmek iplik uzunluğu arttıkça, daha öncede belirtildiği gibi, birim alandaki ilmek sayısı azalacak, kumaş yapısı daha gevşek hale gelecek ve bunun sonucunda ağırlık azalacaktır.

Hangi lif tipleri ve hangi ilmek iplik uzunlukları arasında fark bulunduğunu tespit etmek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testi uygulanmıştır.

Farklı lif tipine sahip çorapların ağırlık değerleri için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Çoklu karşılaştırma testinde, lif tipi olarak elastansız geri kazanılmış, elastansız pamuk, elastanlı geri kazanılmış ve elastanlı pamuk lifleri alınmıştır.

Çizelge 4.8'de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, kuru ve tam relakse halde, elastansız geri kazanılmış lif ve elastansız pamuk lifi içeren çoraplar haricinde, tüm farklı lif tipi içeren çorapların ağırlık değerleri arasında fark bulunduğu görülecektir.

Çizelge 4.8. Farklı lif içeren çorapların ağırlık değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem türü	Lif tipi (I)	Lif tipi (J)	Ortalama fark (I-J)	Standart hata	Önem seviyesi (p değeri)
Kuru relakse	Elastanlı geri kazanılmış	Elastanlı pamuk	22,479*	1,993	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	121,327*	1,993	0,001*
		Elastansız pamuk	126,007*	1,949	0,001*
	Elastanlı pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	-22,479*	1,993	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	98,847*	2,036	0,001*
		Elastansız pamuk	103,527*	1,993	0,001*
	Elastansız geri kazanılmış	Elastanlı geri kazanılmış	-121,327*	1,993	0,001*
		Elastanlı pamuk	-98,847*	2,036	0,001*
		Elastansız pamuk	4,6801	1,993	0,107
	Elastansız pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	-126,007*	1,949	0,001*
		Elastanlı pamuk	-103,527*	1,993	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	-4,6801	1,993	0,107
Tam relakse	Elastanlı geri kazanılmış	Elastanlı pamuk	17,578*	2,549	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	163,770*	2,549	0,001*
		Elastansız pamuk	165,131*	2,549	0,001*
	Elastanlı pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	-17,578*	2,549	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	146,192*	2,430	0,001*
		Elastansız pamuk	147,553*	2,430	0,001*
	Elastansız geri kazanılmış	Elastanlı geri kazanılmış	-163,770*	2,549	0,001*
		Elastanlı pamuk	-146,192*	2,430	0,001*
		Elastansız pamuk	1,361	2,430	0,943
	Elastansız pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	-165,131*	2,549	0,001*
		Elastanlı pamuk	-147,553*	2,430	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	-1,361	2,430	0,943

*: ortalama fark 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların ağırlık değerlerinden hangisinin farklı olduğunu tespit etmek için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların ağırlık değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem türü	İlme iplik uzunluğu (I)	İlme iplik uzunluğu (J)	Ortalama fark (I-J)	Standart hata	Önem seviyesi (p değeri)
Kuru relakse	Uzun	Orta	-17,229*	1,716	0,001*
		Kısa	-26,440*	1,743	0,001*
	Orta	Uzun	17,229*	1,716	0,001*
		Kısa	-9,211*	1,716	0,001*
	Kısa	Uzun	26,440*	1,743	0,001*
		Orta	9,210*	1,716	0,001*
Tam relakse	Uzun	Orta	-8,082*	2,139	0,002*
		Kısa	-15,123*	2,139	0,001*
	Orta	Uzun	8,082*	2,139	0,002*
		Kısa	-7,041*	2,173	0,007*
	Kısa	Uzun	15,123*	2,139	0,001*
		Orta	7,041*	2,173	0,007*

*: ortalama fark 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelgedeki çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, her iki relaksasyon konumunda da, tüm 3 farklı kısa, orta ve uzun ilmek iplik uzunluğuna sahip çorapların ağırlık değerleri arasında fark bulunmaktadır.

Her iki relaksasyon konumunda, farklı lif tiplerine ve ilmek iplik uzunluk değerlerine göre hesaplanan ortalama ağırlık değerleri ve farklı lif tiplerine ve ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların ağırlık değerlerinin hangisi arasında fark olduğu Çizelge 4.10’da özet olarak verilmiştir.

Çizelge 4.10. Lif tipi ve ilmek iplik uzunluğuna göre hesaplanan ortalama ağırlık değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bağımlı değişkenler		Ortalama ağırlık değerleri ve çoklu karşılaştırma	
		Kuru relakse	Tam relakse
Lif tipi	Elastansız geri kazanılmış	98,091 a	118,070 a
	Elastansız pamuk	93,411 a	116,709 a
	Elastanlı geri kazanılmış	219,418 c	281,840 c
	Elastanlı pamuk	196,938 b	264,262 b
İlmeğin iplik uzunluğu	Kısa	163,983 c	199,010 c
	Orta	154,773 b	191,969 b
	Uzun	137,543 a	183,888 a

'a' en küçük ortalama değeri, 'c' en yüksek ortalama değeri ve farklı harfler ortalamaların istatistiksel olarak birbirlerinden 0,05 seviyesinde farklı olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 4.10'daki istatistiksel sonuçlara göre, her iki relaksasyon konumunda elastansız pamuk lifinden üretilen çoraplar en düşük ağırlık değeri göstermiştir. Elastansız pamuk lifinden üretilen çorapları daha sonra elastansız geri kazanılmış liften üretilen çorapların ağırlığı izlemiştir. En yüksek ağırlık değerini ise, her iki relaksasyon konumunda da elastanlı geri kazanılmış liften üretilen çoraplar göstermiştir.

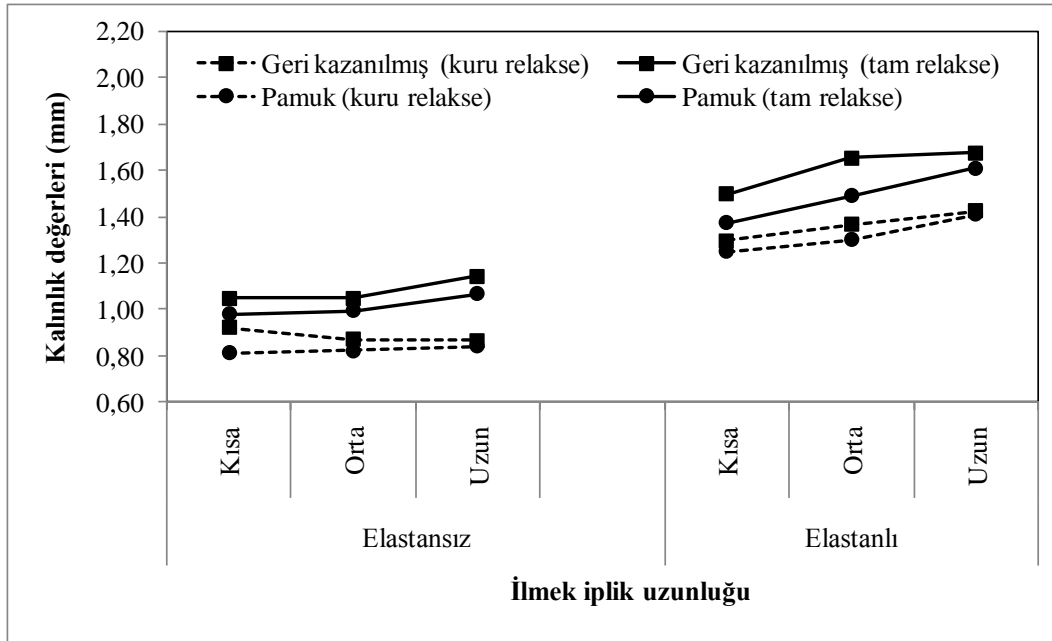
Çizelge 4.10'da verilen sonuçlar ilmek iplik uzunluğunun etkisine göre incelenecek olursa, ilmek iplik uzunluğunun her iki relaksasyon konumunda ağırlık değerleri ile lineer olarak değiştiği görülecektir. İlmeğin iplik uzunluğu arttıkça, ağırlık değerleri azalmaktadır.

4.3. Geri Kazanılmış Lif ve Pamuk Lifinden Üretilen Çorapların Kalınlık Sonuçları

Kuru ve tam relakse hale getirilmiş tüm çorapların kalınlık ölçüm sonuçları Çizelge 4.11'de tablo olarak, Şekil 4.8'de grafiksel olarak verilmiştir.

Çizelge 4.11. Çorapların kalınlık sonuçları

Çorap çeşitleri			Kalınlık (mm)	
Elastan ilavesi	İlmek iplik uzunluğu	Lif cinsi	Kuru relakse	Tam relakse
Elastansız	Kısa	Geri kazanılmış	0,92	1,05
		Pamuk	0,81	0,98
	Orta	Geri kazanılmış	0,87	1,05
		Pamuk	0,82	0,99
	Uzun	Geri kazanılmış	0,87	1,14
		Pamuk	0,84	1,07
Elastanlı	Kısa	Geri kazanılmış	1,30	1,50
		Pamuk	1,25	1,37
	Orta	Geri kazanılmış	1,36	1,65
		Pamuk	1,30	1,49
	Uzun	Geri kazanılmış	1,42	1,67
		Pamuk	1,41	1,61



Şekil 4.8. Çorapların kalınlık sonuçları

Çizelge 4.11 ve Şekil 4.8'den görülebileceği üzere, relaksasyon işlemi ilerledikçe, tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde, çorapların ağırlık değerlerinde olduğu gibi, çorapların kalınlık değerleri artmaktadır. Yani, tam relakse haldeki tüm çorapların kalınlık değerleri kuru relakse haldeki çorapların kalınlık değerlerinden yüksektir. Bu sonucun nedeni olarak yıkama işlemi içeren tam relaksasyon işleminden sonra çorapların enine ve boyuna çekme göstererek çorapların ağırlıklarını ve dolayısı ile, kalınlıklarını artırması gösterilebilir.

Çizelge 4.12'de hem kuru relakse hem de tam relakse haldeki çoraplar için elastan ilavesinin, lif cinsinin ve ilmek iplik uzunluğunun kalınlık değerleri üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak gösteren varyans analizi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.12. Çorapların kalınlık değerleri için varyans analizi sonuçları

Bağımlı değişkenler	Kuru relakse		Tam relakse	
	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)
Elastan ilavesi	5535,081	0,001	3423,574	0,001
Lif cinsi	63,540	0,001	114,378	0,001
İlmeğe iplik uzunluğu	35,439	0,001	100,707	0,001

Elastan iplik kullanılarak örülen çoraplar elastan iplik kullanmadan örülen çoraplar ile karşılaştırıldığında (Bkz. Çizelge 4.11 ve Şekil 4.8), tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde, her iki kuru ve tam relakse konumlarında, elastan içeren çorapların kalınlık değerlerinin elastan içermeyen çorapların kalınlık değerlerinden daha fazla olduğu görülecektir. Bu sonuca göre, elastan iplik hem geri kazanılmış lif hem de pamuk lifi içeren çorapların kalınlığını ağırlık değerlerinde olduğu gibi artırmaktadır. Çizelge 4.12'de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, kuru ve tam relakse çoraplarda elastan içeriğinin çorapların kalınlık değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçüktür. Bu nedenle, elastan içeriğinin çorapların kalınlık değerleri üzerindeki etkisi anlamlıdır. Yani, elastan içeren ve içermeyen çorapların kalınlık değerleri arasında fark bulunmaktadır. Daha önce çorapların boyutsal ve ağırlık özelliklerinin incelenmesi sırasında belirtildiği gibi, elastan iplik çorapların birim alandaki

ilmek sayısı ile ifade edilen ilmek yoğunluğunu (ilmek/cm²) dolayısı ile ağırlığını arttırmaktadır. Elastan iplik çorapların ağırlık değerlerini arttırdığı için, çoraplar daha hacimli hale gelmekte ve dolayısı ile çorapların kalınlığı artmaktadır.

Çizelge 4.11 ve Şekil 4.8’de verilen kalınlık değerleri çorapların üretiminde kullanılan geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeriklerine yani içerdiği lif cinslerine göre karşılaştırılacak olursa, tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde, elastansız ve elastanlı çoraplarda her iki relakse konumunda geri kazanılmış lif içeren çorapların kalınlıklarının pamuk içeren çorapların kalınlıklarından biraz daha yüksek olduğu görülecektir. Çizelge 4.12’de verilen varyans analizi sonuçları geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeren çorapların kalınlık değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir. Geri kazanılmış lif içeren çorapların kalınlık değerlerinin pamuklu çoraplardan yüksek olması geri kazanılmış lif içeren çorapların ağırlık değerlerinin pamuk lifi içeren çorapların ağırlık değerlerinden daha yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.12’de verildiği gibi, her iki relaksasyon konumunda ilmek iplik uzunluğunun çorapların kalınlık değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçük yani, ilmek iplik uzunluğunun çorapların kalınlık değerleri üzerindeki etkisi anlamlıdır. Çizelge 4.11 ve Şekil 4.8 incelendiğinde, her iki relaksasyon konumunda, elastanlı ve elastansız çoraplarda ilmek iplik uzunluğu arttıkça kalınlık değerlerinin arttığı görülecektir. İlmek iplik uzunluğu arttıkça, ilmek sayısı azaldığından ve kumaş yapısı daha gevşek hale gelecek ve ilmeği oluşturan ipliklerde daha az sıkışma olacağı için çorapların hacimliliği artacaktır. İlmek iplik uzunluğu arttıkça artan hacimlilik çorapların kalınlık değerlerinin artmasına neden olmuş olabilir.

Hangi lif tipleri ve hangi ilmek iplik uzunlukları arasında fark bulunduğunu tespit etmek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testi uygulanmıştır.

Farklı lif tipine sahip çorapların kalınlık değerleri için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Çoklu karşılaştırma testinde, lif tipi olarak elastansız geri kazanılmış, elastansız pamuk, elastanlı geri kazanılmış ve elastanlı pamuk lifleri alınmıştır.

Çizelge 4.13. Farklı lif içeren çorapların kalınlık değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem türü	Lif tipi (I)	Lif tipi (J)	Ortalama fark (I-J)	Standart hata	Önem seviyesi (p değeri)
Kuru relakse	Elastanlı geri kazanılmış	Elastanlı pamuk	0,042 [*]	0,009	0,001 [*]
		Elastansız geri kazanılmış	0,475 [*]	0,009	0,001 [*]
		Elastansız pamuk	0,537 [*]	0,009	0,001 [*]
	Elastanlı pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	-0,042 [*]	0,009	0,001 [*]
		Elastansız geri kazanılmış	0,433 [*]	0,009	0,001 [*]
		Elastansız pamuk	0,495 [*]	0,009	0,001 [*]
	Elastansız geri kazanılmış	Elastanlı geri kazanılmış	-0,475 [*]	0,009	0,001 [*]
		Elastanlı pamuk	-0,433 [*]	0,009	0,001 [*]
		Elastansız pamuk	0,062 [*]	0,009	0,001 [*]
	Elastansız pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	-0,537 [*]	0,009	0,001 [*]
		Elastanlı pamuk	-0,495 [*]	0,009	0,001 [*]
		Elastansız geri kazanılmış	-0,062 [*]	0,009	0,001 [*]
Tam relakse	Elastanlı geri kazanılmış	Elastanlı pamuk	0,117 [*]	0,012	0,001 [*]
		Elastansız geri kazanılmış	0,528 [*]	0,012	0,001 [*]
		Elastansız pamuk	0,595 [*]	0,012	0,001 [*]
	Elastanlı pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	-0,117 [*]	0,012	0,001 [*]
		Elastansız geri kazanılmış	0,411 [*]	0,012	0,001 [*]
		Elastansız pamuk	0,479 [*]	0,012	0,001 [*]
	Elastansız geri kazanılmış	Elastanlı geri kazanılmış	-0,528 [*]	0,012	0,001 [*]
		Elastanlı pamuk	-0,411 [*]	0,012	0,001 [*]
		Elastansız pamuk	0,067 [*]	0,012	0,001 [*]
	Elastansız pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	-0,595 [*]	0,012	0,001 [*]
		Elastanlı pamuk	-0,479 [*]	0,012	0,001 [*]
		Elastansız geri kazanılmış	-0,067 [*]	0,012	0,001 [*]

*: ortalama fark 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelgedeki çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, her iki relaksasyon konumunda, tüm farklı lif tipi içeren çorapların kalınlık değerleri arasında fark bulunmaktadır.

Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların kalınlık değerlerinden hangisinin farklı olduğunu tespit etmek için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların kalınlık değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem türü	İlmek iplik uzunluğu (I)	İlmek iplik uzunluğu (J)	Ortalama fark (I-J)	Standart hata	Önem seviyesi (p değeri)
Kuru relakse	Uzun	Orta	0,046*	0,008	0,001*
		Kısa	0,066*	0,008	0,001*
	Orta	Uzun	-0,046*	0,008	0,001*
		Kısa	0,020*	0,008	0,047*
	Kısa	Uzun	-0,066*	0,008	0,001*
		Orta	-0,020*	0,008	0,047*
Tam relakse	Uzun	Orta	0,077*	0,011	0,001*
		Kısa	0,150*	0,011	0,001*
	Orta	Uzun	-0,077*	0,011	0,001*
		Kısa	0,073*	0,011	0,001*
	Kısa	Uzun	-0,150*	0,011	0,001*
		Orta	-0,073*	0,011	0,001*

*: ortalama fark 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelgedeki çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, her iki relaksasyon konumunda da, tüm 3 farklı kısa, orta ve uzun ilmek iplik uzunluğuna sahip çorapların kalınlık değerleri arasında fark bulunmaktadır.

Her iki relaksasyon konumunda, farklı lif tiplerine ve ilmek iplik uzunluk değerlerine göre hesaplanan ortalama kalınlık değerleri ve farklı lif tiplerine ve ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların kalınlık değerlerinin hangisi arasında fark olduğu Çizelge 4.15’de özet olarak verilmiştir.

Çizelge 4.15. Lif tipi ve ilmek iplik uzunluğuna göre hesaplanan ortalama kalınlık değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bağımlı değişkenler		Ortalama kalınlık değerleri ve çoklu karşılaştırma	
		Kuru relakse	Tam relakse
Lif tipi	Elastansız geri kazanılmış	0,887 b	1,080 b
	Elastansız pamuk	0,825 a	1,013 a
	Elastanlı geri kazanılmış	1,362 d	1,608 d
	Elastanlı pamuk	1,320 c	1,491 c
İlmeğin iplik uzunluğu	Kısa	1,070 a	1,224 a
	Orta	1,090 b	1,297 b
	Uzun	1,136 c	1,374 c

'a' en küçük ortalama değeri, 'c' en yüksek ortalama değeri ve farklı harfler ortalamaların istatistiksel olarak birbirlerinden 0,05 seviyesinde farklı olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 4.15'deki istatistiksel sonuçlara göre, her iki relaksasyon konumunda, elastansız olan ve pamuk lifi içeren çorapların kalınlık değerleri en düşük, bu çorapları daha sonra elastansız geri kazanılmış liflerden ve daha sonra elastanlı pamuk liflerinden oluşan çoraplar izlemektedir. Elastanlı olan ve geri kazanılmış lif içeren çorapların kalınlık değerleri en yüksek olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.15'deki sonuçlar ilmek iplik uzunluğunun etkisine göre incelenecek olursa, ilmek iplik uzunluğunun her iki relaksasyon konumunda kalınlık değerleri ile lineer olarak değiştiği görülecektir. İlmeğin iplik uzunluğu arttıkça, kalınlık değerleri artmaktadır.

4.4. Geri Kazanılmış Lif ve Pamuk Lifinden Üretilen Çorapların Hava Geçirgenliği Sonuçları

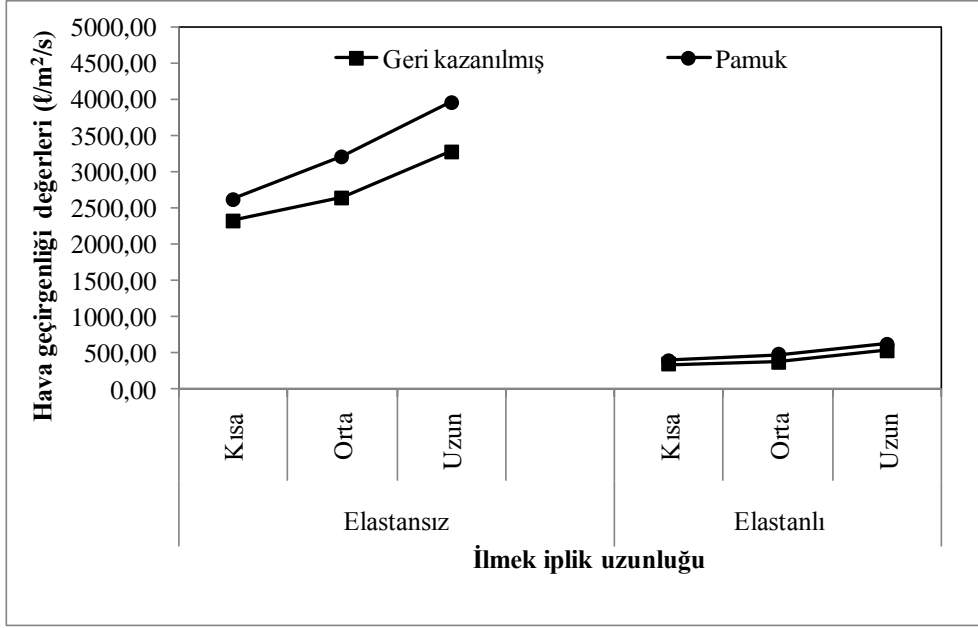
Daha öncede belirtildiği gibi, hava geçirgenliği, bir malzemenin belirli bir hava basınç farkında, kumaşın bilinen bir alanı üzerinden 1 saniyede dik olarak geçen hava akışının hacmi veya hızıdır [35]. Hava geçirgenliği kumaşların havayı geçirme yeteneğini ölçmektedir. Tekstil malzemelerinin hava geçirgenliği giysilerin ve dolayısı ile çorapların konforunun sağlanmasında son derece önemli faktörlerden birisi olup, bir nevi çorapların

nefes alabilirliğini belirlemektedir. Bu şekilde, çoraplar nefes alan ve rahat ayaklar sağlayarak kişilerin yaşamında gün boyu ferahlık sağlayacaktır.

Tam relakse hale getirilmiş tüm çorapların hava geçirgenliği ölçüm sonuçları Çizelge 4.16’da tablo olarak, Şekil 4.9’da grafiksel olarak verilmiştir. Daha öncede belirtildiği gibi, kuru relaksasyon işlemi çorapları boyutsal olarak stabil hale getirmede yetersizdir. Bu nedenle çorapların hava geçirgenliği değerleri çorapların boyutsal olarak stabil hale getirildiği tam relakse işleminden sonra incelenmiştir.

Çizelge 4.16. Çorapların hava geçirgenliği sonuçları

Çorap çeşitleri			Hava geçirgenliği ($\ell/m^2/s$)
Elastan ilavesi	İlmek iplik uzunluğu	Lif cinsi	
Elastansız	Kısa	Geri kazanılmış	2326,67
		Pamuk	2613,33
	Orta	Geri kazanılmış	2640,00
		Pamuk	3206,67
	Uzun	Geri kazanılmış	3270,00
		Pamuk	3956,67
Elastanlı	Kısa	Geri kazanılmış	332,83
		Pamuk	389,17
	Orta	Geri kazanılmış	363,00
		Pamuk	471,50
	Uzun	Geri kazanılmış	521,67
		Pamuk	620,17



Şekil 4.9. Çorapların hava geçirgenliği sonuçları

Çizelge 4.17’de tam relakse haldeki çoraplar için elastan ilavesinin, lif cinsinin ve ilmek iplik uzunluğunun hava geçirgenliği değerleri üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak gösteren varyans analizi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.17. Çorapların hava geçirgenliği değerleri için varyans analizi sonuçları

Bağımlı değişkenler	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)
Elastan ilavesi	2283,986	0,001
Lif cinsi	31,667	0,001
İlmeğe iplik uzunluğu	54,585	0,001

Elastan iplik kullanılarak örülen çoraplar elastan iplik kullanmadan örülen çoraplar ile karşılaştırıldığında (Bkz. Çizelge 4.16 ve Şekil 4.9), tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde, elastan içeren çorapların hava geçirgenliği değerlerinin elastan içermeyen çorapların hava geçirgenliği değerlerinden çok daha düşük olduğu görülecektir. Bu sonuca göre, elastan iplik hem geri kazanılmış lif hem de pamuk lifi içeren çorapların hava geçirgenliği değerlerini azaltmaktadır. Çizelge 4.17’de verilen varyans analizi sonuçlarına

göre, elastan ilavesinin çorapların hava geçirgenlik değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçüktür. Bu nedenle, elastan içeren ve içermeyen çorapların hava geçirgenliği değerleri arasında fark bulunmaktadır. Daha önce çorapların boyutsal, ağırlık ve kalınlık özelliklerinin incelenmesi sırasında belirtildiği gibi, elastan iplik çorapların birim alandaki ilmek sayısı ile ifade edilen ilmek yoğunluğunu (ilmek/cm^2) arttırmaktadır. Artan ilmek yoğunluğu, hava geçişini sağlayan çoraplar arasındaki hava boşluklarını azalttığı için elastanlı çoraplarda hava geçirgenliği azalmaktadır. Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi, elastan iplik ayrıca kumaş ağırlığını ve kalınlığını arttırmaktadır. Elastansız çoraplara göre, elastanlı çorapların biraz daha yüksek kalınlık ve ağırlık değerlerine sahip olması hava geçişini azaltarak bu çoraplarda daha düşük hava geçirgenlik değerleri elde edilmesine neden olmuş olabilir.

Çizelge 4.16 ve Şekil 4.9'da verilen hava geçirgenlik değerleri çorapların üretiminde kullanılan geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeriklerine yani içerdiği lif cinslerine göre karşılaştırılacak olursa, tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde elastansız ve elastanlı çoraplarda geri kazanılmış lif içeren çorapların hava geçirgenlik değerlerinin pamuk içeren çorapların hava geçirgenlik değerlerinden biraz daha düşük olduğu görülecektir. Geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeren çorapların hava geçirgenlik değerleri arasındaki fark elastansız çoraplarda daha fazladır. Çizelge 4.17'de verilen varyans analizi sonuçları geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeren çorapların hava geçirgenlik değerleri arasında fark bulunduğunu göstermektedir. Geri kazanılmış lif içeren çorapların hava geçirgenlik değerlerinin pamuklu çoraplardan düşük olması, geri kazanılmış liflerden oluşan çorapların sıklığının ve kalınlığının pamuklu çoraplara göre daha yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, geri kazanılmış lif içeren çoraplardaki poliester lifleri geri kazanılmış lifler ile birbirine daha iyi tutunarak çoraplardaki hava geçişini azaltmış olabilir.

Çizelge 4.17'de verildiği gibi, ilmek iplik uzunluğunun çorapların hava geçirgenliği değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçük yani, ilmek iplik uzunluğunun çorapların hava geçirgenliği üzerindeki etkisi anlamlıdır. Çizelge 4.16 ve Şekil 4.9 incelendiğinde, elastansız ve elastanlı çoraplarda ilmek iplik uzunluğu arttıkça hava geçirgenliği değerlerinin azaldığı

görürecektir. İlmek iplik uzunluğu arttıkça, ilmek sayısı azaldığından ve kumaş yapısı daha gevşek hale gelecek ve hava geçişi kolaylaşacaktır.

Hangi lif tipleri ve hangi ilmek iplik uzunlukları arasında fark bulunduğunu tespit etmek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testi uygulanmıştır.

Tam relakse haldeki, farklı lif tipine sahip çorapların hava geçirgenliği değerleri için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Çoklu karşılaştırma testinde, lif tipi olarak elastansız geri kazanılmış, elastansız pamuk, elastanlı geri kazanılmış ve elastanlı pamuk lifleri ele alınmıştır.

Çizelge 4.18. Farklı lif içeren çorapların hava geçirgenlik değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Lif tipi (I)	Lif tipi (J)	Ortalama fark (I-J)	Standart hata	Önem seviyesi (p değeri)
Elastanlı geri kazanılmış	Elastanlı pamuk	-87,778	75,533	0,653
	Elastansız geri kazanılmış	-2339,722*	75,533	0,001*
	Elastansız pamuk	-2853,056*	75,533	0,001*
Elastanlı pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	87,778	75,533	0,653
	Elastansız geri kazanılmış	-2251,944*	75,533	0,001*
	Elastansız pamuk	-2765,278*	75,533	0,001*
Elastansız geri kazanılmış	Elastanlı geri kazanılmış	2339,722*	75,533	0,001*
	Elastanlı pamuk	2251,944*	75,533	0,001*
	Elastansız pamuk	-513,333*	75,533	0,001*
Elastansız pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	2853,056*	75,533	0,001*
	Elastanlı pamuk	2765,278*	75,533	0,001*
	Elastansız geri kazanılmış	513,333*	75,533	0,001*

*: ortalama fark 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelgedeki çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, elastanlı geri kazanılmış lif ile elastanlı pamuk lifi içeren çorapların hava geçirgenlik değerleri haricinde, diğer tüm farklı lif tipi içeren çorapların hava geçirgenlik değerleri arasında fark bulunmaktadır.

Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların hava geçirgenlik değerlerinden hangisinin farklı olduğunu tespit etmek için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların hava geçirgenlik değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İlmeğin iplik uzunluğu (I)	İlmeğin iplik uzunluğu (J)	Ortalama fark (I-J)	Standart hata	Önem seviyesi (p değeri)
Uzun	Orta	421,833*	65,413	0,001*
	Kısa	676,625*	65,413	0,001*
Orta	Uzun	-421,833*	65,413	0,001*
	Kısa	254,792*	65,413	0,001*
Kısa	Uzun	-676,625*	65,413	0,001*
	Orta	-254,792*	65,413	0,001*

*: ortalama fark 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelgedeki çoklu karşılaştırma testi sonuçlarından, tüm 3 farklı kısa, orta ve uzun ilmek iplik uzunluğuna sahip çorapların hava geçirgenlikleri arasında fark bulunduğu görülecektir.

Tam relakse konumunda, farklı lif tiplerine ve ilmek iplik uzunluk değerlerine göre hesaplanan ortalama hava geçirgenlik değerleri ve farklı lif tiplerine ve ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların hava geçirgenliklerinin hangisi arasında fark olduğu Çizelge 4.20’de özet olarak verilmiştir.

Çizelge 4.20’deki istatistiksel sonuçlara göre, elastansız pamuk lif içeren çorapların hava geçirgenlik değerleri en yüksek olarak bulunmuştur. Bu çorapları elastansız geri kazanılmış lif içeren çoraplar izlemektedir. Elastanlı geri kazanılmış lif içeren çorapların hava geçirgenlik değerleri en düşük olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.20’deki sonuçlar ilmek iplik uzunluğunun etkisine göre incelenecek olursa, ilmek iplik uzunluğunun hava geçirgenlik değerleri ile lineer olarak değiştiği görülecektir. İlmeğin iplik uzunluğu arttıkça, hava geçirgenlik değerleri azalmaktadır.

Çizelge 4.20. Lif tipi ve ilmek iplik uzunluğuna göre hesaplanan ortalama hava geçirgenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bağımlı değişkenler		Ortalama hava geçirgenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma
Lif tipi	Elastansız geri kazanılmış	2745,556 b
	Elastansız pamuk	3258,889 c
	Elastanlı geri kazanılmış	405,833 a
	Elastanlı pamuk	493,611 a
İlmeğin iplik uzunluğu	Kısa	1415,500 a
	Orta	1670,292 b
	Uzun	2092,125 c

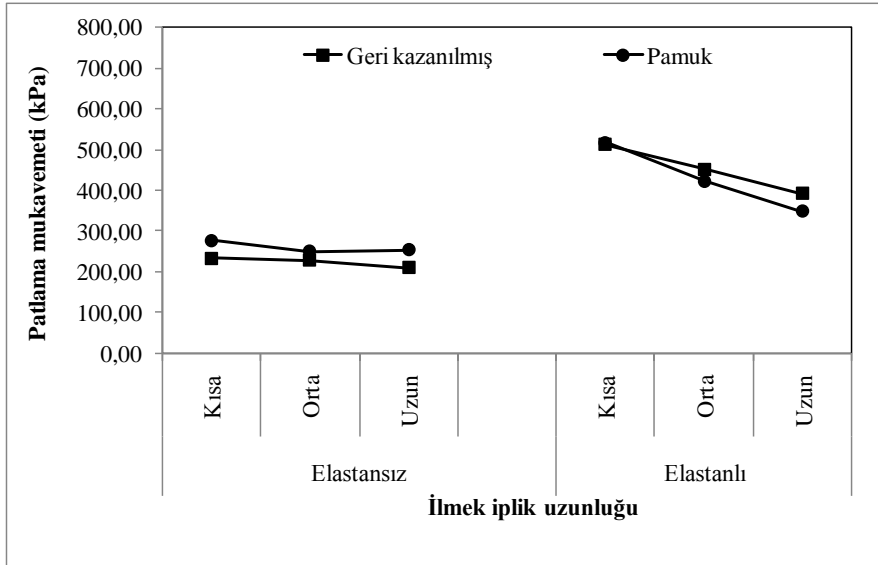
'a' en küçük ortalama değeri, 'c' en yüksek ortalama değeri ve farklı harfler ortalamaların istatistiksel olarak birbirlerinden 0,05 seviyesinde farklı olduğunu ifade etmektedir.

4.5. Geri Kazanılmış Lif ve Pamuk Lifinden Üretilen Çorapların Patlama Mukavemeti Sonuçları

Tam relakse hale getirilmiş tüm çorapların patlama mukavemeti ölçüm sonuçları Çizelge 4.21'de tablo olarak, Şekil 4.10'da grafiksel olarak verilmiştir. Çorapların patlama mukavemeti çorapların boyutsal olarak stabil hale getirildiği tam relakse işleminden sonra incelenmiştir.

Çizelge 4.21. Çorapların patlama mukavemeti sonuçları

Çorap çeşitleri			Patlama mukavemeti (kPa)
Elastan ilavesi	İlmeğin uzunluğu	Lif cinsi	
Elastansız	Kısa	Geri kazanılmış	232,78
		Pamuk	277,52
	Orta	Geri kazanılmış	227,80
		Pamuk	249,16
	Uzun	Geri kazanılmış	209,19
		Pamuk	254,06
Elastanlı	Kısa	Geri kazanılmış	510,90
		Pamuk	516,54
	Orta	Geri kazanılmış	450,56
		Pamuk	421,75
	Uzun	Geri kazanılmış	392,28
		Pamuk	347,88



Şekil 4.10. Çorapların patlama mukavemeti sonuçları

Çizelge 4.22’de tam relakse haldeki çoraplar için elastan ilavesinin, lif cinsinin ve ilmek iplik uzunluğunun patlama mukavemeti değerleri üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak gösteren varyans analizi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.22. Çorapların patlama mukavemeti değerleri için varyans analizi sonuçları

Bağımlı değişkenler	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)
Elastan ilavesi	1071,00	0,001
Lif cinsi	1,426	0,244
İlmek iplik uzunluğu	63,820	0,001

Elastan iplik kullanılarak örülen çoraplar elastan iplik kullanmadan örülen çoraplar ile karşılaştırıldığında (Bkz. Çizelge 4.21 ve Şekil 4.10), tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde, elastan içeren çorapların patlama mukavemeti değerlerinin elastan içermeyen çorapların patlama mukavemeti değerlerinden çok daha yüksek olduğu görülecektir. Bu sonuca göre, elastan iplik hem geri kazanılmış lif hem de pamuk lifi içeren çorapların patlama mukavemeti değerlerini artırmaktadır. Çizelge 4.22’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, elastan içeriğinin çorapların patlama mukavemeti değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçüktür. Bu nedenle, elastan içeren ve içermeyen çorapların patlama mukavemeti değerleri arasında fark bulunmaktadır. Daha önce çorapların boyutsal, ağırlık ve kalınlık özelliklerinin incelenmesi sırasında belirtildiği gibi, elastan iplik çorapların ilmek yoğunluğunu (ilmek/cm²), kalınlık ve ağırlık değerlerini arttırmaktadır. İlmek yoğunluk, kalınlık ve ağırlık artışı çoraplara uygulanan patlama mukavemetine karşı direnci artıracaktır. Ayrıca elastan iplikten yapılan çorapların esnek olması da bu iplikten yapılan çorapların daha yüksek patlama mukavemeti göstermesinin diğer bir nedeni olarak gösterilebilir.

Çizelge 4.22’de verilen varyans analizi sonuçlarından lif cinsinin patlama mukavemeti üzerindeki etkisi incelenecek olursa, lif cinsinin çorapların patlama mukavemeti değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden büyüktür. Bu istatistiksel sonuç, geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeren çorapların patlama mukavemeti değerleri arasında fark bulunmadığını

göstermektedir. Geri kazanılmış lif ve pamuk lifinden oluşan çorapların patlama mukavemetleri arasında fark olmaması çorapları oluşturan bu iki iplik çeşidinin mukavemet değerlerinin çok yakın olmasından kaynaklanmış olabilir. “Materyal ve Metot” bölümünde de Çizelge 3.1’de verilen çizelgeden görüleceği üzere, oldukça yüksek lif mukavemet değerine sahip poliester lifleri kullanılmasına rağmen, geri kazanılmış lif içeren ipliğinin mukavemeti çok az derecede pamuk ipliğinden daha düşüktür. Fakat, iki iplik arasındaki mukavemet farkı çok az olup, iki ipliğin mukavemetlerinin birbirlerine çok yakın olduğu söylenebilir. Poliester liflerinin pamuk liflerinden daha mukavemetli olması, içinde bulunduğu geri kazanılmış lif içeren ipliğinin oldukça mukavemetli olmasını sağlamıştır.

Çizelge 4.21 ve Şekil 4.10’da verilen patlama mukavemeti değerlerinden tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde elastansız geri kazanılmış lif içeren çorapların ve elastan içeren kısa ilmek iplik uzunluğunda geri kazanılmış lif içeren çorabın patlama mukavemeti değerleri aynı şartlardaki pamuk çorapların patlama mukavemeti değerlerinden düşüktür. Daha önce de belirtildiği gibi, geri kazanılmış lifler tekstil teleflerinin açılması ile elde edildiği için bu liflerin lif boyu kısadır. Bu nedenle, bu liflerden elde edilen ipliklerin mukavemeti her ne kadar poliester lifleri katılsa da orijinal pamuktan oluşan ipliklerden düşük olmaktadır. Diğer yandan elastanlı orta ve uzun ilmek iplik uzunluklarında geri kazanılmış liften oluşan çorapların patlama mukavemeti değerinin aynı ilmek iplik uzunluk değerlerinde pamuk lifinden oluşan çorapların patlama mukavemetinden yüksek olması, geri kazanılmış liften de yeterli mukavemette çorap üretilebileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.22’de verildiği gibi, ilmek iplik uzunluğunun çorapların patlama mukavemeti değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçük yani, ilmek iplik uzunluğunun çorapların patlama mukavemeti üzerindeki etkisi anlamlıdır. Çizelge 4.21 ve Şekil 4.10 incelendiğinde, tüm farklı çeşit çoraplarda ilmek iplik uzunluğu arttıkça patlama mukavemeti değerlerinin azaldığı görülecektir. İlmek iplik uzunluğu arttıkça, ilmek sayısı azaldığından ve kumaş yapısı daha gevşek hale gelecek ve daha az sayıda ilmek patlama mukavemetini karşılayacaktır.

Hangi lif tipleri ve hangi ilmek iplik uzunlukları arasında fark bulunduğunu tespit etmek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testi uygulanmıştır.

Tam relakse haldeki, farklı lif tipine sahip çorapların patlama mukavemeti değerleri için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir. Çoklu karşılaştırma testinde, lif tipi olarak elastansız geri kazanılmış, elastansız pamuk, elastanlı geri kazanılmış ve elastanlı pamuk lifleri ele alınmıştır.

Çizelge 4.23. Farklı lif içeren çorapların patlama mukavemeti değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Lif tipi (I)	Lif tipi (J)	Ortalama fark (I-J)	Standart hata	Önem seviyesi (p değeri)
Elastanlı geri kazanılmış	Elastanlı pamuk	22,524	8,566	0,066
	Elastansız geri kazanılmış	227,989*	8,566	0,001*
	Elastansız pamuk	191,000*	8,566	0,001*
Elastanlı pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	-22,524	8,566	0,066
	Elastansız geri kazanılmış	205,464*	8,566	0,001*
	Elastansız pamuk	168,476*	8,566	0,001*
Elastansız geri kazanılmış	Elastanlı geri kazanılmış	-227,989*	8,566	0,001*
	Elastanlı pamuk	-205,464*	8,566	0,001*
	Elastansız pamuk	-36,989*	8,566	0,001*
Elastansız pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	-191,000*	8,566	0,001*
	Elastanlı pamuk	-168,476*	8,566	0,001*
	Elastansız geri kazanılmış	36,989*	8,566	0,001*

*: ortalama fark 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelgedeki çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, elastanlı geri kazanılmış lif ve elastanlı pamuk lifi içeren çorapların patlama mukavemeti değerleri haricinde, diğer tüm farklı lif tipi içeren çorapların patlama mukavemeti değerleri arasında fark bulunmaktadır.

Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların patlama mukavemeti değerlerinden hangisinin farklı olduğunu tespit etmek için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.24’da verilmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların patlama mukavemeti değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İlmek iplik uzunluğu (I)	İlmek iplik uzunluğu (J)	Ortalama fark (I-J)	Standart hata	Önem seviyesi (p değeri)
Uzun	Orta	-36,466*	7,418	0,001*
	Kısa	-83,582*	7,418	0,001*
Orta	Uzun	36,466*	7,418	0,001*
	Kısa	-47,116*	7,418	0,001*
Kısa	Uzun	83,582*	7,418	0,001*
	Orta	47,116*	7,418	0,001*

*: ortalama fark 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelgedeki çoklu karşılaştırma testi sonuçlarından, tüm 3 farklı kısa, orta ve uzun ilmek iplik uzunluğuna sahip çorapların patlama mukavemetleri arasında fark bulunduğu görülecektir.

Tam relakse konumunda, farklı lif tiplerine ve ilmek iplik uzunluk değerlerine göre hesaplanan ortalama patlama mukavemeti değerleri ve farklı lif tiplerine ve ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların patlama mukavemetlerinin hangisi arasında fark olduğu Çizelge 4.25’de özet olarak verilmiştir.

Çizelge 4.25’deki istatistiksel sonuçlara göre, elastanlı geri kazanılmış lif içeren çorapların patlama mukavemeti değerleri en yüksek olarak bulunmuştur. Bu çorapları elastanlı pamuk lifi içeren çoraplar izlemektedir. Elastansız geri kazanılmış lif içeren çorapların patlama mukavemeti değerleri en düşük olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.25’deki sonuçlar ilmek iplik uzunluğunun etkisine göre incelenecek olursa, ilmek iplik uzunluğunun patlama mukavemeti değerleri ile lineer olarak değiştiği görülecektir. İlmek iplik uzunluğu arttıkça, patlama mukavemeti değerleri azalmaktadır.

Çizelge 4.25. Lif tipi ve ilmek iplik uzunluğuna göre hesaplanan ortalama hava geçirgenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bağımlı değişkenler		Ortalama patlama mukavemeti değerleri ve çoklu karşılaştırma
Lif tipi	Elastansız geri kazanılmış	223,26 a
	Elastansız pamuk	260,25 b
	Elastanlı geri kazanılmış	451,25 c
	Elastanlı pamuk	428,72 c
İlmeğin iplik uzunluğu	Kısa	384,43 c
	Orta	337,32 b
	Uzun	300,85 a

'a' en küçük ortalama değeri, 'c' en yüksek ortalama değeri ve farklı harfler ortalamaların istatistiksel olarak birbirlerinden 0,05 seviyesinde farklı olduğunu ifade etmektedir.

4.6. Geri Kazanılmış Lif ve Pamuk Lifinden Üretilen Çorapların Aşınma Dayanımı Sonuçları

Tam relakse hale getirilmiş çorapların aşınma dayanımı aşınma devirleri (5000, 10000, 15000 ve 20000 devir) sonrasında meydana gelen ağırlık kayıpları ve renk değerleri belirlenerek incelenmiştir.

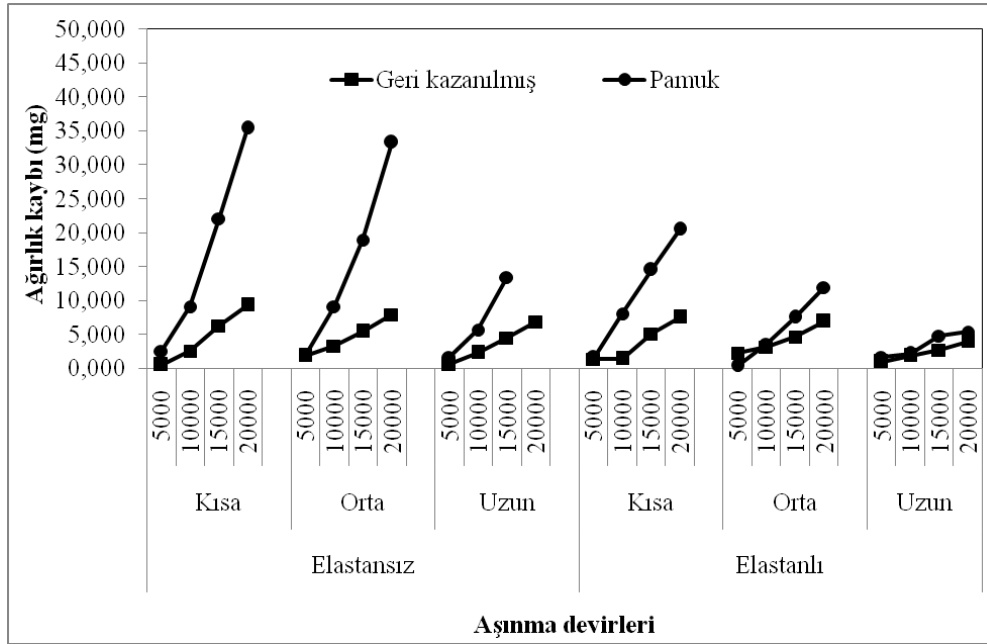
Uzun ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip pamuk içeren çoraplarda 20000 aşınma devri sonunda yırtılmalar meydana geldiği için, bu çorapların 20000 aşınma devri sonunda meydana gelen ağırlık kayıp ve renk değerleri verilmemiştir.

4.6.1. Aşınma devirleri sonrasında çoraplarda meydana gelen ağırlık kayıp sonuçları

5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirleri sonunda çoraplarda meydana gelen ağırlık kayıpları Çizelge 4.26'de tablo ve Şekil 4.11'de grafiksel olarak verilmiştir.

Çizelge 4.26. 5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirleri sonunda çoraplarda meydana gelen ağırlık kayıpları

Çorap çeşitleri			Ağırlık kayıp değerleri (mg)			
Elastan ilavesi	İlmeç iplik uzunluğu	Lif cinsi	0-5000	0-10000	0-15000	0-20000
Elastansız	Kısa	Geri kazanılmış	0,575	2,550	6,300	9,300
		Pamuk	2,525	9,100	22,100	35,400
	Orta	Geri kazanılmış	1,875	3,325	5,475	7,900
		Pamuk	1,900	9,075	18,975	33,325
	Uzun	Geri kazanılmış	0,600	2,300	4,500	6,900
		Pamuk	1,675	5,700	13,400	-
Elastanlı	Kısa	Geri kazanılmış	1,4000	1,4250	5,1000	7,5750
		Pamuk	1,575	8,100	14,575	20,500
	Orta	Geri kazanılmış	2,225	3,150	4,675	6,925
		Pamuk	0,425	3,575	7,525	11,925
	Uzun	Geri kazanılmış	1,025	1,900	2,675	3,975
		Pamuk	1,700	2,150	4,775	5,375



Şekil 4.11. 5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirleri sonunda çoraplarda meydana gelen ağırlık kayıpları

Çizelge 4.26 ve Şekil 4.11 incelendiğinde, tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde aşınma devirleri arttıkça tüm çorapların ağırlık kayıp miktarının yani aşınma miktarının arttığı görülecektir. Ağırlık kayıp miktarları özellikle 10000 aşınma devrinden sonra daha fazla artış göstermektedir.

Çizelge 4.27’de elastan ilavesinin, lif cinsinin ve ilmek iplik uzunluğunun 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda meydana gelen ağırlık kayıpları üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak gösteren varyans analizi sonuçları verilmiştir.

Daha öncede belirtildiği gibi, uzun ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip pamuk çoraplarda 20000 aşınma devri sonunda yırtılmalar meydana geldiği için, istatistiksel analiz 20000 aşınma devri sonrasında yapılmamıştır.

Çizelge 4.27. 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda çoraplarda meydana gelen ağırlık kaybı için varyans analizi sonuçları

Bağımlı değişkenler	Aşınma devirleri					
	5000		10000		15000	
	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)
Elastan ilavesi	0,359	0,553	42,350	0,001	36,774	0,001
Lif cinsi	2,475	0,124	162,976	0,001	103,126	0,001
İlme iplik uzunluğu	0,929	0,404	21,093	0,001	14,423	0,001

Elastan iplik kullanılarak örülen çoraplar elastan iplik kullanmadan örülen çoraplar ile karşılaştırıldığında (Çizelge 4.26 ve Şekil 4.11), tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde hem geri kazanılmış lif içeren hem de pamuk lifi içeren çoraplarda elastan içeren çorapların ağırlık kayıp miktarlarının elastan içermeyen çorapların ağırlık kayıplarından daha az olduğu görülecektir. Bu sonuca göre, elastan iplik hem geri kazanılmış lif hem de pamuk lifi içeren çorapların aşınma dayanımını artırmaktadır. Çizelge 4.27’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, 5000 aşınma devri haricinde, diğer 10000 ve 15000 aşınma devirlerinden sonra elastan içeriğinin çoraplardaki ağırlık kayıpları değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$

değerinden küçüktür. Bu nedenle, 10000 ve 15000 aşınma devirlerinde elastan içeriğinin çorapların ağırlık kayıpları üzerindeki etkisi anlamlıdır. Yani, elastan içeren ve içermeyen çorapların 10000 ve 15000 aşınma devirlerinde ağırlık kayıp değerleri arasında fark bulunmaktadır. Daha önce çorapların boyutsal özelliklerinin incelenmesi sırasında belirtildiği gibi, elastan iplik çorapların ilmek yoğunluğunu (ilmek/cm²) artırmaktadır. Elastan içeren çoraplardaki yüksek ilmek yoğunluğu uygulanan aşınma kuvvetine karşı direnci arttırmış olabilir. Ayrıca yüksek ilmek yoğunluk değerleri liflerin kumaş yüzeyine olan lif göçünü azaltmış ve dolayısı ile liflerin kumaştan çekilmesini zorlaştırmış olabilir.

Çizelge 4.26 ve Şekil 4.11’de verilen ağırlık kayıp miktarları, çorapların üretiminde kullanılan geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeriklerine yani içerdiği lif cinslerine göre karşılaştırılacak olursa, tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde hem elastanlı hem de elastansız olarak geri kazanılmış lif içeren çorapların ağırlık kayıp miktarlarının pamuk liflerinden üretilen çorapların ağırlık kayıp miktarlarından daha düşük olacağı görülecektir. Bu sonuç, geri kazanılmış lif içeren çorapların aşınma performansının pamuklu çoraplara göre daha iyi olduğunu göstermektedir. Çizelge 4.27’de verilen istatistiksel sonuçlar 10000 ve 15000 aşınma devirlerinden sonra geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeren çorapların ağırlık kayıp değerleri arasında fark bulunduğunu göstermektedir. Geri kazanılmış lif içeren çorapların aşınma performansının pamuklu çoraplardan yüksek olması geri kazanılmış lif içeren iplikte bulunan poliester liflerinden kaynaklanmış olabilir. Bilindiği gibi poliester lifi pamuk lifine göre oldukça mukavemetlidir. Bu nedenle, aşınma sırasında poliester liflerinin kumaştan ayırmak oldukça zor olduğu için, bu çoraplarda ağırlık kaybı daha az olmuştur.

Ayrıca, “Materyal ve Metot” bölümünde Çizelge 3.1’de de verildiği gibi geri kazanılmış lif içeren ipliklerin tüylülüklerinin daha az olması da bu kumaşlardaki ağırlık kayıplarının az olmasının diğer bir nedeni olarak gösterilebilir. Geri kazanılmış lif içeren ipliklerin düşük tüylülük indeksi kumaş yüzeyinde daha az lifin kırılmasının sağlamış olabileceğinden bu kumaşlarda meydana gelen ağırlık kayıpları da azalacaktır.

Çizelge 4.27’de verildiği gibi, 5000 aşınma devri haricinde, diğer 10000 ve 15000 aşınma devirlerinden sonra, ilmek iplik uzunluğunun çoraplardaki ağırlık kayıpları değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçük yani, bu devirlerde ilmek iplik uzunluğunun çorapların ağırlık kayıpları üzerindeki etkisi anlamlıdır. Çizelge 4.27 ve Şekil 4.11 incelendiğinde, ilmek iplik

uzunluğu arttıķa ağırlık kayıp değerlerinin azaldığı görülecektir. Her ne kadar,ilmek iplik uzunluğu arttıķa, aşınma kuvvetine karşı koyanilmek sayısı azaldığından ve kumaş yapısı daha gevşek hale gelip kumaş yapısından lifleri çekmek de kolaylaşacağından daha fazla ağırlık kaybı olacağı beklense de, özellikle 15000 ve 20000 aşınma devirlerinden sonra,ilmek iplik uzunluk değerleri arttıķa yani kumaşlar daha gevşek hale geldikçe ağırlık kayıp miktarları azalma eğilimi göstermiştir. Bu sonuç,ilmek iplik uzunluğu arttıķa,çorapların ağırlık miktarlarının azalması ve daha az ilmeğin aşınmaya maruz kalması ile açıklanabilir. İlmek iplik uzunluğu arttıķaorapların ağırlığı azaldığı iinoraplarda daha az sayıda lif olacaktır. Bu durumda aşınma sırasında daha az lif yüzeye gedeceğinden ağırlık kaybı azalacaktır.

Hangi lif tipleri ve hangi ilmek iplik uzunluğu arasında fark bulunduğunu tespit etmek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testi uygulanmıştır. 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda farklı lif tipine sahiporaplarda meydana gelen ağırlık kayıp değerleri için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçları izelge 4.28’de verilmiştir.

Çoklu karşılaştırma testinde, lif tipi olarak elastansız geri kazanılmış, elastansız pamuk, elastanlı geri kazanılmış ve elastanlı pamuk lifleri ele alınmıştır. Çizelge 4.27’de verilerek belirtildiği gibi, 5000, aşınma devirleri sonunda kumaşların ağırlık kayıplarının elastan içeriği ve lif tipinin üzerindeki etkisi bulunmadığı için çoklu karşılaştırma testi bu değerlere uygulanmamıştır.

Çizelge 4.28’de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, 10000 ve 15000 aşınma devirlerinde sadece elastansız geri kazanılmış lif ve elastanlı geri kazanılmış lif ierenoraplar haricinde tüm farklı lif tipi ierenorapların ağırlık kayıpları arasında fark bulunmaktadır.

Çizelge 4.28. 10000 ve 15000 aşınma devrinde farklı lif tipine sahip çoraplarda meydana gelen ağırlık kaybı için çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem türü	Lif tipi (I)	Lif tipi (J)	Ortalama fark (I-J)	Standart hata	Önem seviyesi (p değeri)
10000	Elastanlı geri kazanılmış	Elastanlı pamuk	-2,450*	0,426	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	-0,567	0,426	0,549
		Elastansız pamuk	-5,800*	0,426	0,001*
	Elastanlı pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	2,450*	0,426	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	1,883*	0,426	0,001*
		Elastansız pamuk	-3,350*	0,426	0,001*
	Elastansız geri kazanılmış	Elastanlı geri kazanılmış	0,567	0,426	0,549
		Elastanlı pamuk	-1,883*	0,426	0,001*
		Elastansız pamuk	-5,233*	0,426	0,001*
	Elastansız pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	5,800*	0,426	0,001*
		Elastanlı pamuk	3,350*	0,426	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	5,233*	0,426	0,001*
15000	Elastanlı geri kazanılmış	Elastanlı pamuk	-4,808*	1,221	0,002*
		Elastansız geri kazanılmış	-1,275	1,221	0,725
		Elastansız pamuk	-14,008*	1,221	0,001*
	Elastanlı pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	4,808*	1,221	0,002*
		Elastansız geri kazanılmış	3,533*	1,221	0,031*
		Elastansız pamuk	-9,200*	1,221	0,001*
	Elastansız geri kazanılmış	Elastanlı geri kazanılmış	1,275	1,221	0,725
		Elastanlı pamuk	-3,533*	1,221	0,031*
		Elastansız pamuk	-12,733*	1,221	0,001*
	Elastansız-pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	14,008*	1,221	0,001*
		Elastanlı pamuk	9,200*	1,221	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	12,733*	1,221	0,001*

*: ortalama fark 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda ağırlık kayıp değerlerinin hangisinin farklı olduğunu tespit etmek için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir. Çizelge 4.27'de verilerek belirtildiği gibi, 5000, aşınma devirleri sonunda kumaşların ağırlık kayıplarının ilmek iplik uzunluğu üzerindeki etkisi bulunmadığı için çoklu karşılaştırma testi bu değerlere uygulanmamıştır.

Çizelge 4.29. Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların 10000 ve 15000 aşınma devri sonunda meydana gelen ağırlık kaybı için çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem türü	İlme iplik uzunluğu (I)	İlme iplik uzunluğu (J)	Ortalama fark (I-J)	Standart hata	Önem seviyesi (p değeri)
10000	Uzun	Orta	-1,769*	0,369	0,001*
		Kısa	-2,281*	0,369	0,001*
	Orta	Uzun	1,769*	0,369	0,001*
		Kısa	-0,512	0,369	0,356
	Kısa	Uzun	2,281*	0,369	0,001*
		Orta	0,513	0,369	0,356
15000	Uzun	Orta	-2,825*	1,058	0,030*
		Kısa	-5,681*	1,058	0,001*
	Orta	Uzun	2,825*	1,058	0,030*
		Kısa	-2,856*	1,058	0,028*
	Kısa	Uzun	5,681*	1,058	0,001*
		Orta	2,856*	1,058	0,028*

*: ortalama fark 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelgedeki çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, 10000 aşınma devrinde, orta ve kısa ilmek iplik uzunluklarına sahip çorapların ağırlık kayıp değerleri haricinde çorapların ağırlık kayıpları arasında fark bulunmaktadır. 15000 aşınma devrinde ise, tüm 3 farklı kısa, orta ve uzun ilmek iplik uzunluğuna sahip çorapların ağırlık kayıp değerleri arasında fark bulunmaktadır.

5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda lif tiplerine ve ilmek iplik uzunluk değerlerine göre hesaplanan ortalama ağırlık kayıp değerleri ve farklı lif tiplerine ve ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların ağırlık kayıp değerlerinin hangisi arasında fark olduğu Çizelge 4.30’da özet olarak verilmiştir.

Çizelge 4.30. 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda çorapların lif tipi ve ilmek iplik uzunluğuna göre hesaplanan ortalama ağırlık kaybı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bağımlı değişkenler		Aşınma devirleri		
		5000	10000	15000
Lif tipi	Elastansız geri kazanılmış	1,017 a	2,725 a	5,425 a
	Elastansız pamuk	2,033 b	7,958 c	18,158 c
	Elastanlı geri kazanılmış	1,550 ab	2,158 a	4,150 a
	Elastanlı pamuk	1,233 a	4,608 b	8,958 b
İlmeğin iplik uzunluğu	Kısa	1,519 a	5,294 b	12,019 c
	Orta	1,606 a	4,781 b	9,163 b
	Uzun	1,250 a	3,013 a	6,338 a

‘a’ en küçük ortalama değeri, ‘c’ en yüksek ortalama değeri ve farklı harfler ortalamaların istatistiksel olarak birbirlerinden 0,05 seviyesinde farklı olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 4.30’daki istatistiksel sonuçlara göre, 10000 ve 15000 aşınma devirlerinde elastanlı ve elastansız olarak geri kazanılmış liflerden elde edilen çorapların ağırlık kayıp değerlerinin en az yani aşınma dirençlerinin en yüksek, elastansız pamuk içeren çorapların aşınma dirençlerinin ise en düşük olduğu görülecektir.

Çizelge 4.30’daki sonuçlar ilmek iplik uzunluğunun etkisine göre incelenecek olursa, yine ilmek iplik uzunluğunun tüm aşınma devirlerinde ağırlık kayıpları ile lineer olarak değiştiği görülecektir. İlmeğin iplik uzunluğu arttıkça, ağırlık kayıpları azalmakta yani aşınma kuvvetinden daha az etkilenmektedir.

4.6.2. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonrasındaki renk sonuçları

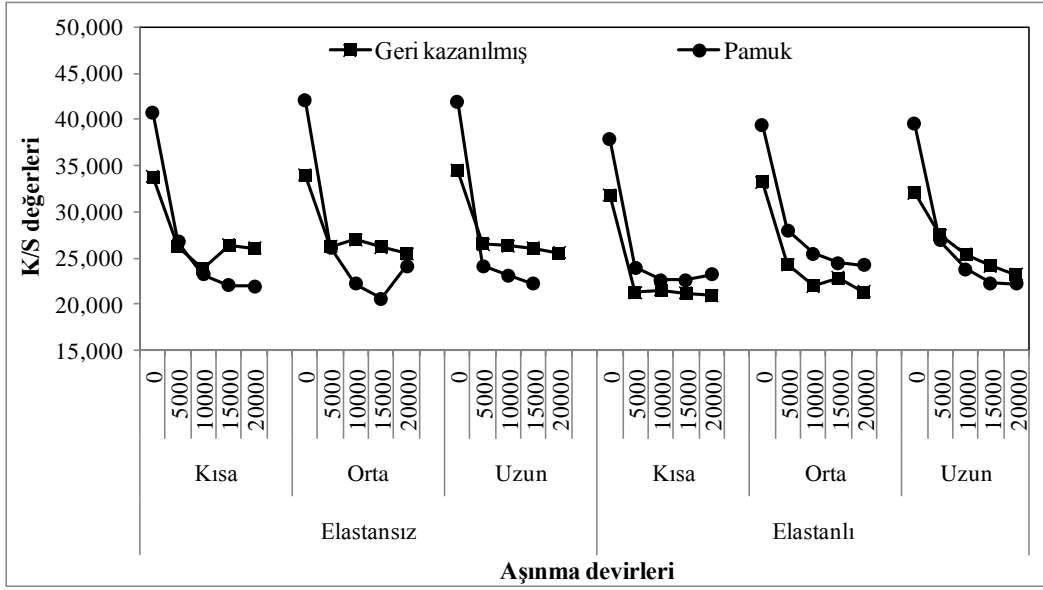
Bu kısımda hem elastan kullanmadan hem de elastan kullanılarak üretilen geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeren çorapların aşınma öncesindeki (0 devir) ve 5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirleri sonundaki aşınma dayanımları K/S, L*, C* ve ΔE^* renk değerleri belirlenerek de incelenmiştir.

4.6.2.1. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonrasındaki K/S sonuçları

5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirleri sonunda tüm çoraplar için elde edilen K/S değerleri aşınmamış (0 devir) K/S değerleri ile birlikte Çizelge 4.31’de çizelge ve Şekil 4.12’de grafiksel olarak verilmiştir.

Çizelge 4.31. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonunda elde edilen K/S değerleri

Çorap çeşitleri			K/S değerleri				
Elastan ilavesi	İlmek iplik uzunluğu	Lif cinsi	Aşınma devirleri				
			0	5000	10000	15000	20000
Elastansız	Kısa	Geri kazanılmış	33,790	26,142	23,766	26,365	26,037
		Pamuk	40,674	26,676	23,133	21,938	21,862
	Orta	Geri kazanılmış	33,930	26,142	26,912	26,115	25,461
		Pamuk	42,008	26,066	22,171	20,540	24,060
	Uzun	Geri kazanılmış	34,389	26,390	26,224	26,023	25,511
		Pamuk	41,908	24,058	23,081	22,103	-
Elastanlı	Kısa	Geri kazanılmış	31,697	21,198	21,500	21,122	20,842
		Pamuk	37,815	23,875	22,601	22,578	23,166
	Orta	Geri kazanılmış	33,198	24,270	21,877	22,814	21,325
		Pamuk	39,390	27,951	25,423	24,392	24,124
	Uzun	Geri kazanılmış	32,016	27,431	25,325	24,110	23,148
		Pamuk	39,438	26,839	23,739	22,253	22,141



Şekil 4.12. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonunda elde edilen K/S değerleri

Çizelge 4.31'den ve Şekil 4.12'den görüleceği üzere, aşınma devirleri arttıkça tüm çoraplarda K/S değerleri azalma eğilimi göstermektedir. Aşınma devirlerinin renk üzerindeki etkilerini inceleyen birçok çalışmada [38-40, 43, 45] aşınma devirleri arttıkça, bu çalışma sonuçlarında olduğu gibi, K/S değerleri azalma eğilimi göstermiş, yani kumaşların renkleri gittikçe açılmıştır. Bu sonuçlar aşınma devirleri artış gösterdikçe, beklenildiği gibi, kumaşların renk mukavemetinin, renk verimliliğinin azaldığını yani kumaşların gittikçe açıldığını göstermektedir. K/S değerlerindeki en büyük değişim 0 (aşınmamış halde) ve 5000 aşınma devirleri arasında meydana gelmiştir. Yine diğer araştırmacıların sonuçlarında da [40, 43, 45], K/S değerlerindeki en büyük değişim 0 ile 2500 veya 0 ile 5000 aşınma devirleri sonrasında yani aşınmanın ilk devirleri sırasında meydana gelmektedir. 5000 aşınma devrinden sonraki artan aşınma devirlerinde K/S değerleri ya sabit bir şekilde kalmış ya da daha az oranda azalma veya artma eğilimi göstermiştir. Aşınma devirleri arttıkça K/S değerlerinin azalması aşınma devirlerinin liflerde boya kayıplarına neden olması ile açıklanabilir.

Çorapların aşınma öncesi K/S değerleri incelenecek olursa, elastanlı çorapların K/S değerlerinin elastansız çorapların K/S değerlerinden daha düşük olduğu görülecektir. Bu sonuca göre, elastan kullanımı çorapların renk mukavemetini düşürdüğünü göstermektedir. Bu sonucun nedeni, elastan ipliğinin boyanma şartlarından kaynaklanabilmektedir.

Kumaşların üretiminde kullanılan lif cinslerine göre, aşınma öncesi K/S değerleri karşılaştırılacak olursa, hem elastan kullanmadan hem de elastan kullanılarak örülen çoraplarda tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde geri kazanılmış lif içeren çorapların K/S değerleri pamuk lifi içeren çorapların K/S değerlerinden daha düşüktür. Bu sonuç geri kazanılmış lif içeren çorapların renk mukavemetinin veya verimliliğinin daha düşük yani renginin daha açık olduğu anlamına gelmektedir. Geri kazanılmış lifler renklerine göre ayrılmış kumaş atıklarından boyama yapılmadan elde edildiği için, geri kazanılmış liflerden elde edilen çorapların renk mukavemeti iplik halinde boyama yapılan pamuk liflerinden elde edilen çoraplardan daha düşük olarak elde edilmiştir.

Aşınma sonrası elde edilen K/S değerleri elastan içeriğine bağlı olarak bir değişim göstermemiştir.

Aşınma sonrası elde edilen K/S değerleri lif tiplerine göre karşılaştırılacak olursa, geri kazanılmış lifli çorapların ve pamuk lifli çorapların K/S değerleri elastan kullanılmadığında ve elastan kullanıldığında farklı davranış sergilemiştir.

Elastan kullanmadan örülen çoraplarda tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde geri kazanılmış lif içeren çorapların K/S değerleri aşınma öncesinde pamuklu çorapların K/S değerlerinden düşük olmasına rağmen, bu lifi içeren çoraplar tüm aşınma devirleri sonrasında daha yüksek K/S değerleri göstermiştir. Elastan kullanmadan örülen çoraplarda aşınma sonrası elde edilen bu sonuç geri kazanılmış liflerden oluşan çorapların aşınma sonrası renk verimliliğinin pamuklu çoraplara göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Yani, geri kazanılmış lifli çoraplar aşınma devirleri sonrasında pamuklu çoraplara göre daha koyudur. Elastan içermeyen çoraplarda aşınma sonrasında geri kazanılmış lifli çorapların pamuklu çoraplara göre daha az renk değiştirmesi ağırlık kayıp miktarları ile uyumludur. Geri kazanılmış lif içeren çoraplarda ağırlık kayıp miktarları daha az olduğu için boya kayıpları da buna bağlı olarak azalmış olabilir.

Elastan kullanılarak örülen çoraplarda kısa ve orta ilmek iplik uzunluk değerlerinde geri kazanılmış ve pamuk lifleri içeren çorapların K/S değerleri aşınma öncesinde ki K/S değerleri ile uyumludur. Geri kazanılmış lif içeren çoraplar aşınma öncesinde pamuk içeren çoraplardan daha düşük K/S değerleri gösterdiği için, aşınma sonrasında da daha düşük K/S değerleri göstermiştir. Elastan içeren çoraplar elastan içermeyen çoraplara göre daha az ağırlık kayıpları gösterdiği için ağırlık kayıpları aşınma sonrasındaki K/S değerlerini elastansız çoraplardan daha az derecede etkilemiştir.

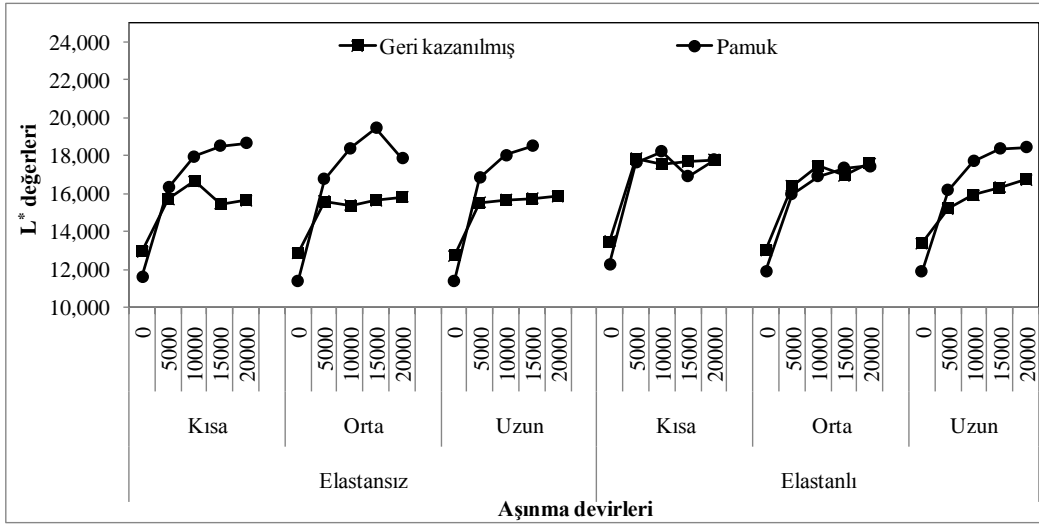
Aşınma öncesinde ve aşınma sonrasındaki K/S değerleri ilmek iplik uzunluğuna bağlı olarak değişmemektedir.

4.6.2.2. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonrasındaki L* sonuçları

5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirleri sonunda tüm çoraplar için elde edilen L* değerleri aşınmamış (0 devir) L* değerleri ile birlikte Çizelge 4.32’de çizelge ve Şekil 4.13’de grafiksel olarak verilmiştir.

Çizelge 4.32. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonunda elde edilen L* değerleri

Çorap çeşitleri			L* değerleri				
			Aşınma devirleri				
Elastan ilavesi	İlmeç iplik uzunluğu	Lif cinsi	0	5000	10000	15000	20000
Elastansız	Kısa	Geri kazanılmış	12,908	15,689	16,624	15,442	15,612
		Pamuk	11,592	16,315	17,957	18,492	18,634
	Orta	Geri kazanılmış	12,857	15,579	15,347	15,618	15,816
		Pamuk	11,379	16,757	18,391	19,451	17,846
	Uzun	Geri kazanılmış	12,685	15,515	15,641	15,726	15,833
		Pamuk	11,385	16,842	18,045	18,501	-
Elastanlı	Kısa	Geri kazanılmış	13,473	17,837	17,566	17,661	17,772
		Pamuk	12,246	17,612	18,212	16,912	17,791
	Orta	Geri kazanılmış	12,988	16,397	17,446	16,923	17,604
		Pamuk	11,887	15,950	16,912	17,342	17,446
	Uzun	Geri kazanılmış	13,361	15,165	15,916	16,314	16,703
		Pamuk	11,853	16,176	17,687	18,349	18,424



Şekil 4.13. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonunda elde edilen L* değerleri

Çizelge 4.32'den ve Şekil 4.13'den görüleceği üzere, aşınma devirleri arttıkça tüm çoraplarda K/S değerlerinin tersi fakat uyumlu olarak L* değerleri artma eğilimi göstermektedir. Aşınma devirleri arttıkça L* değerlerinin artıp, K/S değerinin azalması daha öncede yukarıda belirtildiği gibi renk ve boya mukavemetinin veya verimliliğinin azaldığını ve çorapların gittikçe açıldığını göstermektedir. K/S değerlerinde olduğu gibi, L* değerlerindeki en büyük değişim 0 (aşınmamış halde) ve 5000 aşınma devirleri arasında meydana gelmiştir. 5000 aşınma devrinden sonraki artan aşınma devirlerinde L* değerleri ya sabit bir şekilde kalmış ya da daha az oranda artma veya azalma eğilimi göstermiştir. Aşınma devirleri arttıkça L* değerlerinin azalması aşınma devirlerinin liflerde boya kayıplarına neden olması ile açıklanabilir. Liflerde meydana gelen boya kayıpları kumaşların gittikçe açılmasına neden olmuş olabilecektir.

Çorapların aşınma öncesi L* değerleri incelenecek olursa, elastanlı çorapların L* değerlerinin elastansız çorapların L* değerlerinden daha yüksek olduğu görülecektir. Bu sonuç elastan kullanımının çorapların renklerinin daha açık hale getirdiğini göstermektedir. Bu sonucun nedeni olarak K/S değerlerinde de belirtildiği gibi, elastan ipliğin boyanma şartları gösterilebilir.

Kumaşların üretiminde kullanılan lif tiplerine göre aşınma öncesi L* değerleri karşılaştırılacak olursa, elastan içermeyen ve elastan içeren tüm geri kazanılmış liflerden elde edilen çorapların L* değerlerinin tüm pamuklu çorapların L* değerlerinden daha yüksek olduğu görülecektir. Elde edilen L* değerleri K/S değerleri ile test yönde fakat

uyumludur. Aşınma öncesinde geri kazanılmış lif içeren çorapların pamuk lifi içeren çoraplardan daha yüksek L^* değerleri göstermesi geri kazanılmış lifli çorapların renklerinin daha açık olduğunu göstermektedir. Bu sonuç K/S değerlerinde açıklandığı gibi, geri kazanılmış liflerin boyanmadan kullanılmasından kaynaklanabilmektedir.

Aşınma sonrası elde edilen L^* değerleri lif tiplerine göre karşılaştırılacak olursa, geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeren çoraplarının L^* değerlerinin davranışının elastan içermeyen ve elastan içeren çoraplarda biraz daha farklı olduğu görülmüştür. Aşınma devirleri sonrasında, özellikle kısa ve orta ilmek uzunluk değerlerinde, geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeren çorapların L^* değerleri arasındaki fark elastan içermeyen çoraplarda daha fazladır. Bu sonucun nedeni, aşınma sonrası çoraplarda meydana gelen ağırlık kayıp miktarları ile açıklanabilir. Elastan içermeyen çoraplar da daha fazla ağırlık kaybı meydana geldiği için, ağırlık kayıpları elastansız çoraplarda geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeren çorapların L^* değerleri arasında daha fazla renk farkının oluşmasına neden olmuş olabilir.

Aşınma devirleri sonrasında, elastan içermeyen çoraplarda, tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde, geri kazanılmış lif içeren çorapların L^* değerleri pamuk içeren çorapların L^* değerlerinden daha düşüktür. Bu sonuca göre, geri kazanılmış lifli çoraplar aşınma öncesinde daha açık renkte olmasına rağmen, aşınma sonrasında renkleri pamuklu kumaşlardan daha koyudur. Bu durumda, aşınma devirleri geri kazanılmış lifli çoraplarının L^* değerlerini daha az etkilemektedir.

Elastanlı çoraplarda özellikle kısa ve orta ilmek iplik uzunluklarında geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeren çorapların aşınma öncesindeki L^* değerleri aşınma sonrasında benzer davranışı göstermiştir. Elastan içeren çoraplarda ağırlık kayıp miktarları çok düşük olduğu için, ağırlık kayıpları aşınma sonrasında her iki lif tipini içeren çorapların L^* değerlerinin benzer davranış sergilemesine neden olmuş olabilir. Elastanlı çoraplarda aşınma öncesinde geri kazanılmış lif içeren çorapların L^* değerleri pamuklu çorapların L^* değerlerinden yüksek (açık renk) olduğu için, aşınma sonrası pamuk lifi ile benzer eğilim göstermesi elastanlı çoraplarda da aşınma devirlerinin geri kazanılmış lifli çorapların L^* değerlerini daha az etkilediğini göstermektedir.

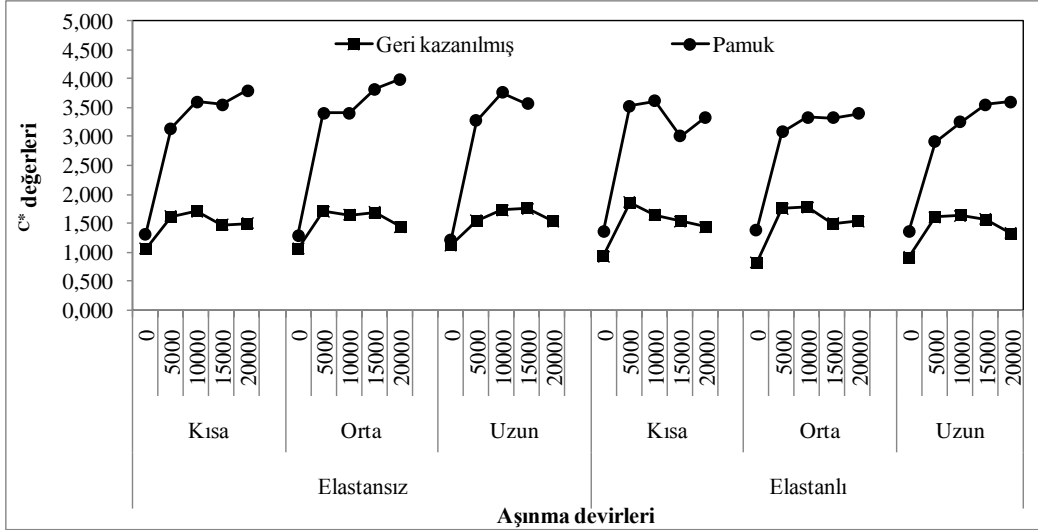
Aşınma öncesinde ve aşınma sonrasındaki L^* değerleri ilmek iplik uzunluğuna bağlı olarak değişmemektedir.

4.6.2.3. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonrasındaki C* sonuçları

5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirleri sonunda tüm çoraplar için elde edilen C* değerleri aşınmamış (0 devir) C* değerleri ile birlikte Çizelge 4.33'de çizelge ve Şekil 4.14'de grafiksel olarak verilmiştir.

Çizelge 4.33. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonunda elde edilen C* değerleri

Çorap çeşitleri			C* değerleri				
			Aşınma devirleri				
Elastan ilavesi	İlmek iplik uzunluğu	Lif cinsi	0	5000	10000	15000	20000
Elastansız	Kısa	Geri kazanılmış	1,061	1,615	1,705	1,475	1,500
		Pamuk	1,319	3,142	3,598	3,555	3,799
	Orta	Geri kazanılmış	1,059	1,709	1,640	1,686	1,429
		Pamuk	1,285	3,405	3,406	3,819	3,992
	Uzun	Geri kazanılmış	1,115	1,540	1,722	1,757	1,530
		Pamuk	1,217	3,270	3,763	3,569	-
Elastanlı	Kısa	Geri kazanılmış	0,930	1,866	1,639	1,533	1,432
		Pamuk	1,348	3,527	3,620	3,010	3,330
	Orta	Geri kazanılmış	0,814	1,754	1,772	1,501	1,528
		Pamuk	1,379	3,082	3,337	3,325	3,392
	Uzun	Geri kazanılmış	0,911	1,607	1,631	1,570	1,322
		Pamuk	1,354	2,910	3,251	3,556	3,599



Şekil 4.14. Aşınma öncesi ve aşınma devirleri sonunda elde edilen C^* değerleri

Çizelge 4.33'den ve Şekil 4.14'den görüleceği üzere, aşınma devirleri arttıkça tüm çoraplarda C^* değerleri artma eğilimi göstermektedir. C^* değerlerinin artması kumaşların doygunluğunun arttığını ve kumaşların daha parlak hale geldiğini göstermektedir. Bu sonuç beklenilmeyen bir sonuçtur. Normalde aşınma devirlerinden sonra kumaşlarda meydana gelen boya kayıplarının kumaşların doygunluğunu kaybetmesine neden olacağı için, aşınma devirleri arttıkça C^* değerlerinin düşmesi beklenebilirdi.

K/S ve L^* değerlerinde olduğu gibi, C^* değerlerindeki en büyük değişim 0 (aşınmamış halde) ve 5000 aşınma devirleri arasında meydana gelmiştir. 5000 aşınma devrinden sonraki artan aşınma devirlerinde C^* değerleri ya sabit bir şekilde kalmış ya da daha az oranda azalma veya artma eğilimi göstermiştir.

Aşınma öncesi ve aşınma sonrası elde edilen C^* değerlerinin elastan içeriğine bağlı olarak bir değişim göstermediği görülmüştür.

Tüm çoraplarda aşınma öncesinde ve aşınma devirleri sonrasında geri kazanılmış lif içeren çorapların C^* değerleri pamuk içeren çorapların C^* değerlerinden daha düşüktür. Bu sonuç geri kazanılmış lif içeren çorapların hem aşınma öncesinde hem de aşınma sonrasında renklerinin daha mat olduğunu göstermektedir. Ayrıca, aşınma devirleri sonrasında, geri kazanılmış lif içeren çorapların C^* değerleri pamuklu çorapların C^* değerlerine göre daha az değişim göstermiştir. Bu sonuç geri kazanılmış lifli çorapların daha az ağırlık kaybı göstermesi ile açıklanabilir.

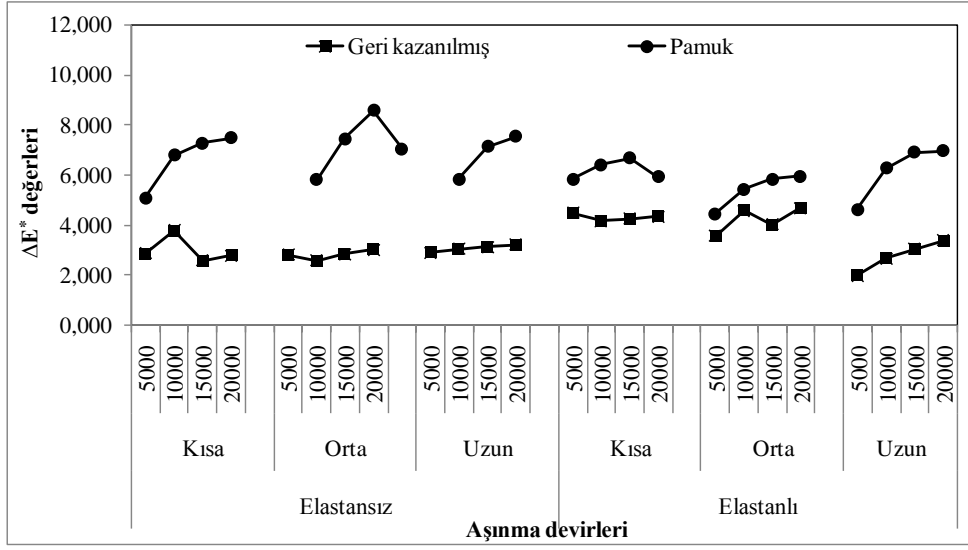
Aşınma öncesi ve aşınma sonrası C^* değerleri ilmek iplik uzunluk değerlerine göre karşılaştırılacak olursa, aşınma öncesi ve sonrası C^* değerlerinin tüm ilmek iplik uzunluk değerleri ile lineer olarak değişmediği görülecektir.

4.6.2.4. Aşınma devirleri sonrasındaki ΔE^* sonuçları

Son olarak, 5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirleri sonunda tüm çoraplar için elde edilen ΔE^* değerleri Çizelge 4.34'de çizelge ve Şekil 4.15'de grafiksel olarak verilmiştir.

Çizelge 4.34. 5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirleri sonunda çoraplarda meydana gelen renk değişimleri (ΔE^* değerleri)

Çorap çeşitleri			ΔE^* değerleri			
			Aşınma devirleri			
Elastan ilavesi	İlmeğin iplik uzunluğu	Lif cinsi	0-5000	0-10000	0-15000	0-20000
Elastansız	Kısa	Geri kazanılmış	2,854	3,781	2,576	2,753
		Pamuk	5,083	6,779	7,272	7,477
	Orta	Geri kazanılmış	2,800	2,563	2,838	3,002
		Pamuk	5,803	7,438	8,566	7,025
	Uzun	Geri kazanılmış	2,889	3,031	3,124	3,201
		Pamuk	5,835	7,134	7,525	-
Elastanlı	Kısa	Geri kazanılmış	4,467	4,158	4,233	4,330
		Pamuk	5,813	6,408	6,657	5,913
	Orta	Geri kazanılmış	3,536	4,558	3,995	4,673
		Pamuk	4,424	5,412	5,820	5,940
	Uzun	Geri kazanılmış	1,952	2,659	3,030	3,370
		Pamuk	4,611	6,256	6,877	6,957



Şekil 4.15. 5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirleri sonunda çoraplarda meydana gelen renk değişimleri (ΔE^* değerleri)

Çizelge 4.34'den ve Şekil 4.15'den görüleceği üzere, aşınma devirleri arttıkça tüm kumaşlarda ΔE^* değerleri artma eğilimi göstermektedir. Bunun nedeni, aşınma devirlerinden dolayı çoraplarda meydana gelen ağırlık kayıplarından dolayı çorapların renginin değişmesidir.

Çizelge 4.35'de elastan ilavesinin, lif cinsinin ve ilmek iplik uzunluğunun 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda elde edilen ΔE^* değerleri üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak gösteren varyans analizi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.35. 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda elde edilen ΔE^* değerleri için varyans analizi sonuçları

Bağımlı değişkenler	Aşınma devirleri					
	5000		10000		15000	
	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)	F Değeri	Önem seviyesi (p değeri)	F Değeri	Önem seviyesi (p değeri)
Elastan ilavesi	0,362	0,551	2,997	0,092	2,446	0,127
Lif cinsi	291,815	0,001	641,735	0,001	774,323	0,001
İlmeç iplik uzunluğu	11,058	0,001	5,812	0,006	0,518	0,600

Elastan iplik kullanılarak örülen çoraplar elastan iplik kullanmadan örülen çoraplar ile karşılaştırıldığında (Çizelge 4.34 ve Şekil 4.15), elastan iplik kullanımının aşınma devirleri sonrasında tüm çorapların ΔE^* değerleri üzerinde aynı miktarda ve yönde değişikliğe neden olmadığı görülecektir. Daha önceki bölümde belirtildiği gibi, elastan iplik kullanımı aşınma devirleri sonrasında çorapların ağırlık kayıp değerlerin de azalmaya neden olmaktadır. Fakat, ΔE^* değerleri incelendiğinde, elastan iplik kullanımı çoraplarda renk farkı değerlerinde azalmaya neden olmamıştır.

Çizelge 4.35’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, tüm aşınma devirlerinden sonra elastan içeriğinin çoraplardaki ΔE^* değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden büyüktür. Bu sonuç, hiçbir aşınma devrinden sonra, elastan içeren ve içermeyen çorapların ΔE^* değerleri arasında fark bulunmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.34 ve Şekil 4.15’de verilen ΔE^* değerleri, çorapların üretiminde kullanılan geri kazanılmış lif ve pamuk içeriklerine yani içerdiği lif cinslerine göre karşılaştırılacak olursa, tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde ve tüm aşınma devirlerinde, hem elastanlı hem de elastansız olarak geri kazanılmış lif içeren çorapların ΔE^* değerlerinin pamuk liflerinden üretilen çorapların ΔE^* değerlerinden daha düşük olacağı görülecektir. Aşınma sonrası elde edilen ΔE^* değerleri aşınma sonrası meydana gelen ağırlık kayıp miktarları ile uyumludur. Tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde, hem elastanlı hem de elastansız olarak geri kazanılmış lif içeren çoraplar aşınma sonrası daha düşük ağırlık kaybı gösterdiği için, aşınma sonrasında bu çoraplar daha düşük ΔE^* değerleri göstermiştir. Bu sonuç, geri kazanılmış lif içeren çorapların aşınma performansının hem gösterdiği ağırlık kaybı hem de gösterdiği renk farkı açısından pamuklu çoraplara göre daha iyi olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.35’de verilen istatistiksel sonuçlar 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirlerinden sonra geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeren çorapların ΔE^* değerleri arasında fark bulunduğunu göstermektedir. Geri kazanılmış lif içeren çorapların aşınma sonrasında pamuklu çoraplara göre daha az renk farkı göstermesi poliester liflerinin mukavemetlerinden kaynaklanmış olabilir. Bilindiği gibi poliester lifi pamuk lifine göre oldukça mukavemtlidir. Bu nedenle, aşınma sırasında poliester liflerinin kumaştan ayırmak oldukça zordur.

Çizelge 4.35’de verildiği gibi, 15000 aşınma devri haricinde, diğer 5000 ve 10000 aşınma devirlerinden sonra, ilmek iplik uzunluğunun çoraplardaki ΔE^* değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçük yani, bu devirlerde ilmek iplik uzunluğunun çorapların ΔE^* değerleri üzerindeki etkisi anlamlıdır. Çizelge 4.34 ve Şekil 4.15 incelendiğinde, ΔE^* değerlerinin ilmek iplik uzunluğuna bağlı olmadığı veya lineer değişmediği görülmüştür.

Hangi lif tipleri ve hangi ilmek iplik uzunluğu arasında fark bulunduğunu tespit etmek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testi uygulanmıştır. 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda farklı lif tipine sahip çoraplarda meydana gelen ΔE^* değerleri için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.36’da verilmiştir. Çoklu karşılaştırma testinde, lif tipi olarak elastansız geri kazanılmış, elastansız pamuk, elastanlı geri kazanılmış ve elastanlı pamuk lifleri ele alınmıştır.

Çizelge 4.36’da verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçları, 5000 aşınma devrinde elastansız geri kazanılmış lif ve elastanlı geri kazanılmış lif içeren çoraplar haricinde, haricinde tüm farklı lif tipi içeren çorapların ΔE^* değerleri arasında fark bulunduğunu göstermektedir. 10000 ve 15000 aşınma devirlerinde ise tüm farklı lif tipi içeren çorapların ΔE^* değerleri arasında fark bulunmaktadır.

Çizelge 4.36. 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda farklı lif tipine sahip çorapların ΔE^* değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem türü	Lif tipi (I)	Lif tipi (J)	Ortalama fark (I-J)	Standart hata	Önem seviyesi (p değeri)
5000	Elastanlı geri kazanılmış	Elastanlı pamuk	-1,631*	0,180	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	0,471	0,180	0,060
		Elastansız pamuk	-2,255*	0,180	0,001*
	Elastanlı pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	1,631*	0,180	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	2,102*	0,180	0,001*
		Elastansız pamuk	-0,624*	0,180	0,007*
	Elastansız geri kazanılmış	Elastanlı geri kazanılmış	-0,471	0,180	0,060
		Elastanlı pamuk	-2,102*	0,180	0,001*
		Elastansız pamuk	-2,726*	0,180	0,001*
	Elastansız pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	2,255*	0,180	0,001*
		Elastanlı pamuk	0,624*	0,180	0,007*
		Elastansız geri kazanılmış	2,726*	0,180	0,001*
10000	Elastanlı geri kazanılmış	Elastanlı pamuk	-2,233*	0,174	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	0,666*	0,174	0,003*
		Elastansız pamuk	-3,325*	0,174	0,001*
	Elastanlı pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	2,233*	0,174	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	2,900*	0,174	0,001*
		Elastansız pamuk	-1,092*	0,174	0,001*
	Elastansız geri kazanılmış	Elastanlı geri kazanılmış	-0,666*	0,174	0,003*
		Elastanlı pamuk	-2,900*	0,174	0,001*
		Elastansız pamuk	-3,992*	0,174	0,001*
	Elastansız pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	3,325*	0,174	0,001*
		Elastanlı pamuk	1,092*	0,174	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	3,992*	0,174	0,001*
15000	Elastanlı geri kazanılmış	Elastanlı pamuk	-2,699*	0,194	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	0,907*	0,194	0,001*
		Elastansız pamuk	-4,035*	0,194	0,001*
	Elastanlı pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	2,699*	0,194	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	3,606*	0,194	0,001*
		Elastansız pamuk	-1,336*	0,194	0,001*
	Elastansız geri kazanılmış	Elastanlı geri kazanılmış	-0,907*	0,194	0,001*
		Elastanlı pamuk	-3,606*	0,194	0,001*
		Elastansız pamuk	-4,942*	0,194	0,001*
	Elastansız pamuk	Elastanlı geri kazanılmış	4,035*	0,194	0,001*
		Elastanlı pamuk	1,336*	0,194	0,001*
		Elastansız geri kazanılmış	4,942*	0,194	0,001*

*: ortalama fark 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda ΔE^* değerlerinin hangisinin farklı olduğunu tespit etmek için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Farklı ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların 5000, 10000 ve 15000 aşınma devri sonundaki ΔE^* değerleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem türü	İlmeğin iplik uzunluğu (I)	İlmeğin iplik uzunluğu (J)	Ortalama fark (I-J)	Standart hata	Önem seviyesi (p değeri)
5000	Uzun	Orta	-0,319	0,156	0,116
		Kısa	-0,733*	0,156	0,001*
	Orta	Uzun	0,319	0,156	0,116
		Kısa	-0,413*	0,156	0,032*
	Kısa	Uzun	0,733*	0,156	0,001*
		Orta	0,413*	0,156	0,032*
10000	Uzun	Orta	-0,223	0,151	0,312
		Kısa	-0,512*	0,151	0,005*
	Orta	Uzun	0,223	0,151	0,312
		Kısa	-0,289	0,151	0,148
	Kısa	Uzun	0,512*	0,151	0,005*
		Orta	0,289	0,151	0,148
15000	Uzun	Orta	-0,166	0,168	0,591
		Kısa	-0,046	0,168	0,960
	Orta	Uzun	0,166	0,168	0,591
		Kısa	0,120	0,168	0,756
	Kısa	Uzun	0,046	0,168	0,960
		Orta	-0,120	0,168	0,756

*: ortalama fark 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelgedeki çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, 5000 aşınma devrinde, orta ile uzun ilmek iplik uzunluğuna sahip çorapların ΔE^* değerleri haricinde diğer ilmek iplik uzunluğuna sahip çorapların ΔE^* değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

10000 aşınma devrinde, orta ile uzun ilmek iplik uzunluğuna sahip çorapların ΔE^* değerleri ve kısa ile orta ilmek iplik uzunluğuna sahip çorapların ΔE^* değerleri haricinde tüm diğer 3 farklı kısa, orta ve uzun ilmek iplik uzunluğuna sahip kumaşların ΔE^* değerleri arasında fark bulunmaktadır. 15000 aşınma devrinde ise farklı ilmek iplik uzunluğuna sahip çorapların ΔE^* değerleri arasında fark bulunmamaktadır.

5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda lif tiplerine ve ilmek iplik uzunluk değerlerine göre hesaplanan ortalama ΔE^* değerleri ve farklı lif tiplerine ve ilmek iplik uzunluk değerlerine sahip çorapların ΔE^* değerlerinin hangisi arasında fark olduğu Çizelge 4.38’de özet olarak verilmiştir.

Çizelge 4.38. 5000, 10000 ve 15000 aşınma devirleri sonunda çorapların lif tipi ve ilmek iplik uzunluğuna göre hesaplanan ortalama ΔE^* değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bağımlı değişkenler		Aşınma devirleri		
		5000	10000	15000
Lif tipi	Elastansız geri kazanılmış	2,847 a	3,125 a	2,846 a
	Elastansız pamuk	5,574 c	7,117 d	7,788 d
	Elastanlı geri kazanılmış	3,318 a	3,792 b	3,752 b
	Elastanlı pamuk	4,949 b	6,025 c	6,451 c
İlmeğin iplik uzunluğu	Kısa	4,554 b	5,281 b	5,184 a
	Orta	4,141 a	4,993 ab	5,305 a
	Uzun	3,822 a	4,770 a	5,139 a

‘a’ en küçük ortalama değeri, ‘c’ en yüksek ortalama değeri ve farklı harfler ortalamaların istatistiksel olarak birbirlerinden 0,05 seviyesinde farklı olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 4.38’deki istatistiksel sonuçlara göre, tüm aşınma devirlerinde elastansız geri kazanılmış liflerden oluşan çoraplar ağırlık kayıp değerlerinde olduğu gibi, en düşük ΔE^* değerleri yani aşınma sonrası renk farkı göstermiştir. En yüksek ΔE^* değerleri veya aşınma sonrası renk farkı yine aşınma sonrası ağırlık kayıp sonuçlarına uygun olarak elastansız pamuk liflerinden oluşan çoraplar için elde edilmiştir.

Çizelge 4.38’deki sonuçlar ilmek iplik uzunluğunun etkisine göre incelenecek olursa, 5000 ve 10000 aşınma devirlerinden sonra ΔE^* değerleri ilmek iplik uzunluğu ile lineer olarak değiştiği görülecektir. 5000 ve 10000 aşınma devirlerinden sonra, ilmek iplik

uzunluğu arttıkça ΔE^* değerleri veya renk farkı azalmaktadır. Aşınma sonrası en az renk farkını uzun ilmek iplik uzunluğuna sahip çoraplar, en yüksek renk farkını da kısa ilmek iplik uzunluk değerine sahip çoraplar göstermiştir. Bu ΔE^* sonuçları ağırlık kayıp sonuçları ile uyumludur. İlmek iplik uzunluğu artıkça aşınma devirleri sonrasında daha az ağırlık kaybı meydana geldiği için daha düşük renk farkı sonuçları elde edilmiştir.

4.7. Geri Kazanılmış Lif ve Pamuk Lifinden Üretilen Çorapların Boncuklanma Sonuçları

“Materyal ve Metot” bölümünde de belirtildiği gibi, boncuklanma giyim ve yıkanma sırasında sürtünme hareketi ile kumaş yüzeyinden çıkan gevşek liflerin topaklanarak kumaş yüzeyinde küçük boncuklar oluşturmasıdır [35, 50]. Boncuklanma kumaşların görünümünü bozduğu için kumaş hatası olarak kabul edilmektedir. Genellikle yumuşak bükümlü ipliklerden yapılan örme kumaşlarda daha çok görülmektedir [35, 50]. Özellikle poliester, akrilik, naylon gibi sentetik liflerden yapılan kumaşlarda daha çok görülmektedir. Bu tip sentetik lifler pamuk ve yün gibi doğal liflerden liflerinden daha mukavemetli olduğu için, kumaş üzerinde oluşan boncuklar kumaştan koparak uzaklaşmak yerine kumaş yüzeyinde kalacaktır.

Tam relakse hale getirilmiş tüm çorapların boncuklanma sonuçları Çizelge 4.39’da tablo olarak verilmiştir.

Çizelge 4.39’ da verilen boncuklanma sonuçlardan elastan iplik kullanılarak örülen çoraplar elastan iplik kullanmadan örülen çoraplar ile karşılaştırıldığında, elastan içeren çorapların boncuklanma değerlerinin elastan içermeyen çorapların boncuklanma değerlerinden çok daha yüksek olduğu görülecektir. Bu sonuca göre, elastan iplik hem geri kazanılmış lif hem de pamuk lifi içeren çorapların boncuklanma eğilimini azaltmaktadır. Elastan içeren çorapların daha sıkı yapısı liflerin çorap içinden çıkarak topaklanmasını önlemiş olabilir.

Aynı çizelgedeki boncuklanma sonuçları, çorapların üretiminde kullanılan geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeriklerine göre karşılaştırılacak olursa, tüm ilmek iplik uzunluk değerlerinde elastansız ve elastanlı çoraplarda geri kazanılmış lif içeren çorapların boncuklanma değerlerinin pamuk içeren çorapların boncuklanma değerlerinden biraz daha düşük olduğu görülecektir. Geri kazanılmış lif içeren çorapların boncuklanma değerlerinin pamuklu çoraplardan düşük olmasına geri kazanılmış lif içeren ipliklerde bulunan poliester

lifleri neden olmuş olabilir. Poliester lifleri mukavemetli bir lif olduğu için, bu liflerin oluşturduğu topakları çoraptan ayırmak zor olacaktır.

Çizelge 4.39. Çorapların boncuklanma sonuçları

Çorap çeşitleri			Boncuklanma
Elastan ilavesi	İlmek iplik uzunluğu	Lif cinsi	
Elastansız	Kısa	Geri kazanılmış	1-2
		Pamuk	2-3
	Orta	Geri kazanılmış	1-2
		Pamuk	2-3
	Uzun	Geri kazanılmış	1
		Pamuk	1-2
Elastanlı	Kısa	Geri kazanılmış	2
		Pamuk	2-3
	Orta	Geri kazanılmış	2
		Pamuk	3
	Uzun	Geri kazanılmış	1-2
		Pamuk	2

Çizelge 4.39'dan ilmek iplik uzunluğunun çorapların boncuklanma değerleri üzerindeki etkisi incelenecek olursa, uzun ilmek iplik uzunluğuna sahip çorapların boncuklanma eğiliminin biraz daha fazla olduğu görülecektir. Uzun ilmek iplik uzunluğundaki çorapların gevşek yapısı lif uçlarının çorap içinden daha çabuk çıkmasına neden olarak boncuk oluşturmasını artırmış olabilir.

5. Sonuç

Bu çalışmada, geri kazanılmış pamuk lifi ve orijinal poliester lifi karışımından oluşan iplikten 3 farklı ilmek iplik uzunluk değerlerinde örülen düz örgü çorapların boyutsal ve fiziksel özellikleri %100 orijinal pamuk ipliğinden örülen benzer çoraplar ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Geri kazanılmış lif içeren çorapların çorap üretiminde yaygın olarak kullanılan elastan iplik ile olan performansını da inceleyebilmek için, elastan iplik ayrıca çoraplara diğer iplikler ile birlikte ilave edilmiştir. Elastan ilave etmeden ve elastan ilave ederek, geri kazanılmış liften ve orijinal pamuk lifinden üretilen 2 farklı iplik çeşidi kullanarak ve bu iplikler ile 3 farklı sıklık değerlerinde olmak üzere toplam 12 farklı çeşit çorap üretilmiştir. Örne işleminden sonra, tüm çoraplar kuru ve tam relakse hale getirilmiştir.

Çorapların boyutsal özelliklerini inceleyebilmek için çorapların çubuk/cm, sıra/cm, ilmek/cm² ve ilmek iplik uzunluğundan oluşan boyutsal parametreleri belirlenmiştir. Sıklık ve ilmek iplik uzunluk değerleri kullanılarak her farklı iplik tipini veya lif cinsini içeren çoraplar için hem kuru hem de tam relakse haldeki boyutsal K parametreleri hesaplanmıştır. Her farklı lif cinsi içeren çorapların ilmek sıklık ve K değerleri sonuçları birbirleri ile karşılaştırıldığında, bu çorapların farklı boyutsal özelliklere sahip olduğu görülmüştür. İlmek sıklık değerleri ve K boyutsal parametre sonuçları, hem kuru hem de tam relakse halde, elastanlı çorapların elastansız çoraplara göre daha yüksek sıklık ve K değerlerine sahip olduğunu göstermiştir. Aynı şekilde, geri kazanılmış lif içeren ipliklerinden örülen çoraplar pamuk ipliğinden örülen çoraplardan daha yüksek sıklık ve K değerleri göstermiştir. Geri kazanılmış lif içeren ipliğin pamuk ipliğinden daha yüksek % uzama değerine sahip olması bu geri kazanılmış lif içeren ipliğin üzerindeki gerilimleri daha çabuk atmasını dolayısı ile çorapların daha kolay relakse olmasını sağlayarak, sıklık parametrelerin de artışa neden olmuş olabileceği belirtilmiştir.

Çorapların fiziksel özellikleri olarak çorapların ağırlığı, kalınlığı, hava geçirgenliği, patlama mukavemeti, aşınma dayanımı ve boncuklanma özellikleri incelenmiştir.

Çorapların kalınlık ve ağırlık değerleri çoraplar hem kuru hem de tam relakse halde iken ölçülmüştür. Diğer hava geçirgenlik, patlama mukavemeti, boncuklanma ve aşınma dayanımı değerleri çoraplar tam relakse halde iken ölçülmüştür. Elastan ilavesinin, lif cinsinin ve ilmek iplik uzunluğunun çorapların fiziksel özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi için varyans ve çoklu karşılaştırma istatistiksel metotları kullanılmıştır.

Kalınlık ve ağırlık için yapılan deneysel sonuçlar ve uygulanan istatistiki sonuçlar hem kuru hem de tam relakse halde elastan ilavesinin, lif cinsinin ve ilmek iplik uzunluğunun çorapların kalınlık ve ağırlık sonuçlarını istatistiksel olarak önemli derecede etkilediğini göstermiştir. Elastan iplik ilavesi, hem kuru hem de tam relakse haldeki çorapların ağırlık ve kalınlık değerlerini artırmıştır. Bu sonucun nedeni olarak, elastan iplik ilave etmenin çorapların birim alandaki ilmek sayısı ile ifade edilen ilmek yoğunluğunu (ilmek/cm²) arttırması gösterilmiştir. Yine her iki relakse konumunda, geri kazanılmış lif içeren çorapların sıklık değerlerinin pamuk lifi içeren çoraplardan daha yüksek olması geri kazanılmış lif içeren çorapların ağırlık ve kalınlık değerlerinin pamuk içeren çorapların ağırlık ve kalınlık değerlerinden daha yüksek olmasına neden olmuştur. İlmek iplik uzunluğu arttıkça çorapların sıklık ve dolayısı ile ilmek yoğunluk değerleri azalır, çoraplar daha gevşek hale geldiği için çorapların ağırlığı azalmıştır. İlmek iplik uzunluğundaki artış çorapların kalınlık değerlerinde de artışa neden olmuştur. Bu sonucun nedeni de, ilmek iplik uzunluğu arttıkça çorapların yapısının daha gevşek hale gelerek ve çorapların hacimliliğini arttırması gösterilmiştir.

Tam relakse haldeki çorapların hava geçirgenliği ve patlama mukavemeti sonuçları ve uygulanan istatistiksel sonuçlar, elastan ilavesinin çorapların hava geçirgenliği ve patlama mukavemeti sonuçlarını önemli derecede etkilediğini göstermiştir. Elastan ilavesi tam relakse haldeki çorapların patlama mukavemetini arttırmış, buna karşın, çorapların hava geçirgenliğini azaltmıştır. Lif tipi çorapların hava geçirgenlik değerlerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilemiştir. Geri kazanılmış lif içeren çoraplar bu liften oluşan çorapların sıklık değerlerini yüksek olması nedeni ile, daha düşük hava geçirgenlik değerleri göstermiştir. Geri kazanılmış liften oluşan iplik ile pamuk ipliğinin kopma mukavemeti değerleri birbirlerine çok yakın olduğu için, geri kazanılmış lif ve pamuk lifi içeren çorapların patlama mukavemetleri arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunamamıştır. Genellikle, geri kazanılmış liften oluşan çoraplar pamuk lifinden oluşan çoraplardan daha düşük patlama mukavemeti sonuçları göstermiştir. Buna karşın, geri

kazanılmış liften oluşan çorapların da pamuk çoraplardan daha yüksek patlama mukavemeti gösterdiği sonuçlar da elde edilmiştir. Özellikle, elastanlı orta ve uzun ilmek iplik uzunluklarında geri kazanılmış liften oluşan çorapların patlama mukavemeti değerlerinin aynı ilmek iplik uzunluk değerlerinde pamuk lifinden oluşan çorapların patlama mukavemetinden yüksek olması, geri kazanılmış liften de yeterli mukavemette çorap üretilebileceğini göstermiştir. İlmek iplik uzunluğunun çorapların hem hava geçirgenliği hem de patlama mukavemeti üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İlmek iplik uzunluğu arttıkça çoraplardaki sıklıktaki azalmaya bağlı olarak çorapların hava geçirgenliği artış göstermiş, buna karşın patlama mukavemeti azalma göstermiştir.

Tam relakse haldeki çorapların boncuklanma değerleri incelendiğinde, elastanlı çorapların daha düşük boncuklanma eğilimi, geri kazanılmış liflerin ise daha yüksek boncuklanma eğilimi gösterdiği görülmüştür. Geri kazanılmış lif içeren çoraplardaki boncuklanma, bu çoraplarda bulunan poliester liflerinden kaynaklanmaktadır.

Çorapların aşınma dayanımları 5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirleri sonrasında çoraplarda meydana gelen ağırlık kayıpları ve çorapların renk değerleri ölçülerek belirlenmiştir.

İstatistiksel sonuçlar elastan ilavesinin, lif tipinin ve ilmek iplik uzunluğunun 10000 ve 15000 aşınma devirlerinde ağırlık kaybı değerlerini önemli derecede etkilediğini göstermiştir. 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirlerinden sonra, elastan içeren çoraplar elastan içermeyen çoraplardan daha düşük ağırlık kayıp sonuçları göstermiştir. Ağırlık kayıp sonuçları lif cinsine göre karşılaştırıldığında, 10000 ve 15000 aşınma devirlerinde geri kazanılmış lif içeren çorapların ağırlık kayıp değerlerinin pamuk içeren çorapların ağırlık kayıp değerlerinden daha düşük olduğu görülmüştür. Geri kazanılmış lif içeren çoraplarda bulunan poliester liflerinin mukavemetinin yüksek olması, bu liflerden oluşan çorapların aşınma dayanımlarının artırmasını sağlayabileceği belirtilmiştir. Özellikle 15000 ve 20000 aşınma devirlerinden sonra, ilmek iplik uzunluk değerleri arttıkça yani kumaşlar daha gevşek hale geldikçe, ağırlık kayıp miktarları azalma eğilimi göstermiştir. İlmek iplik uzunluğu arttıkça çorapların ağırlığı azaldığı için çoraplarda daha az sayıda lif olacaktır. Bu durumda aşınma sırasında daha az lif yüzeye göç edeceğinden ağırlık kaybı azalacaktır.

Çorapların aşınmadan sonraki renk davranışları, 5000, 10000, 15000 ve 20000 aşınma devirlerinden sonraki çorapların renk mukavemeti (K/S), açıklık-koyuluk (L^*), doygunluk (C^*) ve renk farkı (ΔE^*) değerleri ölçülerek belirlenmiştir.

Çoraplara elastan ilave etmenin aşınmadan sonraki K/S, L^* , C^* ve ΔE^* sonuçlarını belirgin bir şekilde etkilemediği görülmüştür.

Çorapların aşınmadan sonraki K/S değerleri lif cinsine göre karşılaştırılacak olursa, çoğu çorap çeşidinde özellikle elastansız olan çoraplarda geri kazanılmış lif içeren çorapların K/S değerleri pamuk lifi içeren çorapların K/S değerlerinden daha yüksek, buna karşın geri kazanılmış lif içeren çorapların L^* değerleri pamuk içeren çorapların L^* değerlerinden K/S değerleri ile ters yönde fakat uyumlu olarak daha düşük olarak elde edilmiştir. Tüm çoraplarda aşınma devirleri sonrasında geri kazanılmış lif içeren çorapların C^* değerleri pamuk içeren çorapların C^* değerlerinden daha düşüktür. Her iki K/S ve L^* değerlerinden, aşınma devirlerinin geri kazanılmış lifli çoraplarının K/S ve L^* değerlerini daha az etkilediği, aşınmadan sonra geri kazanılmış lif içeren çorapların renklerinin daha koyu olduğu ve boya kayıplarının daha az olduğu sonucu çıkarılmıştır. C^* değerleri de geri kazanılmış lif içeren çorapların aşınma sonrasında renklerinin daha mat olduğunu göstermektedir.

Elastan içermeyen çoraplarda aşınma sonrasında geri kazanılmış lifli çorapların pamuklu çoraplara göre daha az renk değiştirmesi ağırlık kayıp miktarları ile uyumludur. Geri kazanılmış lif içeren çoraplarda ağırlık kayıp miktarları daha az olduğu için boya kayıpları da buna bağlı olarak azalmış olabileceği belirtilmiştir. Renk farkı (ΔE^*) değerleri lif cinsine göre karşılaştırılacak olursa, geri kazanılmış lif içeren çorapların pamuk içeren çoraplardan daha düşük ΔE^* değerleri göstermiştir. Sonuç olarak, aşınma sonrasında ölçülen tüm renk değerleri geri kazanılmış lif içeren çorapların renklerini pamuk çoraplardan daha az miktarda kaybettiğini göstermektedir.

Aşınma öncesinde ve aşınma sonrasındaki K/S, L^* , C ve ΔE^* değerlerinin ilmek iplik uzunluğuna bağlı olarak değişmediği görülmüştür.

Tüm incelenen boyutsal ve fiziksel özellik sonuçlarından, poliester lifi ile karıştırıldığında yoğun olarak pamuk lifi içeren teleflerin açılması ile elde edilen geri kazanılmış lifinde orijinal pamuk lifi kadar kabul edilebilir kalitede çorapların üretiminde kullanılabileceği sonucuna varılabilir.

KAYNAKLAR

1. http://www.cevreonline.com/atik2/geri_donusum.htm (Ekim 2014)
2. <http://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/atikgeridonusum.pdf> (Ekim 2014)
3. Letcher T.M. and Vallero, D.A., 2011, "Waste: Handbook for management", Elsevier, USA.
4. Altun S., 2012, "Prediction of textile waste profile and recycling opportunities in Turkey", *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 20, 5(94): 16-20.
5. Altun, S., 2012, "Türkiye'deki tekstil ve hazır giyim atık miktarları ve geri kazanım imkanları", 1. Ulusal Geri Kazanım Kongre ve Sergisi: 333-338.
6. El-Nouby, G.M., Azzam, H.A., Mohamed, S.T. and El-Sheikh, M.N., 2005, "Textile waste-material recycling Part I: Ways and means", 2nd International Conference of Textile Research Division NRC, Cairo, Egypt, April 11-13: 394-407.
7. Wang, Y., 2006, "Recycling in Textiles", *Woodhead Publishing in Textiles*, Cambridge.
8. <http://7grecycling.com/benefitsofTextileRecycling.html> (Ekim 2014)
9. <http://www.conserve-energy-future.com/advantages-and-disadvantages-of-recycling.php> (Ekim 2014)
10. El-Nouby, G.M. and Kamel M.M., 2007, "Comparison between produced yarn from recycle waste and virgin fibres in tenacity and elongation", *Journal of Applied Science Research*, 3(10): 977-982
11. Halimi, M.T., Hassen, M.B., Azzouz, B. and Sakli, F., 2007, "Effect of cotton waste and spinning parameters on rotor yarn quality", *Journal of the Textile Institute*, 98(5): 437-442.
12. Halimi M.T., Azzouz B., Hassen M.B. and Sakli F., 2009, "Influence of spinning parameters and recovered fibers from cotton waste on the uniformity and hairiness of rotor spun yarn", *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 4(3): 36-44.
13. Hasani, H., Semnani, D. and Tabatabaei, S., 2010, "Determining the optimum spinning conditions to produce the rotor yarns from cotton wastes", *Industria Textila*, 61(6): 259-264.

14. Hasani, H. and Tabatabaei, S., 2011, "Optimizing the spinning variables to reduce the hairiness of rotor yarns produced from waste fibers collected from ginning process", *Fibers & Textiles in Eastern Europe*, 19(3): 21-25.
15. Merati, A.A. and Okamura, M., 2004, "Production of medium count yarns from recycled fibers in friction spinning", *Textile Research Journal*, 74(7): 640-645.
16. Merati, A.A. and Okamura, M., 2005, "A unique method of producing two-component yarns in friction spinning", *Research Journal of Textile and Apparel*, 9(2):9-15.
17. Duru, P.N. and Babaarslan, O., 2003 "Determining an Optimum Opening Roller Speed for Spinning Polyester/ Waste Blend Rotor Yarns", *Textile Research Journal*, 73(10):907-911.
18. Pınarlık, G. ve Şenol, M.F., 2012, "İkinci kullanım tekstil liflerinden yapılan open-end rotor ipliklerinin özellikleri", 1. Ulusal Geri Kazanım Kongre ve Sergisi, 169-180.
19. <http://www.kumelenme.gov.tr/kumeler/usak-rejenere-iplik-sektoru/#bilgi> (Haziran 2014)
20. Alan, G., Koçlu, A. ve Yüksekaya, M.E., 2012, "Geri dönüşüm hammaddeden üretilmiş olan battaniyelerin kopma mukavemeti performansının incelenmesi üzerine bir çalışma", 1. Ulusal Geri Kazanım Kongre ve Sergisi: 276-278.
21. Celep, G. ve Yüksekaya, M.E, 2012, "Geri dönüşüm liflerden ve orijinal Liflerden üretilen battaniyelerin ısı konfor özelliklerinin incelenmesi" 1. Ulusal Geri Kazanım Kongre ve Sergisi: 157-162.
22. Necef, Ö.K., Seventekin, N. and Pamuk, M., 2013, "A study on recycling the fabric scraps in apparel manufacturing industry", *Tekstil ve Konfeksiyon*, 23(3), 286-289.
23. Senthilkumar, M., Anbumani, N. and Hayavadana, J., 2011, "Elastane fabrics – A tool for stretch applications in sports", *Indian Journal of Fibres & Textile Research*, 36: 300-307.
24. Cuden, A.P., Hladnik, A. and Sluga, F., 2013, "Impact of material, structure and relaxation process parameters of elasticized single-knitted fabrics on loop length", *Textile Research Journal*, 83 (1): 56-65.
25. Marmarali, A.B., 2003, "Dimensional and physical properties of cotton/spandex single jersey fabrics", *Textile Research Journal*, 73(1): 11-14.
26. <http://www.cevreonline.com/atik2/atikyonedir.htm> (Ekim 2014)
27. <http://ekopetplast.com/tr/petnedir.aspx> (Ekim 2014)

28. <http://www.istanbulgeridonusum.com.tr/bilgi-sayfalari/geri-donusumde-yasal-mevzuat.html> (Ekim 2014)
29. http://www.befama.com.pl/angielska/rotary_cutter_AC39A.htm (Kasım 2013)
30. http://www.befama.com.pl/angielska/rag_tearing_sets_AC400.htm (Kasım 2013)
31. <http://www.balkan.com.tr/content.asp?id=27&v=c&d=p&pid=999&l=tr> (Kasım 2013)
32. <http://www.makinaturkiye.com/Makina/111895/Elyaf-Garnet-Makinalari/Garnet-Makinasi#imgBigImage>
33. Doyle, P.J., 1953, "Fundamental aspects of the design of knitted fabrics", *Journal of the Textile Institute*, 44(8): P561-578.
34. Munden, D.L. 1959, The geometry and dimensional properties of plain-knit fabrics, *Journal of the Textile Institute*, 50(7): T448-471.
35. Saville, B.P., 2007, "Physical testing of textiles", *Woodhead Publishing Limited*, Cambridge, England.
36. Backert, S., 1951, "The relationship between the structural geometry of a textile fabric and its physical properties Part II: the mechanics of fabric abrasion" 11(7):453-468.
37. Miguel, R., Lucas, J., Carvalho, L., Santos, M.S. and Manich, A., 2007, "Garment abrasion strength evaluation: A comparative methods study", *International Journal of Clothing Science and Technology*, 19 (3/4): 194-203.
38. Alpay, H.R., Becerir, B. and Akgun, M., 2005, "Assessing reflectance and color differences of cotton fabrics after abrasion", *Textile Research Journal*, 75(4): 357-361.
39. Alpay, H.R., Becerir B. and Akgun, M., 2005, "Assessment of reflectance and color differences of wool fabrics after abrasion", *Textile Research Journal*, 75(8): 607-615.
40. Becerir, B., Omeroglu, S. and Alpay, H.R., 2006, "Assessing color differences of cotton fabrics made from ring-and compact-spun yarns after abrasion", *AATCC Review*, 6(10): 37-41.
41. Akgun, M., Becerir, B. and Alpay, H.R., 2008, "Assessment of color strength and chroma values of polyester fabrics having different cover factors after abrasion", *Textile Research Journal*, 78(3): 264-271.
42. Akgun, M., Becerir, B. and Alpay, H.R., 2006, "Abrasion of polyester fabrics containing staple weft yarns: color strength and color difference values", *AATCC Review*, 6(3): 40-43.

43. Ozturk M., and Nergis, B.U., 2008, "Determining the dependence of colour values on yarn structure", *Coloration Technology*, 124(3): 145-150.
44. Ortlek, H.G., Tutak, M., and Yolacan, G., 2010, "Assessing colour differences of viscose fabrics knitted from vortex-, ring- and open-end rotor-spun yarns after abrasion", *Journal of the Textile Institute*, 101(4): 310-314.
45. Gun, A.D. and Tiber, B., 2011, "Color, color fastness and abrasion properties of 50/50 bamboo/cotton blended plain knitted fabrics in three different stitch lengths", *Textile Research Journal*, 81(18):1903-1915.
46. Xin, J.H., 2006, "Total colour management in textiles", *Woodhead Publishing*, Cambridge, İngiltere.
47. McDonald, R., 1987, "Colour physics for industry", *Society of Dyers and Colourists*, İngiltere.
48. http://www.booksmartstudio.com/color_tutorial/colortheory4.html (Eylül 2014)
49. <http://www.colourphil.co.uk> (Eylül 2014)
50. Ukponmwan, J.O., Mukhopadhyay, A. and Chatterjee, K.N., 1998, "Pilling", *Textile Progress*, 28(3): 1-57.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı: Erçakır Hatice Nur

Uyruğu: T.C.

Doğum tarihi ve yeri: 1984/Kula

Medeni hali: Bekar

Telefon : 0532 366 38 25

e-mail : nur.ercakir@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Uşak Üniversitesi Tekstil Mühendisliği	2007
Lise	Sekine Evren Anadolu Lisesi	2002

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

-Gun, A.D., Akturk H.N., Macit, A.S. ve Alan, G., 2014, "Dimensional and physical properties of socks made from reclaimed fibre", Journal of the Textile Institute, 105(10): 1108-1117.

Hobiler

Tenis, kitap okumak, spor, sinema